

ЗЕМЛЯ И

ИЮЛЬ-АВГУСТ

4/93

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ISSN 0044-3948

ВСЕЛЕННАЯ





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



В номере:

Редакционная коллегия:

Главный редактор
член-корреспондент РАН
В. К. АБАЛАКИН
зам. главного редактора
академик
В. М. КОТЛЯКОВ
зам. главного редактора
доктор педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
академик
В. А. АМБАРЦУМЯН
академик
А. А. БОЯРЧУК
член-корреспондент РАН
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
доктор психологических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
доктор физико-математических наук
А. А. ГУРШТЕЙН
доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
доктор физико-математических наук
И. Н. МИНИН
член-корреспондент РАН
А. В. НИКОЛАЕВ
доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
кандидат педагогических наук
А. Б. ПАЛЕЙ
доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР
доктор химических наук
Ф. Я. РОВИНСКИЙ
доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
академик
В. В. СОБОЛЕВ
Н. Н. 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 Молдовы
А. Д. УРСУЛ
доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАШУК
доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
кандидат географических наук
В. Р. ЯЩЕНКО

© «Наука»
«Земля и Вселенная», 1993 г.

- 3 КАСИНСКИЙ В. В., ЯЗЕВ С. А.— Солнечные протонные вспышки и их земные проявления
10 МОНИН А. С.— Океан и мировое сообщество: будущее океанологии
18 АРДЕН Л. АЛБИ — «Марс Обсервер»: возвращение к Красной Планете

ЭКОЛОГИЯ

- 28 АЙБУЛАТОВ Н. А.— Радиоактивные могильники в Карском море

ЛЮДИ НАУКИ

- 36 ГАМБУРЦЕВ А. Г., ГАЛКИН И. Н.— Григорий Александрович Гамбурцев (к 90-летию со дня рождения)
43 КАЧУР П. И.— Александр Дмитриевич Засядко

ЭКСПЕДИЦИИ

- 48 ГЕНШАФТ Ю. С.— Остров, рожденный в океане!

ЗАРУБЕЖНАЯ КОСМОНАВИКА

- 55 ШВЕМ Г. Х.— Вторая комета «Джотто»

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 62 МАРИНИН И. А., ШАМСУТДИНОВ С. Х.— Советские программы полетов к Луне
70 ПЛАХОТНИК А. Ф.— Во льдах Центральной Арктики (к 100-летию дрейфа экспедиционного судна «Фрам»)

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 75 ЦИЦИН Ф. А.— Черные дыры сегодня и завтра
83 ШЕМЯКИН М. М.— Интересные закономерности на поверхности Луны и Меркурия

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 86 УГОЛЬНИКОВ О. С.— Сумерки и их наблюдения
89 ОСТАПЕНКО А. Ю.— Замечательная Сверхновая в галактике M 81

В МОСКОВСКОМ ДОМЕ УЧЕНЫХ РАН

- 90 ФЕСЕНКО А. В.— Новые имена на звездном небе

В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ

- 94 ИВАШКЕВИЧ А. К.— Ракеты-носители США (2 часть)

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 104 ЛЕВИТАН Е. П.— Астрономический атлас школьника

ЛЕГЕНДЫ О ЗВЕЗДНОМ НЕБЕ

- 106 НЕЯЧЕНКО И. И.— Парус

ФАНТАСТИКА

- 108 ЛИШЕВСКИЙ В. П.— Возвращение

Новости науки и другая информация: За Плутоном есть еще небесные тела [17]; Искусственные кольца Земли и опасность засорения [27]; Кроссовки-«океанологи» [33]; Две «любительские» Новые [35]; Гамбурцевские чтения [42]; Между звездами — сажа [60]; Парные астероиды — не редкость [60]; Что прячется за Плутоном? [61]; В межзвездном пространстве обнаружено олово [61]; Еще одна молодая звезда [61]; Как рождаются звезды? [69]; Что натворили астероиды на Земле? [74]; Солнце в феврале — марте 1993 года [88]; Замечательная Сверхновая в галактике M 81 [89]; Японская ракета-носитель: не все идет гладко [100]; Европейский космоплан [101]; Загадка солнечных нейтрино остается [102]; Закрывается подземная лаборатория [102]; Углекислый газ не отступает [102]; Динозавровое общество [103]; Катастрофа котменается [103]; Новые книги [105]; Новые книги издательства «Наука» [107]; Стационарна ли Вселенная? [111]; Секунда за три миллиона лет [111]; Новая задача «Сакигаке» [111]; Фотометрические наблюдения сверхновой 1993J [112].

Заведующая редакцией
Г. В. МАТРОСОВА
Зав. отделом астрономии
Э. А. СТРЕЛЬЦОВА
Зав. отделом наук о Земле
Э. К. СОЛОМАТИНА
Зав. отделом космонавтики
А. Ю. ОСТАПЕНКО
Художественный редактор
М. С. ВЫЮШИНА
Литературный редактор
Е. А. НИКИТИНА
Младший редактор
И. В. ЗОТОВА

Корректоры:
В. А. ЕРМОЛАЕВА
Л. М. ФЕДОРОВА оформила
М. С. ВЫЮШИНА
Номер оформили:
Ю. А. ТЮРИШЕВ
М. И. РОССИНСКАЯ
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Адрес редакции:
117810, ГСП-1, Москва,
Мароновский пер., д. 26
ж-л «Земля и Вселенная»
Телефоны: 238-42-32
238-29-66

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

In this issue:

- 3 KASINSKIY V. V., YAZEY S. A. The Proton Flashes on the Sun and Their Manifestation on the Earth
10 MONIN A. S. World Association and the Ocean: the Future of Oceanology
18 ARDEN L. ALBY. «Mars Observer»: Return to the Red Planet

ECOLOGY

- 28 AIBULATOV N. A. Radioactive Burial Grounds in the Kara Sea

THE PEOPLE OF SCIENCE

- 36 GAMBURTSEV A. G., GALKIN I. N. Grigorly Alexandrovich Gamburtsev (to celebrate the 90-th anniversary).
43 KACHUR P. I. Alexandr Dmitriyevich Zasyadko

EXPEDITIONS

- 48 GENSHAFT Yu. S. Was the Island Born From the Ocean?

AUSTRONAUTICS

- 55 SHVEM G. H. «GiOTTO» — the Second Comet

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 62 MARININ I. A., SHAMSUTDINOV S. H. Flights to the Moon — Soviet Programmes
70 PLAKHOTNIK A. F. In the Ices of Central Arctic (to celebrate the centenary of the «Fram» vessel drifting expedition)

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 75 TSITSIN F. A. Black Holes Today and Tomorrow
83 SHEMYAKIN M. M. Regular Peculiarities Occurring on the Surfaces of the Moon and the Mercury

AMATEUR ASTRONOMY

- 86 UGOLNIKOV O. S. Observing the Twilight
89 OSTAPENKO A. Yu. The Wonderful Supernova in M 81

IN THE MOSCOW HOUSE OF MEN OF SCIENCE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

- 90 FESENKO A. V. New Names in the Stary Sky

TO HELP THE LECTURER

- 94 IVASHKEVICH A. K. The U.S. Rocket-Bearers (Part Two)

THE BOOKS ON THE EARTH AND ON THE SKY

- 104 LEVITAN Ye. P. A School Atlas of Astronomy

LEGENDS OF THE SKY AND STARS

- 106 NEYACHHENKO I. I. A Sail

FICTION

- 108 LISHEVSKIY V. P. Return

На 1-й стр. обложки: В 1994 г. космический аппарат «Марс Обсервер», запущенный NASA, достигнет Красной Планеты и, выйдя на орбиту вокруг нее, начнет новый цикл исследований. Так, по мнению художника, будет выглядеть аппарат над поверхностью Марса (к статье А. Алби)

На 2-й стр. обложки: Базальтовые скалы в озере Мивати

На 3-й стр. обложки [вверху]: Такие деревянные макеты старинных ферм с притюпленным возле них гномьками — хранителями домашнего очага — ставят исландцы около своих жилищ; [внизу]: Целебные воды Исландии.

На 4-й стр. обложки: Один из красивейших водопадов Исландии Скогафосс

Солнечные протонные вспышки и их земные проявления

В. В. КАСИНСКИЙ,
доктор физико-математических наук
С. А. ЯЗЕВ,
научный сотрудник Института солнечно-земной физики СО РАН

Раскрыв тайны солнечных вспышек, мы сможем понять основные механизмы корпускулярного и космического излучения Солнца, а также построить реалистические модели вспышек для надежного прогнозирования короткопериодических (часы и сутки) и долгопериодических (годы) возмущений в магнитосфере, атмосфере, биосфере Земли и в окружающем космическом пространстве.

Как показали некоторые международные проекты, проблему надежного прогнозирования вспышек можно решить только объединенными усилиями исследователей в глобальном масштабе.

22 ноября 1991 г. постановлением Президиума Сибирского отделения РАН ор-



ганизован Международный центр солнечно-земной физики, в сферу деятельности которого включено проведение мониторинга околоземного межпланетного космического пространства,

Солнца и гелиофизической обстановки. Официальные представители Центра — Институт солнечно-земной физики СО РАН и Институт космофизических исследований и аэронауки СО РАН.

СОЛНЕЧНЫЕ ВСПЫШКИ

Из разнообразных проявлений солнечной активности наибольший интерес представляют нестационарные, быстропотекающие процессы, отличающиеся бурным и внезапным развитием, мощной энергетикой. Все это характерно для солнечных (хромосферных) вспышек. Лучшее всего они наблюдаются в свете спектральной линии водорода H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$), хотя нередко видны и в более глубоких слоях, в фотосфере («белые вспышки»). При вспышке происходит внезапное (100 с) и резкое (в 10 раз) увеличение плотности и температуры (в 100 раз), при этом внешние слои разогрываются до миллионов кельвинов, происходит выброс плазмы и ускоренных частиц в межпланетное пространство. За фазой быстрого выделения энергии (10^{30} — 10^{32} эрг в самых мощных вспышках) следует фаза более медленной «подпитки» энергией и остывания. Хотя таким явлениям нет аналога в Солнечной системе, уместно напомнить, что по внезапности, сильному энерговыделению и другим признакам вспышки можно сравнить с сильными землетрясениями (10^{25} эрг).

Как правило, вспышки наблюдаются в сложных группах пятен. Чаще всего они возникают во взаимодействующих близкорасположенных пятнах, «сталкивающихся» или «взаимно проникающих». Магнитное поле вспышечной области имеет многополюсный и часто «аномальный» характер. Теория вспышек, впервые предложенная С. И. Сыроватским, базируется на представлении о «нейтральных токовых слоях», формирующихся высоко в короне в результате пересоединения силовых линий поля (они выходят из магнитных «оснований», плавающих в фотосфере).

Не все знают, что до 5% вспышек (включая сильные) наблюдается вне пятен, или в области «старых волокон», когда пятна уже почти «рассосались». Вообще же следует подчеркнуть, что и появление вспышек, и конкретные условия их развития настолько различны, что ни одна модель пока не может объяснить всю совокупность наблюдаемых фактов. Особенно это относится к условиям накопления энергии в активной области (в токовых слоях в короне) и к «спусковому механизму». Поэтому наряду с традиционными моделями вспышек предлагаются и «экзотические». Упомянем модель вспышки Хайдера (механизм, связанный с падением вещества протуберанца, «висящего» на силовых линиях поля, в хромосферу) и «солитонную» модель сильных вспышек Э. И. Могилевского, основанную на выходе из-под фотосферы сильной МГД-волны вдоль «ствола магнитного дерева».

По аналогии с землетрясениями, вспышки классифицируются по баллам, в которых учитывается занимаемая площадь, интенсивность линии H_{α} в хромосфере, поток рентгеновского излучения, наличие вспышечных космических лучей на уровне Земли. Особое место занимают солнечные протонные события, связанные с мощными вспышками.

САМЫЕ МОЩНЫЕ ПРОТОННЫЕ ВСПЫШКИ

О мощных протонных вспышках можно узнать не только из кратких сводок солнечных бюллетеней, но и из газет и радиопередач. Например, 11 мая 1959 г. в США благодаря такой вспышке вышли из строя радио, телефон и телеграф. 12 мая в небе над северными штатами зажглось яркое полярное сияние.

В августе 1972 г. наблюдалась серия из пяти больших вспышек. Рентгеновские счетчики, установленные на спутниках «Solrad-9» и «Solrad-10», зашкаливали. В мировой центр данных в Боулдере (США) стали поступать сообщения о нарушениях радиосвязи на коротких волнах, выбросах напряжений на некоторых сверхдальних линиях электропередач и изменениях в направлениях перелетов птиц (отказ систем бионавигации). Вспышки генерировали ударные волны, проявляющиеся в метровом диапазоне. Одну из ударных волн от вспышки 2 августа зарегистрировал космический аппарат «Пионер-9», который в это время находился в 0,77 а.е. от Солнца, и 3 августа в 11 ч 24 мин волна достигла Земли (зарегистрировано магнитометрами в Боулдере). За ней последовала сильная магнитная буря. Вечером этого же дня наблюдались мощные полярные сияния над Канадой и северными частями СССР.

На высоте 195 км — крейсерской высоте кораблей «Спейс Шаттл» — доза радиации превосходила 10 миллибэр/час. Спутник AST-1 показал, что эта доза наблюдалась в течение 10 ч с суммарным облучением в 100 миллибэр. Полная доза от солнечных протонов, воспринимаемая экипажами летящих самолетов, составила 1/50 от ежегодной, допускаемой для рабочего персонала на атомных электростанциях.

29 сентября 1989 г. на западном крае диска Солнца произошла уникальная протонная вспышка. Сразу же в приполярных областях Земли был зарегистрирован поток энергичных протонов (с энергией более 1,5 Гэв) в 5 раз больший, чем обычно. В Москве число таких протонов увеличилось почти в 3 раза. Это было самое крупное событие за послед-

ние три цикла солнечной активности!

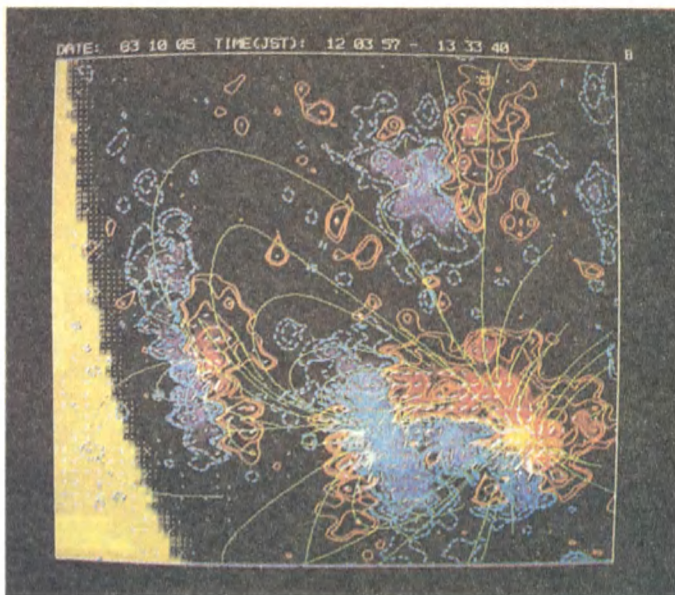
Сопоставление данных станций Москва — Магадан, Тбилиси — Самарканд и Киев — Иркутск показало большую величину анизотропии ускоренных частиц и «жесткий» энергетический спектр по данным нейтронных мониторов и мюонных телескопов. Мощный комплекс солнечных пятен наблюдался 19 октября 1989 г. В нем 19 и 22 октября произошли две протонные вспышки. Именно в этом комплексе пятен на предыдущем обороте наблюдалась протонная вспышка 29 сентября 1989 г.

В специальном сообщении президента Комиссии № 10 «Солнечная активность» Международного астрономического союза В. Бумбы говорилось о неполадках в компьютерах космического корабля «Шаттл», вызвавших досрочное прекращение полета, о сбоях в чувствительной электронике железнодорожной сигнализации, нарушениях дальней радиосвязи и т. д. Московское радио неоднократно сообщало о нежелательности длительного пребывания под прямыми солнечными лучами в такое время.

Высокая насыщенность земной техносферы чувствительными электронными системами, открытыми для воздействия вспышек, делает проблему изучения и предсказания мощных нестационарных событий на Солнце чрезвычайно важной и актуальной.

СОЛНЕЧНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

До сих пор распространено ошибочное мнение, что вспышки в хромосфере — «вторичный» процесс по отношению к основному, «первичному» — аннигиляции магнитного поля в короне. Рассмотрим различные виды

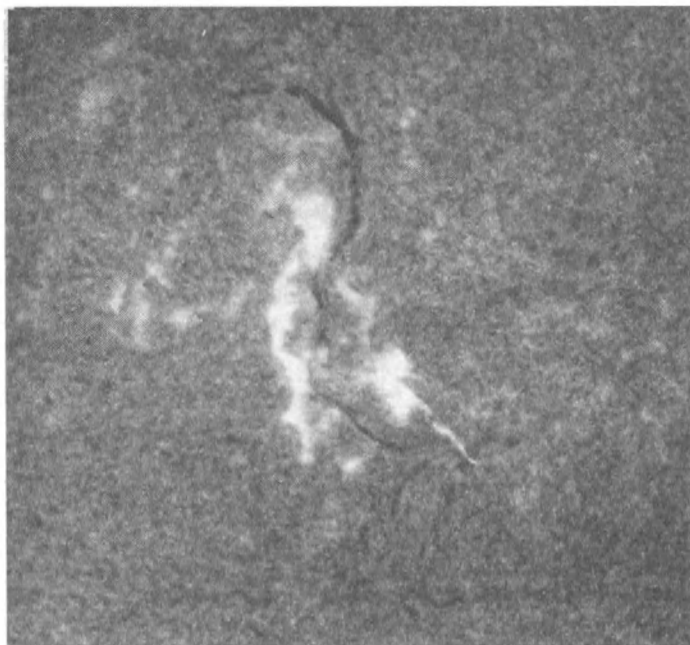


энергии в сильной вспышке с тем, чтобы установить иерархию энергетических процессов на разных уровнях активной области.

Корпускулярное излучение вспышек уносит значительную энергию — его поток достигает нескольких процентов от оптического излучения вспышки. Этой энергией обладают две группы частиц — **высокоэнергичные** (солнечные космические лучи) и **малоэнергичные**, образующие облака плазмы, перемещающиеся от Солнца со скоростями около 1000 км/с. Хотя полная энергия ускоренных протонов зависит от многих факторов (в том числе от коэффициента заполнения ими межпланетного объема), приближенная верхняя оценка не выходит за предел 10^{30} эрг. Кинетическая (тепловая) энергия коронального облака, порожденного вспышкой, равна $7 \cdot 10^{30}$ эрг. Кинетическая энергия вспышечного выброса, соответствующего «холодной» хромосфере — того же порядка. Площадь вспышки может

Силловые линии магнитного поля, поднимающиеся высоко в корону Солнца (зеленые), исходящие из оснований магнитных полей, «плавающих» в фотосфере (красные и синие области). Компьютерная графика (Япония)

составлять 0,002 площади солнечного диска. Интенсивность в хромосферной линии H_{α} примерно в два раза выше непрерывного излучения фотосферы на участке в 2 Å, которое продолжается около 10 тыс. с. Полная энергия излучения большой вспышки $E = 50 \times 10^{30}$ эрг, т. е. она в несколько раз превосходит сумму остальных видов энергии и в 50 раз энергию ускоренных частиц. Поэтому не следует приписывать менее энергоемкому процессу роль «первичного», отводя более мощным процессам второстепенную роль. В этом — основные трудности существующих моде-



Крупная солнечная вспышка 23 августа 1988 г. вне солнечных пятен. Две ленты вспышки располагаются по бокам от темного волокна (снимок С. А. Язева)

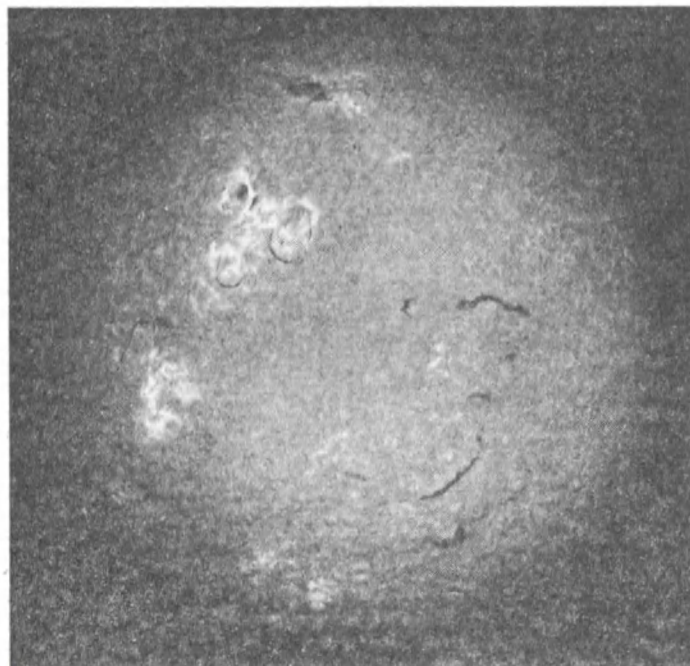
(импульсная фаза) вспышка выбрасывает космические лучи — протоны, электроны, а иногда и ядра гелия с энергиями от нескольких мегаэлектронвольт, до 10^3 МэВ. Иногда во вспышках генерируются частицы столь высоких энергий, что они проникают глубоко в атмосферу Земли (в приполярных областях).

Как показали работы в Крыму (Н. В. Стешенко), по электронной температуре, плотности, температуре и ширине линии H_{α} протонные и не протонные вспышки не различаются. Скорее всего почти все вспышки генерируют космические лучи малых энергий. Однако термин «протонная вспышка» оправдан и отражает существо дела. Это, как правило, большая протяженная вспышка, сопровождаемая протонами на уровне орбиты Земли. Отсутствие зарегистрированных на Земле протонов говорит о том, что либо поток энергичных частиц, «выстреленный» во время вспышки, прошел мимо Земли, либо протоны действительно не попали в межпланетное пространство, а остались на Солнце. По-

лей вспышек, основанных на аннигиляции противоположно направленных магнитных полей в короне.

Непрерывная регистрация космических лучей позволила обнаружить, что с появ-

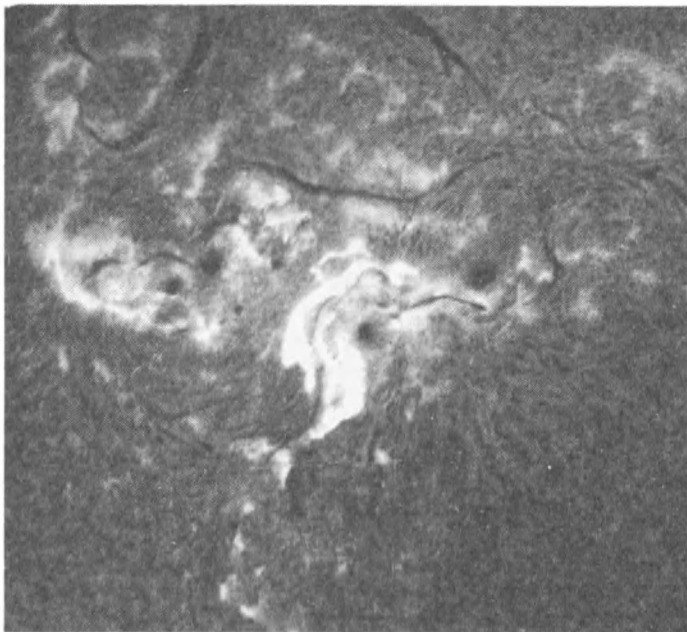
лением солнечных вспышек наблюдается возрастание космического излучения. Так было доказано: Солнце — это источник части космических лучей. В момент достижения наибольшей яркости



Хромосфера Солнца, видимая в лучах линии водорода. Видна система спокойных волокон (черные), флоккулы (яркие) и мощный комплекс активных пятен 19 октября 1989 г. (слева вверху), в котором произошли протонные вспышки 19 и 22 октября (снимок С. А. Язева)

Большая протонная вспышка 16 мая 1981 г. в сложном многополюсном комплексе пятен. Видны две яркие ленты, изгибающиеся по «нулевой линии» магнитного поля, и система спойных волокон на диске Солнца (вверху)

(снимок С. А. Язева)



следнее вероятно, когда энергия частиц не столь высока, а силовые линии магнитного поля вблизи вспышки остались замкнутыми настолько, что удержали частицы в своеобразной «магнитной бутылке» над солнечными пятнами. Если же во время вспышки происходит «разрыв» и «пересоединение» силовых линий, то получившаяся открытая конфигурация магнитного поля будет работать как своеобразная космическая электромагнитная «пушка», ускоряющая протоны в межпланетном пространстве.

Косвенные данные рентгеновского и радиоизлучения указывают, что ускорение протонов происходит в большинстве хромосферных вспышек, но чаще всего начальные условия не всегда таковы, что эти протоны можно регистрировать на Земле. В последние годы космические аппараты проводят непрерывный мониторинг протонов, поэтому оперативность и объективность полученной информации существенно возросли.

В межпланетной среде постоянно присутствуют случайные магнитные поля, сталкиваясь с которыми протоны испытывают отклонения, что увеличивает их путь до Земли в 10 и более раз. Благодаря вращению Солнца образуется и регулярная составляющая магнитного поля. Силовые линии, уходящие в межпланетное пространство, принимают вид «спиралей Архимеда» и служат как бы естественными

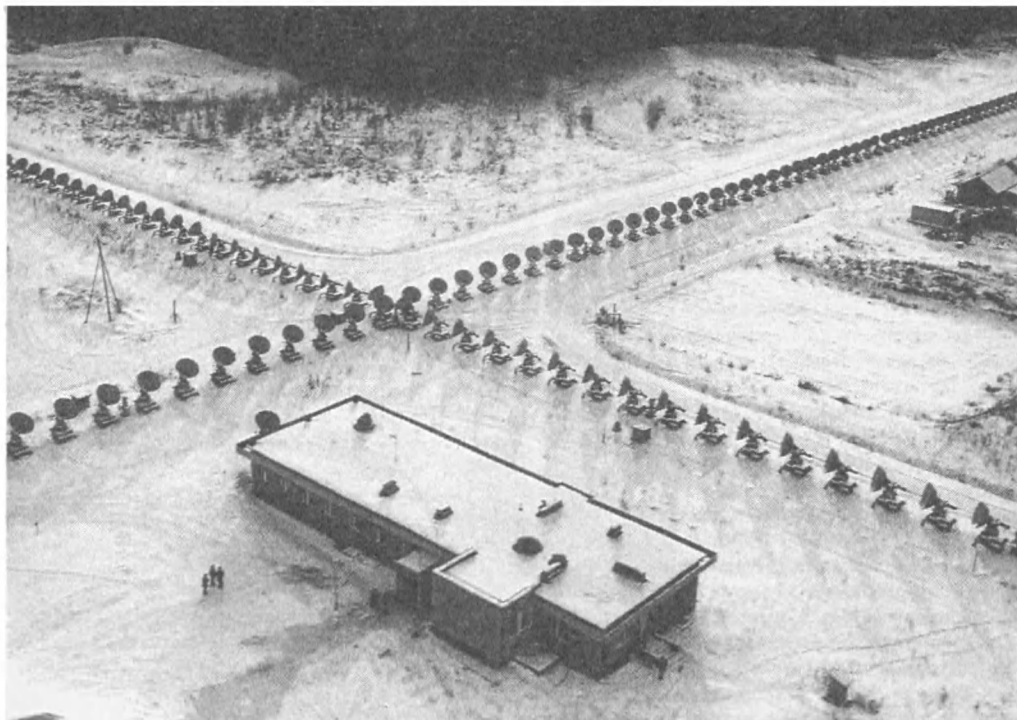
«трассами» для солнечных протонов (которые движутся по ним практически без сопротивления и быстро достигают земной орбиты).

Во время вспышек интенсивность корпускулярного излучения Солнца может возрастать в тысячи и десятки тысяч раз. На околоземных орбитах (высота 200—300 км) вследствие экранирующего влияния магнитного поля Земли это излучение на два порядка меньше, однако и в этом случае доза радиации одной вспышки иногда опасна для человека.

ПРОГНОЗЫ ПРОТОННЫХ ВСПЫШЕК

Нужно знать, где (в какой активной области на Солнце) и когда может произойти вспышка. Ученые Крымской обсерватории (А. В. Северный, Н. Н. Степанян и др.) доказали, что мощные вспышки возникают в комплексах групп с «дельта-конфигурацией», когда в круп-

ном пятне присутствуют ядра (компактные жгуты силовых трубок) противоположной полярности с градиентами поля до 0,1 Гс/км и более. Из работы Е. В. Иванова, В. В. Касинского и В. Н. Обридки следует, что потоки протонов идут от вспышек, возникающих в таких группах пятен, для которых индекс компактности (т. е. отношение площади наибольшего пятна к площади всей группы) приближается к 1. В. Г. Банин и С. А. Язев показали, что подавляющее большинство мощных протонных вспышек происходит в «ядрах» комплексов активности — крупномасштабных долгоживущих и физически связанных между собой групп пятен. Эти результаты послужили основой для прогноза появления протонных вспышек. В Институте солнечно-земной физики кратковременные прогнозы (заблаговременность в несколько часов) разрабатываются на основе некоторых характерных особенно-



Солнечный радиотелескоп Института солнечно-земной физики, используемый для систематических наблюдений Солнца и прогноза протонных вспышек. 128 антенн расположены крестом в направлении «север—юг» и «восток—запад», длина плеча — 622 м (снимок В. В. Касинского)

стей микроволнового (8 см) излучения — «предвестника» вспышек (В. П. Максимов, В. П. Нефедьев и В. И. Лубышев).

Но пока наиболее важная проблема — точное предсказание момента вспышек — разработана слабо. Это связано с загадочным «спусковым механизмом» вспышек. Исследования показывают, что мощные вспышки в активных комплексах группируются по нескольким вспышкам, продолжительность которых много меньше времени одного

оборота Солнца. Наибольшая вероятность протонных вспышек отмечается на втором — третьем обороте в «зрелом возрасте» комплекса, хотя и на последующих оборотах наблюдаются периоды «возрождения» протонной активности.

Интересный факт отмечен нижегородскими радиофизиками (М. М. Кобрин и др.): за 3 дня до протонной вспышки наблюдаются квазипериодические колебания «наклона спектра» с периодом 30 мин. Это подтвердили и ученые Голосеевской обсерватории (Киев). Во время сильных вспышек они обнаружили колебания профилей спектральных линий в фотосфере с периодом 20 мин. Все это говорит о неслучайном характере связи низкочастотных колебаний со вспышками.

По данным одного из авторов этой статьи (В. В. Касинского) все вспышки, а не

только протонные, вызываются некоторым внешним (волновым) возмущением. Он предложил следующий сценарий: перед сильной вспышкой в хромосфере и короне усиливаются короткопериодические волновые движения. Это дестабилизирует энергию магнитного поля, что и приводит к «спусковому механизму» вспышки. Не исключено, что изучение различных волновых процессов, связанных со вспышками, может дать ключ к прогнозированию моментов вспышек.

МЕХАНИЗМ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОЛНЕЧНЫХ КОРПУСКУЛ НА ЗЕМЛЮ

Солнечная активность дает о себе знать на Земле двумя видами излучения: электромагнитным и корпускулярным. Электромагнитное излучение беспрепятственно проникает в атмосферу, где превращается в

тепло. Корпускулярное излучение включает в себя три компонента: потоки заряженных частиц солнечного ветра со сравнительно низкими энергиями (2000 эВ) и скоростями (300—600 км/с); потоки заряженных частиц из активных областей Солнца, в частности от вспышек, с энергиями до 20 кэВ и скоростями до 3000 км/с; и наконец, протоны, ускоренные электрическими полями во вспышках с энергиями до 10—1000 МэВ и скоростями от 10^4 км/с до близких к скорости света (релятивистские частицы). Как же воздействуют протоны высоких энергий на верхнюю атмосферу? Прежде всего они вызывают возмущение ионосферы, которое приводит к нарушениям радиосвязи на несколько суток, над Северным Ледовитым океаном и над Антарктидой возникают полярные сияния. Помимо уменьшения интенсивности радиоволн повышается температура верхней атмосферы.

До недавнего времени многие авторитетные метеорологи утверждали, что погода на Земле определяется лишь поглощением видимого (теплого) излучения Солнца и не зависит от солнечной активности. В качестве главных аргументов выдвигалась изолированность земной атмосферы от внешних воздействий и незначительность корпускулярной и электромагнитной энергии вспышек (по срав-

нению с излучением «спокойного» Солнца).

Очень давно — как только стала известна цикличность солнечной активности — аналогичные циклы стали находить во многих земных явлениях: изменении уровня озер, грунтовых вод, стока рек, повторяемости засух, ураганов и ливней. Появляется все больше доказательств, что и погода чувствительна к солнечным вспышкам.

Энергия погодных процессов (дождь, снег, сильные ветры, облачность) очень велика, во много тысяч раз больше энергии, приходящей в тропосферу от вспышки. Как же может столь ничтожная причина вызывать такое могучее следствие? Не исключена здесь работа механизма подобного тому, что вызывает снежную лавину из-за неосторожного крика в горах. Ведь колоссальная энергия лавины в миллионы раз больше энергии звуковых колебаний. Наверное, аналогично и солнечная вспышка действует на неустойчивые атмосферные явления.

ПРОТОННЫЕ ВСПЫШКИ И БИОСФЕРА ЗЕМЛИ

Выполнено множество исследований, подтверждающих воздействие вспышек на биосферу Земли. К сожалению, здесь ученые не продвинулись дальше обнаружения общих статистических связей между характеристиками солнечной актив-

ности и деятельностью живых организмов.

Известно, еще 50 лет назад А. Л. Чижевский обнаружил зависимость между активностью Солнца (числом пятен) и возникновением эпидемий чумы и холеры. Механизм этого влияния еще не расшифрован.

Немецкий исследователь П. Мартин рассмотрел свыше 5,5 тыс. несчастных случаев на производстве среди шахтеров и пришел к выводу об увеличении количества травм в дни сильной солнечной активности и снижении в «спокойные» дни. Исследования К. Ф. Новиковой и Б. А. Рывкина показали, что процент заболеваемости и смертей от инфаркта миокарда в Свердловске 1961—66 гг. был выше в дни с повышенной магнитной активностью, обусловленной явлениями на Солнце (Земля и Вселенная, 1990, № 2). Как утверждают венгерские исследователи Г. и Е. Дюл, при резком возращении солнечной активности увеличивается количество самоубийств.

Развитие методов наблюдений, анализ солнечной обстановки и прогноз вспышек важны для предсказаний «благоприятных» и «неблагоприятных» медицинских солнечных дней. Сейчас разрабатывается объединенная программа «Солнце — Земля — Человек», содержащая множество традиционных программ с новыми оригинальными проектами.

Океан и мировое сообщество: будущее океанологии

А. С. МОНИН,
член-корреспондент РАН
Институт океанологии РАН

Почти три четверти земной поверхности покрыты океаном, а освоен он гораздо хуже, чем суша. Хотя улов рыбы и морепродуктов уже достиг возможного предела, марикультура находится в зачаточном состоянии. Расширяется добыча нефти и газа со дна морей, но все еще не началась добыча глубоководных океанических металлических руд, запасы которых огромны. Много и других неотложных задач предстоит решить океанологам. По каким же направлениям будет развиваться наука об океане в ближайшем будущем!

ТРИ ПРЕДСКАЗАНИЯ

Открытие в науке невозможно предсказать — это ясно по самому смыслу этого слова. И действительно, крупнейшие открытия в океанологии последних десяти-



летий — синоптических вихрей открытого океана (Земля и Вселенная, 1979, № 3, с. 14.— Ред.), его вертикальной тонкослойной микроструктуры, спрединга и субдукции — расширения и погружения океанской литосферы (Земля и Вселенная, 1974, № 5, с. 20.— Ред.), донных гидротерм с сульфидным рудообразованием и оазисами жизни без фото-

синтеза (Земля и Вселенная, 1991, № 2, с. 3.— Ред.), — не были предсказаны. И тем не менее, некая экстраполяция современного развития океанологии возможна.

Хотелось бы сделать три предсказания. Во-первых, океанология, объединяющая физику, химию, геологию, биологию океана и океанологическую технику, в XXI в. останется единой, поскольку все эти отрасли тесно взаимосвязаны и нуждаются друг в друге. Во-вторых, главным исследовательским средством океанологии и в XXI в. по-прежнему будут научно-исследовательские суда, и, в-третьих, станет возрастать роль спутниковых методов сбора информации и информатизационных банков данных.

Мы, конечно, не претендуем на исчерпывающую полноту перечня проблем, которые предполагается решать, и ограничимся лишь некоторыми из них — пре-

имущественно практической направленности. Они представляются нам ключевыми, а в некоторых случаях и увлекательными.

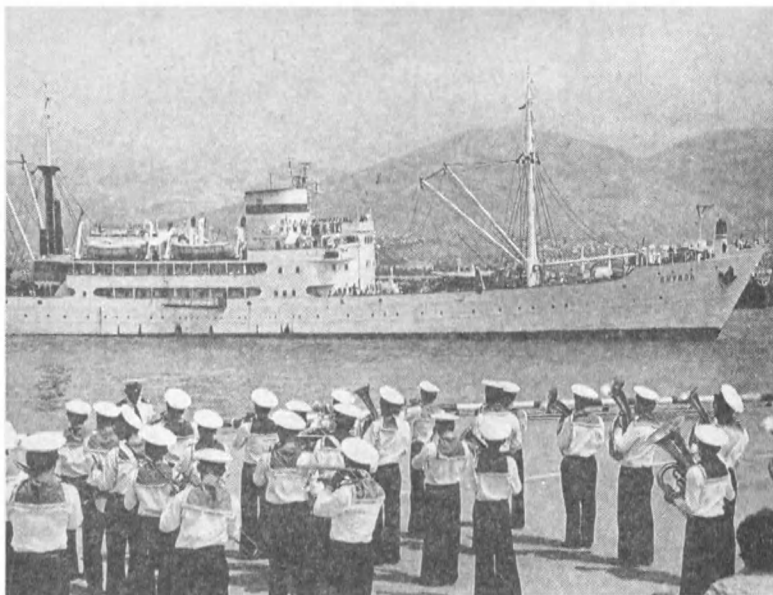
ФИЗИКА ОКЕАНА

Спутниковая океанология. Ее развитие неизбежно, это уже доказано, например, с помощью данных американского спутника «Seasat». В диапазоне видимого света будут измеряться координаты цветности моря (три индекса цвета по так называемой алгебре цветов Максвелла) и отдельные спектральные линии, например, линии хлорофилла для оценки первичной продукции водорослей. Будут регистрироваться выходы внутренних волн (сегодня это делается нерегулярно) и проводиться спутниковый мониторинг льдов и всех надводных судов (его, вероятно, можно осуществлять и во всепогодном радиодиапазоне). Инфракрасные радиометры позволят регулярно измерять температуру поверхности моря.

Совершенно новые перспективы уже сейчас открыли всепогодные активные радиометоды регулярных измерений радаром-альтиметром уровня моря (в принципе позволяющие рассчитывать характеристики течений) и высот волн, радаром-скаттерометром — производного ветра.

По спутниковым данным начнут оценивать и некоторые глубинные характеристики океана: апвеллинги (по сочетанию данных о температуре и цветности), глубину слоя скачка (по выходам внутренних волн).

Мезомасштабные «пятна» в океане. Слоистость вод океана обнаруживается почти повсеместно, но о его горизонтальных неоднородностях масштаба от сотен метров до десятков километров (мезопятнистости)



Ветеран российского научного флота — исследовательское судно «Витязь»

пока получены лишь самые первые данные. Один из яр-

Дно на южном склоне горы Эррор (Индийский океан), глубина 1050 м. Фораминиферовый песок, покрывающий осыпь из обломков лав. На твердом субстрате — кораллы, актинии, губки





В дальневосточном порту

ких примеров — обнаружение в Северной Атлантике на глубине около километра движущейся по течению и вращающейся линзы воды. Ее диаметр — 30 миль, температура на 4°C выше окружающей вод, соленость — 1%. Предполагают, что эта линза (она была зарегистрирована экспедицией «Мезополигон-85» Института океанологии РАН) отделилась от потока вод средиземноморского происхождения. Подобные линзы из-за обычной для океана слабости мелкомасштабного перемешивания могут существовать месяцами и даже дольше. Предполагается изучить их распространенность, масштабы, амплитуду аномалий, времена жизни, их гидродинамическую и биологическую роль (в том числе возможность биологической мезопатности, не связанной с гидрологической). В последние годы не-

однородности с вертикальными масштабами в метры и горизонтальными — в сотни метров регистрируются сканирующими зондами.

Банки океанологических данных. Первые их образцы — банки данных по одноградусным квадратам Национального Океанского и Атмосферного Агентства (НОАА) в США. Они содержат базы данных о рельефе дна и вертикальном распределении температуры и солености воды (гидрологических станциях) с возрастающим вкладом измерений с помощью бросаемых батитермографов (ББТ), в дальнейшем получают также данные о течениях, явлениях на поверхности воды (температура, волнение, льды и т. д.), а в некоторых банках — специальные данные о биогенных элементах, первичной продукции, промысловых стадах рыб, загрязнениях.

Вихреразрешающие модели океанов. Их создание возможно уже сегодня. Важный пример — вихреразрешающая модель всего Мирового океана с реальными берегами и рельефом дна с 20 уровнями по вертикали и горизонтальным

шагом в 30 км. Позднее предполагается довести модель до 240 уровней по вертикали и горизонтального шага 2 км. Представят интерес и отдельные модели трех тропических зон Земли: в Индийском океане — с описанием и прогнозом муссонных эффектов, в Тихом — с возможным выходом на прогнозы явления Эль-Ниньо у берегов Южной Америки. Увлекательной будет вихреразрешающая модель ЦАТ (Циркумполярного Антарктического течения), которая должна предсказывать не только меандрирование течения и рингообразование (отделение от него самостоятельного живущих колец — рингов), но и формирование многоструйности течения. Такие модели станут основой как океанологических прогнозов на несколько недель вперед, так и обобщения измерений по осуществляемым сейчас международным программам «ВОСЕ» и «ТОГА» (Земля и Вселенная, 1992, № 2, с. 55.— Ред.).

Модели колебаний климата. Расчеты на ЭВМ по полным трехмерным моделям климатической системы АОС (атмосфера—океан—суша) ближайших 10—20 лет будут возможны на сроки в несколько лет. Когда же появится возможность строить модели на сроки в десятилетия (времена реакции системы АОС на антропогенные воздействия), то они, несомненно, приобретут серьезное международное значение. Хочется надеяться, что в XXI в. модели АОС станут пригодными в качестве научной основы для долгосрочного прогноза погоды — на месяц и сезон. Сегодня такие прогнозы еще не имеют научной основы и во многих странах вообще не составляются. Составляются они, правда, в некоторых гидрометслужбах, но лишь по эм-

Обитаемый аппарат «Пайсис»
готов погрузиться на глубину

пирическим рецептам, к тому же плохо подтверждающимся.

В то же время расчеты колебаний климата на десятки и сотни лет предполагается производить с помощью упрощенных моделей АОС, зонально-осредненных и частично квазистационарных. Такие модели лежат в основе нескольких международных программ, в том числе и известной программы «Глобальные изменения» (Земля и Вселенная, 1987, № 6, с. 45.— Ред.). Будет также составлена и прогнозирована глобальная хронология климатических событий и трендов XX в. (программа «Климат века»).

Акустическая томография океана. Сейчас организуется международный эксперимент по акустическому просвечиванию Мирового океана с использованием шести 400-ваттных излучателей и 36 приемников звука. Цель эксперимента — сверхдальнее прослушивание источников звука и мониторинг климатического потепления глубинных слоев океана.

ГЕОЛОГИЯ

Картирование дна. С помощью гидролокаторов бокового обзора типа знаменитого английского аппарата «Глория», а также многолучевых эхолотов, обитаемых и необитаемых подводных аппаратов будут составлены подробные карты значительных по площади участков дна океанов и морей — их рельефа (в том числе всех каньонов), грунтов, био-



са. Американские океанологи, арендовав «Глорию», уже провели картирование всей своей 200-мильной зоны Тихого и Атлантического океана. Не обойтись без аналогичной работы и в России.

Специальное внимание планируется уделить картированию районов, перспективных на сульфидные ру-

ды, в том числе рифтовых зон срединно-океанских хребтов, особенно на их пересечениях с трансформными разломами.

Нефтегазоносность акваторий. Будет завершено прогнозирование нефтегазоносности всех акваторий Мирового океана (на основе мобилистской тектоники и палеогеодинамики), в перс-



Губка, прикрепленная к скальному обнажению Габбро-диабазов. Индийский океан, глубина 1450 м.

пективных акваториях — геофизическая разведка структур, которые могут быть коллекторами нефти и газа (разведка прежде всего с помощью непрерывного сейсмопрофилирования) и разведочное бурение наиболее перспективных структур. В нашей стране — это Баренцево море, где бурение уже ведется и где обнаружены богатые газовые месторождения, мелководная зона Карского моря, Берингово и, вероятно, Охотское моря, а также весь арктический шельф (Земля и Вселенная, 1991, № 1, с. 9.— Ред.).

Морская добыча нефти и газа существенно расширится, охватит новые акватории и большие глубины (на перспективных месторождениях она дойдет до глубины около 1 км). И хотя в США уже создан образец океанского донного завода для бурения и добычи нефти, все же более вероятно, что на этой глубине будут использовать надводные нефтедобывающие платформы, устанавливаемые на дно «на ногах». Подобная платформа уже работает в Калифорнии.

Установка и эксплуатация таких платформ потребует длительного пребывания под водой водолазов при давлениях до 100 атм. (сегодняшний рекорд, достигнутый в США — 68,5 атм.). Сотрудники Института океанологии РАН успешно провели эксперимент при 45 атм. в гелиево-кислородной атмосфере и 125 атм. в эквивалентной неоне-кислородной. Предполагается проверить возможность использования водородно-кислородной дыхательной смеси «Hydrox», или «Водород—Кислород» (она не взрывчата), если у нее не обнаружится вредного наркотического действия. Или гелиево-кислородной смеси с примесью азота «Тримикс», возможно,

в сочетании с механическими аппаратами искусственного дыхания (если подтвердится отсутствие у «Тримикса» вредных последствий).

Сульфидные руды. На некоторых участках рифтовых зон в океанах (сначала в Галапагосском рифте, Восточно-Тихоокеанском поднятии и на хребте Хуан де Фука) на глубинах около 3,5 км с помощью обитаемых подводных аппаратов обнаружены гидротермальные источники — «черные курильщики». Это подводные гейзеры с очень горячей водой и выпадающим из нее осадком с высокими концентрациями (до десятков процентов) сульфидов цинка, меди, кобальта, никеля и некоторых других металлов. В некоторых местах обнаружены залежи таких сульфидных руд довольно крупных запасов (сотни миллионов тонн). Расположенные на относительно умеренной глубине, они могут представлять большой промышленный интерес.

Однако оценить распространенность сульфидных руд путем их визуального обнаружения с подводных аппаратов полностью не удастся. Поэтому будет проводиться поиск гидрохимических шлейфов действующих гидротерм (хотя это еще далеко не сульфидные руды) буксируемыми датчиками ювенильных элементов (прежде всего — изотопов гелия). Это даст также возможность по-новому оценить роль подводного вулканизма в формировании гидрохимической структуры океана по сравнению с ролью стока в него крупных рек.

Добыча железо-марганцевых конкреций. Современная техника позволяет изготавливать оборудование для добычи железо-марганцевых конкреций со дна

океана (с глубины около 5 км), например, засасывающую гидравлику или донные буддозеры, загружающие замкнутую цепочку контейнеров. В ближайшие годы в каждой стране должны появиться надежные оценки экономичности такой добычи — капиталовложений, расходов на эксплуатацию и амортизацию оборудования, транспортировку и переработку руды с учетом и прогнозом мировых цен на извлекаемые металлы (медь, кобальт, никель, марганец). Предстоит детальное картирование и маркирование участков дна для промышленной добычи, наиболее подходящих в геологическом, океанологическом, метеорологическом и транспортном отношении. Сама добыча потребует непрерывного океанологического обслуживания и в то же самое время предоставит океанологам станции для непрерывных наблюдений.

Не менее важной задачей станет добыча железо-марганцевых корок с плосковершинных подводных гор — гайотов (глубина около 1,5 км). Втрое меньшая, чем в случае железо-марганцевых конкреций, глубина, конечно, должна сильно облегчить работы по добыче, а высокие концентрации кобальта понижают необходимые ее объемы. Зато особая твердость железо-марганцевых корок диктует специальные требования к горнодобывающему оборудованию. Это во многом относится и к добыче фосфоритов (например, в Японском море), где, наоборот, потребуются большие объемы добычи.

Палеоокеанология. Реконструкция расположения, формы, рельефа дна, условий среды, климата, биосферы, рудообразования палеоокеанов за последние 160 млн лет (возраст полосовых магнитных аномалий в современ-

Необитаемый аппарат «Звук-4М» для изучения морского дна

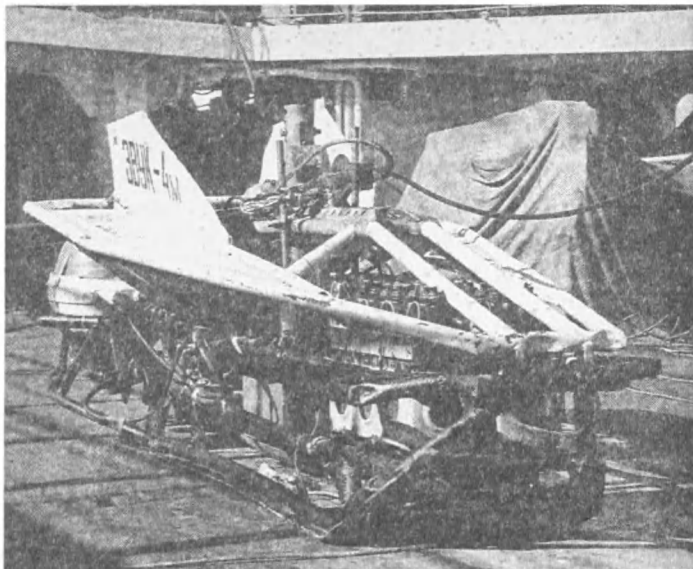
ных океанах) уже завершаются. Они уточняются с помощью новых данных глубоководного бурения дна океанов.

По материалам о палеонамагниченности континентальных пород, которые включают данные бурения и выводы о наступаниях и отступаниях моря, наконец, по результатам математического моделирования палеоклиматов составлены палеоокеанологические реконструкции на период до 670 млн лет. Первая глобальная реконструкция на период 1000—650 млн лет недавно выполнена в Институте океанологии РАН.

Движения в недрах Земли.

Измерения поля скоростей мантийной конвекции (10—20 см/год) позволили бы расшифровать конфигурацию конвективных ячеек мантии и, таким образом, полностью завершить построение теоретических и фактических основ тектоники литосферных плит. А это имело бы принципиальное значение для наук о Земле и вообще для планетологии. Сегодня к этой проблеме видны, как минимум, три подхода. Простейший из них — преимущественно океанологический метод: высокоточные спутниковые измерения крупномасштабных малоамплитудных гравитационных аномалий и фигуры Земли. Второй подход — сейсмическая томография глубинных недр. Третий — прямые лазерные измерения со спутников относительных горизонтальных перемещений литосферных плит.

Морской чертик, пойманный манипулятором подводного аппарата



БИОЛОГИЯ

Морское рыбоводство. Будет организован мониторинг (в том числе гидроакустический и спутниковый) ряда основных промысловых стад и популяций морской рыбы в Мировом океане — с использованием их математи-

ческих моделей или даже моделей экологических систем, включающих эти стада. В частности, разрабатываются методы прогноза ежегодного поступления молоди в эти стада, подсадки искусственно выращиваемой молоди (с использованием приемов генетики и селек-



ции), подкормки, борьбы с хищниками, заболеваниями и паразитами.

Используя математическую модель гидродинамики замкнутого или квази-замкнутого моря, учитывающую сток рек и взаимодействие с атмосферой (осадки, испарение, теплообмен, действие ветра) и увязывая все это с сезонностью, можно рассчитывать гидрохимические и гидробиологические процессы в море. А это позволит осуществлять полное управление рыбным хозяйством и другими работами. Сотрудники Ростовского университета уже составили такую модель для Азовского моря. Вполне возможна постановка подобной задачи и для Белого моря. Что же касается Черного, Балтийского и Японского морей, то здесь требуется кооперация всех стран, расположенных на побережьях этих морей, кооперация хотя бы пассивная, например, выдача нужной для модели информации. Для Черного моря представит интерес оценка варианта с регулированием водообмена через Босфор, для Балтийского и Японского потребуются прогнозы водообмена через проливы.

Планируется составить тематические модели пространственно - временных распределений основных биогенных элементов в Мировом океане (углерода, кислорода, кремния, азота и фосфора). Эти модели объяснят экстремумы в вертикальном распределении элементов и различия в этом отношении между океанами, а также найдут применение в прогнозировании первичной продукции, эффектов антропогенных воздействий (в том числе экспериментов по удобрению верхнего слоя океана в областях субтропических антициклонов — для исследования эволюции экосистем в искусственно со-

зданных благоприятных условиях) и в других задачах.

Марикультура. Предполагается расширить ассортимент, увеличить масштабы и усовершенствовать методы искусственного выращивания полезных морских организмов в прибрежных акваториях. Расширится выращивание и селекция организмов, вырабатывающих или осуществляющих биоконцентрирование лекарственных и других ценных веществ (по примеру выращивания японцами асцидий для концентрирования ванадия). Будет практиковаться в увеличивающихся масштабах выращивание макроводорослей (келп и др.) с плавающих оснований (морская гидропоника), возможно, с применением удобрений, прежде всего нитратов.

Биохимия морских организмов. Будут сформулированы первоочередные ключевые проблемы морской биохимии, в том числе, вероятно, изучение различных биохимических механизмов производства энергии (АТФ и его аналоги), усвоения кислорода (гемоглобин, гемоцианин, гемеритрин и т. п.), возможности бескислородной жизни (на хемосинтезе серобактериями), адаптации к высоким давлениям (специфические белки), реакции на различные загрязнения (как терпимость некоторых полихет к меди), биоконцентрирования, ускорения и замедления роста, в том числе деления клеток и возможности канцерогенеза, выделения карбонатных, кремниевых, хитиновых и других панцирей, скелетов и чешуи, производства ядов и т. п. В этой области можно ожидать многочисленные открытия.

Жизнь на хемосинтезе. Принципиальное значение может приобрести открытие в окрестностях глубоковод-

ных донных гидротерм — оазисов жизни без солнечного света, без фотосинтеза, с первичной продукцией бактерий, синтезирующих органику из углекислоты и растворенных сульфидов и с существующими на этой базе крупными животными (моллюсками, погонофорами, креветками). В связи с этим напрашиваются два вывода. Во-первых, необходимость поиска таких или аналогичных экосистем в окрестностях не только горячих гидротерм, но и холодноводных донных источников — сипингов, и в областях сероводородного заражения (например, в Черном море). Во-вторых, возможность радикального пересмотра нынешних представлений о происхождении и эволюции жизни: она могла начаться не с сине-зеленых водорослей, а с хемосинтезирующих бактерий, причем животные, даже крупные, могли появиться в бескислородной среде, а значит, намного раньше, чем считается теперь.

Язык дельфинов. Ожидается, что будет решена проблема коммуникации с дельфинами на их языке. И это не только магнитофонная запись звуковых и ультразвуковых сигналов, их сопоставление с поведением дельфинов и восприятием по мере необходимости. Желательно методами структурной лингвистики расчленять сигналы на элементы (фонемы), различающиеся, например, по спектральному составу — по основным тонам и тембру, длительности и интенсивности, приписать им символы (буквы), раскодировать последовательности символов (слова и фразы) и синтезировать фонемы, слова и фразы по их записи буквами.

Такая задача родственна обучению компьютеров записывать буквами челове-

ческую речь (печатание под диктовку) и воспроизводить ее по письменному тексту (чтение вслух), а также расшифровке письменности древних погибших цивилизаций и создание письменности для народностей, не имеющих ее.

ОКЕАНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Программы океанологического приборостроения детально проработаны, и их издание потребовало бы отдельной большой статьи. Поэтому мы ограничимся здесь лишь несколькими важными примерами.

Приборы для картирования дна и работ на дне. Предполагается, что все научно-исследовательские суда будут оборудованы усовер-

шенствованными локаторами бокового обзора, многолучевыми эхолотами, плавающими у дна телефотоаппаратами. Большое достижение в этой области — плавающий у дна необитаемый телеаппарат Вудсхолского института (США). Он привязан ко дну с точностью в 1 см, питается электроэнергией и управляется с судна и передает на него телеизображения по кабелю и через спутник связи — непосредственно в институт, откуда тоже можно осуществлять управление. Упомянем также обитаемые и автономные автоматические (в том числе ползающие) подводные аппараты, рассчитанные на глубину 4 и 6 км.

Крупносерийные гидрофизические зонды — бро-

саемые зонды для измерения температуры (или скорости звука) и электропроводности с передачей информации по обрывной проволоке или гидроакустическому каналу.

Приборы для измерения течений на новых принципах, среди них поплавки нейтральной плавучести с гидроакустическим прослеживанием, акустические скаттерометры с базой на корпусе судна или на паре судно — акустический буй.

Автономные донные станции различного назначения — сейсмические, магреографы и т. п. с долгосрочными регистраторами и энергетикой (особенно нужны долгодействующие аккумуляторы).

Информация

За Плутоном еще небесные тела

Среди специалистов давно распространено мнение, что кометы приходят к нам из отдаленных областей Солнечной системы. Моделирование подобных процессов показало: короткопериодические кометы, включая комету Галлея, появляются из зоны, именуемой поясом Койпера, лежащей непосредственно за орбитой Плутона. Однако все это до сих пор было только теоретическими выкладками. Теперь они получили подтверждение.

Астроном Д. Джойт из Университета штата Гавайи (США) и его коллега Д. Луу из Университета штата Калифорния (США) изучили изображения звездного неба, полученные 30,

31 августа и 1 сентября 1992 г. на 2,2-метровом телескопе, принадлежащем Гавайскому университету, расположенному на горе Мауна-Кеа. Еще в 1987 г. эти ученые начали поиск слабо светящихся объектов во внешней части Солнечной системы.

Теперь им удалось не только обнаружить такой чрезвычайно тусклый объект, движущийся весьма медленно, но и вычислить расстояние до него и его размеры. Оказалось, что это — неизвестное донные небесное тело диаметром около 200 км, находящееся за орбитой Плутона. Оно, по-видимому, наполовину состоит из льда. Возможно, что Плутон и его Спутник Харон представляют собою объекты того же типа, но только более крупные, а кометы, составляющие пояс Койпера, — более мелкие.

Ранее астрономы уже открыли два небесных тела примерно таких же размеров, но подходящих к Солнцу значительно ближе. Это кометообразный Хирон, обнаруженный в 1977 г., чья орбита пролегает между Сатурном и Ураном, и открытый в январе 1992 г. Фолус, проходящий между Сатурном и Нептуном.

Новичок (пока еще безымянный) находится на полустабильной орбите в поясе Койпера, то есть там же, где он, очевидно, сформировался. Что же касается его «старшего коллеги» Хирона, то гравитационное взаимодействие, вероятнее всего с Нептуном, сместило его ближе к Солнцу, что произошло несколько миллионов лет назад.

Скорее всего, Фолус с его более удаленной от светила орбитой претерпел аналогичное перемещение к центру системы в более близкие к нам времена. Д. Джойт полагает, что Хирон и Фолус являются наиболее крупными представителями целого класса небесных тел, постепенно проникающих из пояса Койпера в средние области Солнечной системы.

Видный специалист по малым небесным телам Б. Марсден из Гарвардско-Смитсоновской астрофизической обсерватории (США) считает данное открытие подтверждением гипотез о существовании ледяных тел, обращающихся в удаленных областях Солнечной системы.

New Scientist, 1992, 135, 1840



«Марс Обсервер»: возвращение к Красной Планете

АРДЕН Л. АЛБИ,
профессор
Калифорнийский Технологический Институт США

15 лет назад два американских космических аппарата «Викинг» достигли окрестностей Марса (Земля и Вселенная, 19, с.) и, перейдя на орбиту вокруг планеты, начали самую полную в истории космонавтики программу ее изучения. Данные этих четырехлетних исследований до сих пор обрабатываются американскими специалистами, и до конца этой работы еще далеко. Тем не менее, ученые планируют новые и новые проекты. 25 сентября



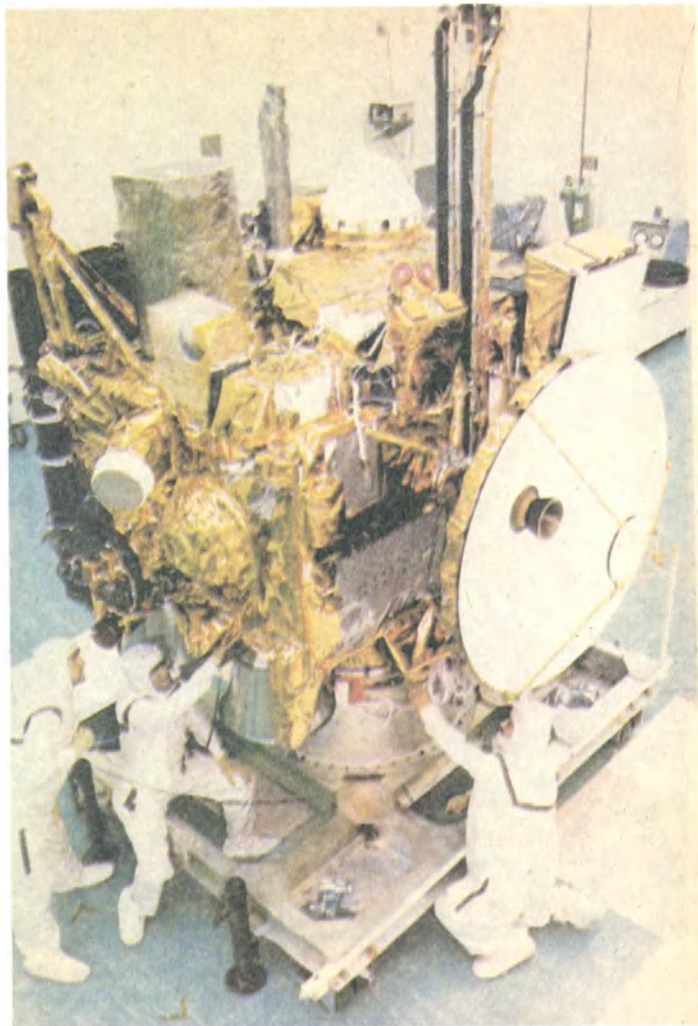
1992 г. в США запущен «Наблюдатель Марса» — «Mars Observer», предназначенный для дистанционных наблюдений планеты.

В 1994 г. в России стартует «Марс-94», в программу которого войдут не только наблюдения с орбиты, но и конкретные измерения на поверхности Марса, и запуск воздушных шаров в его атмосфере. Что еще рассчитывают узнать ученые! Рассказывает об этом научный координатор проекта «Марс Обсервер».

МАРС. ИМЕЮЩИЕСЯ ДАННЫЕ И ПРОБЛЕМЫ

Марс — наиболее тщательно изученная, за исключением Земли, планета Солнечной системы. Более 20 космических аппаратов было направлено к нему, причем последние из них — советские станции «Фобос-2» — достигли планеты в 1989 г. Основной целью всех этих исследований было получение данных, которые помогли бы понять происхождение и эволюцию Марса и сравнить ее с историей ближайших соседей планеты — Землей и Венерой. Перечисленные планеты, принадлежащие к земной группе, сформировались в одной области Солнечной системы в одно и то же время, но затем в своем развитии прошли весьма различные пути. И теперь, например, атмосферное давление у поверхности Венеры в 90 раз больше, чем у поверхности Земли, а у Марса не достигает и сотой доли этого значения. В атмосферах и Венеры, и Марса преобладает углекислый газ, делая их особенно интересными, ведь этот газ часто связывают с изменением климата Земли.

Хотя марсианская атмосфера более разрежена по сравнению с земной, она все же содержит вполне измеримое количество водяных паров. Временами относительная влажность здесь достигает 100 %, что приводит к появлению водяных облаков, туманов и инея вдобавок к тем же образованиям из углекислого газа. И все же в настоящее время на Марсе не идут дожди, поскольку атмосферное давление слишком низко и вода не может оставаться в жидком состоянии. Известно, что помимо водяного пара в атмосфере вода на Марсе существует и в обширной постоянной

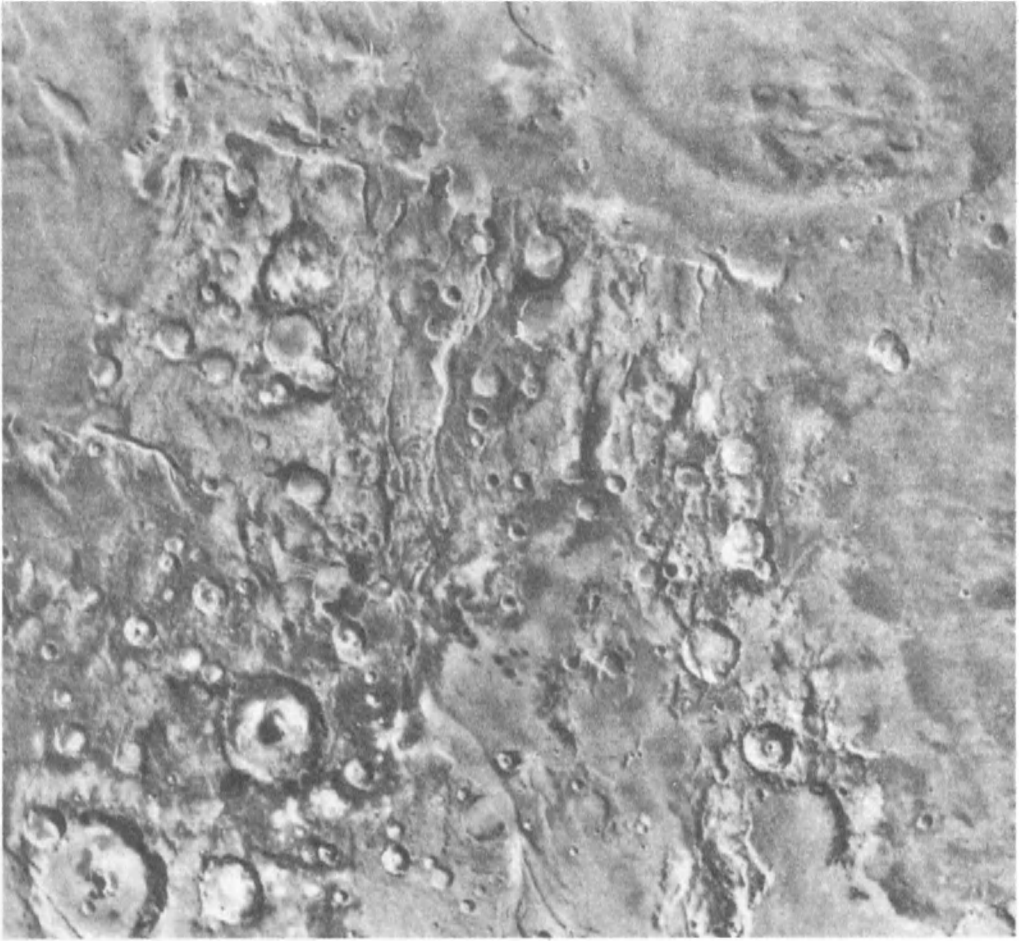


северной полярной шапке. Нужно отметить, что меньшая по размерам постоянная южная полярная шапка даже в летний период в южном полушарии покрыта инеем из углекислоты и не может быть источником воды, наблюдающейся в атмосфере. В известном смысле, мы можем говорить об атмосферах Венеры, Земли и Марса как о необъятных лабораториях, где можно наблюдать результаты естественных атмосферных экспериментов.

Существуют веские доказательства (в основном это

Последние приготовления КА «Марс Обсервер» к установке на ракету-носитель. Космический центр им. Кеннеди, Флорида, США

открытие очень крупных каналов, как бы вырытых бурными потоками, или слабо связанных между собой сетей из «дренажных каналов») того, что вода присутствовала в марсианской атмосфере в прошлом. Что же случилось с ней затем? Некоторые соображения да-



На этом мозаичном изображении, поступившем с борта КА «Викинг», хорошо заметно различие между сильно кратерированными нагорьями (вверху слева) южного полушария и северными равнинами (справа). В центре видна Долина Мангалы (Mangala Vallis), возможно, образованная потоками некогда существовавшей на Марсе воды. Размер снимка примерно 1000×1000 км, координаты его центра — 6° ю. ш. и 150° з. д.

ют основания полагать, что часть находится под поверхностью планеты в замерзшем состоянии и сейчас, тогда как остальная в виде пара была унесена из атмосферы в процессе ее эро-

зии солнечным ветром. Выяснить историю существования воды на Марсе — одна из основных задач проекта «Марс Обсервер». Если удастся понять поведение атмосферы в настоящее время, мы сможем более уверенно экстраполировать его на прошлое, чтобы разобраться в том, какие же условия царили на Марсе в предыдущие эпохи.

Разреженность марсианской атмосферы — большое преимущество для множества экспериментов по дистанционному зондированию планеты, поскольку не возникает никаких препятствий при наблюдении ее поверхности с орбиты. Эта разре-

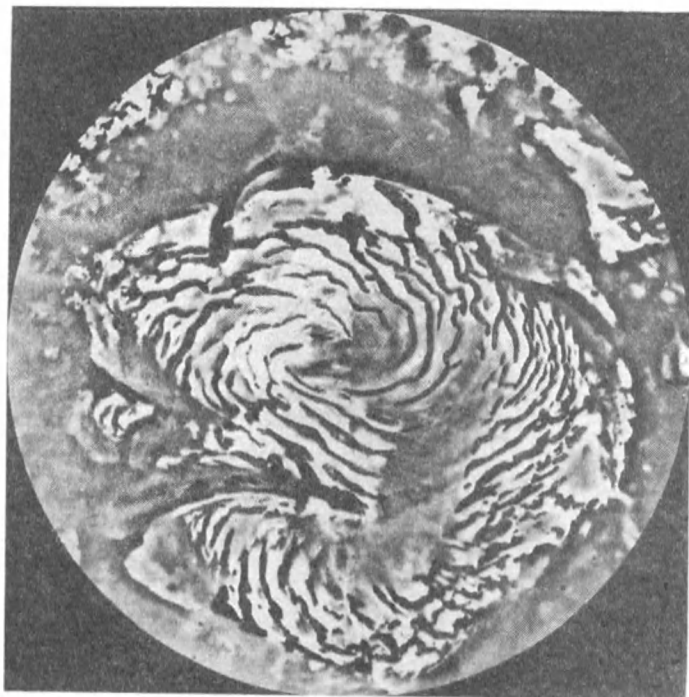
женность даже дает некоторые преимущества при таких измерениях как гамма-спектроскопия, невозможная на земной орбите из-за поглощения гамма-лучей более плотной земной атмосферой. К счастью, измерение свойств поверхности можно выполнять с орбиты, поскольку, хотя Марс и меньше Земли, площадь его поверхности (144×10^6 км²) приближается к площади целого земного континента. В течение долгого времени данные, полученные дистанционно, видимо, будут оставаться единственной информацией о многих регионах Марса.

Поскольку часть поверх-

ности планеты сильно кра-терирована, напоминая лун-ную (и сохраняет наглядную информацию о процессах, последовавших за периодом ее ранней бомбардировки, последовавшей за формиро-ванием планеты около 4 млрд лет назад), ее изу-чение очень важно для пони-мания эволюции планет зем-ной группы. На Земле же следы этой ранней бомбар-дировки или уничтожены, или сильно изменены. Обра-зование морского дна и по-следующие тектонические изменения разрушили боль-шую часть следов ранней океанической коры Земли, а эрозия континентов значи-тельно помогла этому. Тек-тоника коры, похоже, совсем отсутствует на Марсе и по-этому эрозионные процессы здесь гораздо менее эффек-тивны. Таким образом, ис-следование эволюции Марса позволит более уверенно за-глянуть в раннюю историю Земли.

КЛЮЧЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТА

Проект «Марс Обсервер» основан на ряде новшеств, касающихся самого косми-ческого аппарата и его на-учной программы. Орбита аппарата подобна орбитам спутников «Лэндсат», «Спот» и «НОАА», ведущих наблю-дения с Земли. Низкая, почти круговая, полярная и солнечно-синхронная, она позволяет значитель-но расширить возможность съемки. Небольшая вы-сота полета (400 ± 25 км) поможет достичь высокого пространственного разреше-ния и хорошего отношения сигнал/шум. Близкая к кру-говой орбита (эксцентриситет меньше 0,01) — почти рав-номерного пространствен-ного разрешения на всех широтах и долготах. Околополярная ($i=93^\circ$) орбита даст возможность наблюдать все широты и долготы планеты



и явится основным условием для проведения глобального картографирования, а солнечно-синхронная — повто-рять наблюдения при одних и тех же условиях освещенности поверхности (положение Солнца при этом в снимаемой точке соответ-ствует 14 ч местного времени). Эта орбита также удобна, когда для охлаждения при-емников требуется работа радиаторов. Период буду-щей орбиты КА составит 118 мин. Она обеспечит двукратную съемку 13-ти долгот Марса за марсиан-ские сутки и строится таким образом, что ее проекция на поверхности планеты (трасса) не будет повто-ряться от витка к витку. Это позволит произвести съемку всей планеты. Трас-сы, почти повторяясь с 7- и 26-дневными интервалами, обеспечат однородное по-крытие съемкой всей пла-неты через эти интервалы. Через один марсианский год среднее расстояние между

На этом изображении, также переданном «Викингом», — область северного полюса Марса. Остатки полярной шапки покрыты слоями отложений, а более темная область, окружающая ее, — песчаные дюны. Диаметр изображения — 1500 км

снятыми полосами на эква-торе планеты составит око-ло трех километров.

С конца 1993 г. аппарат будет постоянно ориенти-рован на точку надира (т. е. находящуюся прямо под ним по направлению к центру масс планеты). Это можно сделать, придав аппарату вращение с периодом, рав-ным периоду обращения вокруг планеты. Таким обра-зом, его приборам пред-стоит «смотреть» всегда в одном направлении — к по-верхности планеты. Подоб-ная ориентация сохранится до окончания полного цикла картографирования, т. е. один марсианский год. Все данные, получаемые от при-боров, запишутся бортовыми



Снимок сделан с борта орбитального отсека КА «Викинг» и показывает облака в атмосфере Марса. Приборы на борту КА «Марс Обсервер» будут наблюдать лимб Марса каждые утро и вечер

магнитофонами, а «сброс» на Землю записанной информации будет производиться ежедневно. Данные же экспериментов, ведущихся в режиме скоростной передачи информации, будут передаваться в реальном масштабе времени. В тех исследованиях, где требуется вести наблюдения одновременно в нескольких направлениях, таких, например, как зондирование атмосферы, когда нужно «смотреть» и в надир, и на лимб планеты, предусмотрено применение движущихся электронных или механических зеркал.

Масса научных приборов на борту составит 150 кг,

а мощность в сети научных приборов — 121 Вт. Постоянный уровень мощности поддержат с помощью солнечных батарей и аккумуляторов в течение всего времени картографирования планеты. Скорость передачи записанной информации зависит от расстояния между Землей и Марсом: во время наибольшего расстояния она составит лишь $3,5 \times 10^8$ бит/сут, во время же максимального сближения достигнет $1,4 \times 10^9$ бит/сут.

Каждый из экспериментов управляется микропроцессором, входящим в состав аппаратуры. Весь долгий срок реализации проекта разработчики смогут «командовать» своими приборами дистанционно через центр управления в Лаборатории Реактивного Движения (ЛРД) и через «Сеть дальнего космоса» NASA, оставаясь в своих институтах. Тем же путем данные, получаемые от КА, будут на-

правляться из ЛРД их разработчикам. Собрав вместе разнообразные факторы, касающиеся и орбиты аппарата, и приборов, и проблем управления ими, можно максимально расширить возможности этого скромного (по размерам финансирования) проекта.

Из пяти основных научных целей проекта «Марс Обсервер» три относятся к «гео-наукам», т. е. проведению измерений (гравитационных и магнитных) поверхности и недр, а две посвящены климатическим и атмосферным исследованиям, включающим в себя измерения параметров атмосферы и поверхности планеты. В итоге эти цели оказались такими:

- определить в глобальном масштабе элементарный и минералогический состав поверхностных материалов;
- изучить топографию и гравитационное поле планеты;

- установить природу ее магнитного поля;

- определить время и пространство распределения, насыщенность, источники и оседание летучего материала и пыли в течение всего сезонного цикла;
- исследовать структуру и циркуляцию атмосферы.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ И ПРИБОРНОЕ ОСНАЩЕНИЕ

Каждый из семи экспериментов, отобранных для проекта, направлен на решение одной или нескольких научных задач. Диапазон всех научных приборов вместе перекрывает большую часть электромагнитного спектра, а сами приборы регистрируют разнообразные физические процессы. Помимо высокого спектрального разрешения они обладают и широкими полосами пропускания при различном пространственном разрешении.

Гамма-спектрометр GRS (разработчик В. Бойнтон и

др.) сможет фиксировать гамма-излучение, возникающее под марсианской поверхностью и вблизи нее. Высокоэнергичные фотоны этого излучения образуются в процессе естественного распада радиоактивных элементов или же порождаются космическими лучами, взаимодействующими с атомами атмосферы и поверхности. GRS измерит распределение энергии фотонов, а ученые, участвующие в эксперименте, используя полученную информацию, смогут установить количество каждого из элементов в поверхностном материале. В верхнем слое поверхности (порядка метра) предстоит измерить содержание калия, урана, тория, кальция, магния, алюминия, железа и некоторых других. Хотя пространственное разрешение при этом не будет высоким (около 300 км для большинства элементов), гамма-исследования — единственный доступный способ дистанционно определить состав поверхностных пород. В прибор также входит нейтронный спектрометр для измерения интенсивности потока термализованных и нетермализованных нейтронов. В соединении с гамма-спектроскопией эти измерения дадут информацию о распределении углерода и водорода в верхнем слое поверхности. Прибором GRS можно будет получать и гамма-спектры космических источников, если поток гамма-излучения от них достигнет регистрируемого уровня. Используя одновременные измерения гамма-детекторами, расположенными в других частях Солнечной системы, методом триангуляции будет фиксироваться расположение этих гамма-вспышек на небесной сфере.

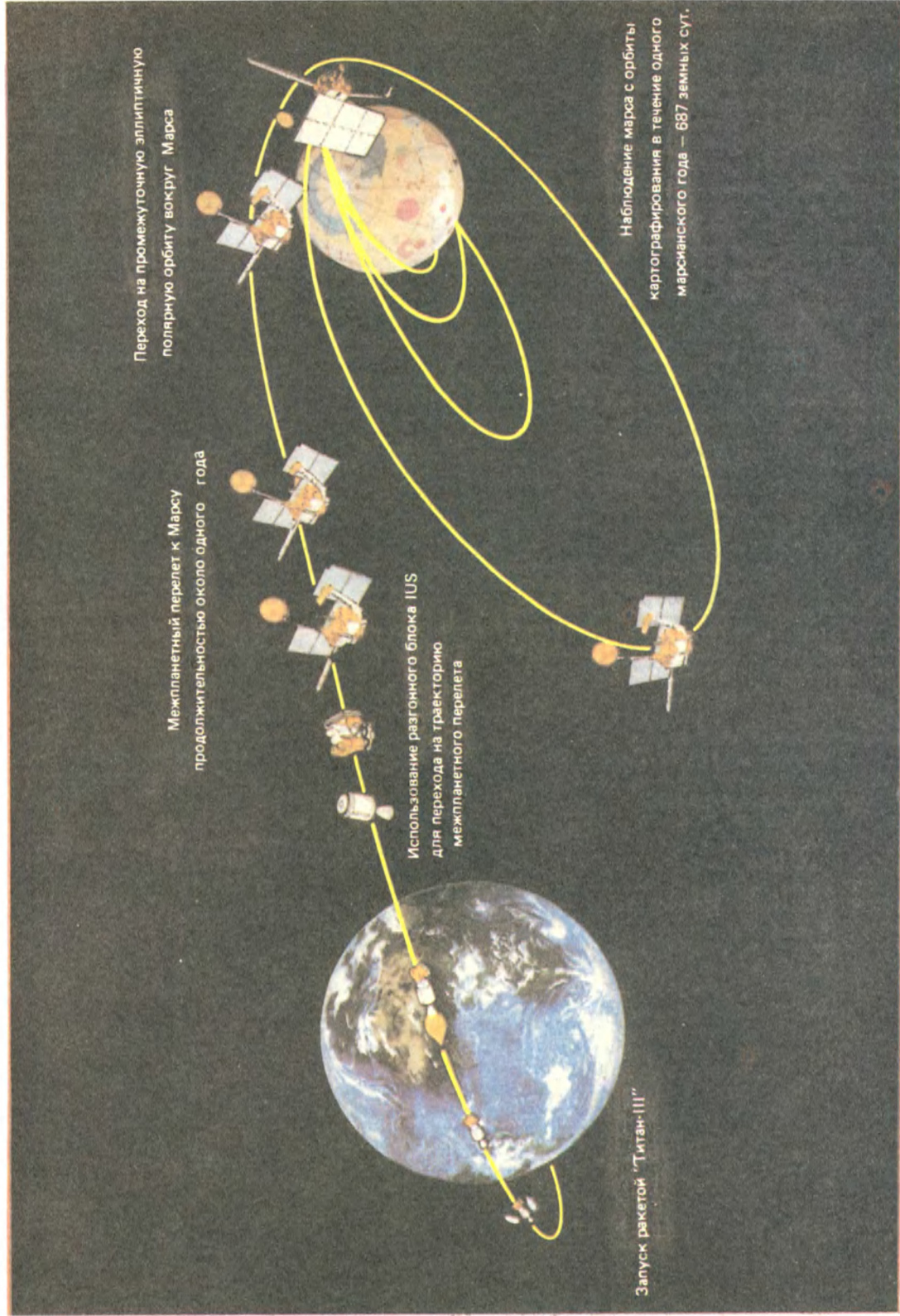
Магнитометр электронный рефлектометр (MAG/ER, разработчик А. Акуна), установленный на шестимет-

ровой штанге, позволит обнаружить присутствие и глобального, и локальных магнитных полей Марса. Сейчас эта планета — единственная в Солнечной системе (за исключением Плутона, о котором почти ничего не известно), у которой не установлено наличие магнитного поля. Магнитометр (MAG) способен определить наличие этого поля непосредственно, а рефлектометр (ER) во взаимодействии с ним позволит получить представление о напряженности, причем в областях атмосферы, находящихся ближе к поверхности планеты. Предшествующие исследования Марса показали, что если магнитное поле и присутствует, то оно очень слабое. Это же подтверждено результатами самой последней экспедиции к Марсу — проекта «Фобос» в 1989 г. Задача группы, отвечающей за MAG/ER, состоит в выявлении среди множества природных процессов тех, которые могли бы порождать магнитное поле, а затем выявить среди них тот, который в действительности отвечал бы за это. Основной проблемой здесь станет выделение среди всего массива наблюдательных данных той его части, которая появится в результате воздействия статических и переменных полей, связанных с самим КА.

Камера для наблюдений Марса (Mars Observer Camera, МОС, разработчик М. Малин и др.). Она состоит из двух широкоугольных систем, которые могут фотографировать планету от лимба до димба, и одной с малым полем зрения (1,4 м в элементе разрешения). Широкоугольные камеры получат изображения всей планеты для регистрации погоды. Эти снимки впервые дадут возможность объективно день за днем оце-

нивать атмосферные явления. Например, обрабатывая статистическую информацию (в зависимости от широты, долготы и времени года), изучать локальные пылевые бури. Это позволит, наконец, оценить их роль в процессе образования подобных явлений глобального масштаба, если, конечно, таковые произойдут за время работы «Марс Обсервера». Эти камеры также передадут на Землю изображения с умеренным (300 м в элементе) разрешением, которые получат путем выделения только центральной части широкоугольных (эта операция будет проводиться на борту аппарата). Система предназначена для передачи выборочных фрагментов изображений тех областей, которые могут оказаться важными при решении ключевых проблем. Даже несмотря на то, что эти данные планируют «сжимать» для передачи, в таком режиме можно изучить лишь несколько десятых процента марсианской поверхности. Поэтому при выборе целей съемки в этом режиме объекты станут определяться с большой разборчивостью. Снимки с очень высоким разрешением — самый критичный способ проверки идей, касающихся изменений климата планеты. Существующие версии о том, что поверхность Марса в ее настоящем виде сформирована водой или очень крупными ледниками, можно проверить путем поиска мелкокомасштабных образований, обычно сопровождающих эти процессы.

Инфракрасный радиометр, работающий на модуляции давления (Pressure Modulator Infrared Radiometer, PMIRR, разработчик Д. Макклиз и др.) передаст данные о структуре и динамике атмосферы, изучая лимб Марса в инфракрас-



Переход на промежуточную эллиптическую полярную орбиту вокруг Марса

Межпланетный перелет к Марсу продолжительностью около одного года

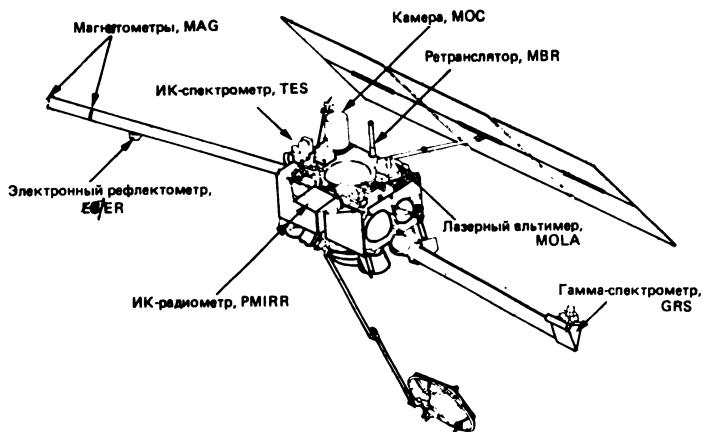
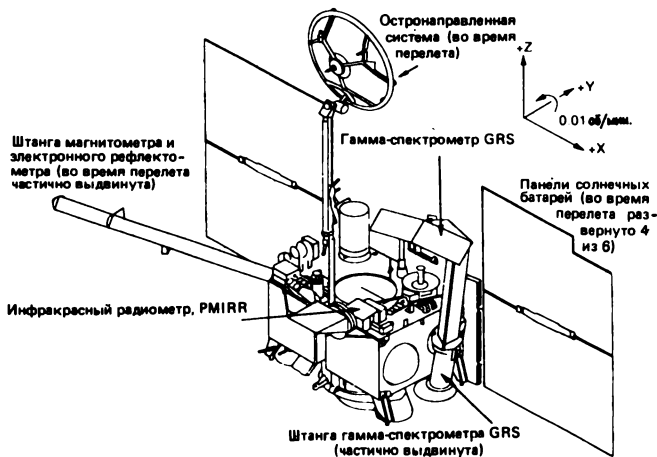
Использование разгонного блока ИУС для перехода на траекторию межпланетного перелета

Наблюдение Марса с орбиты картографирования в течение одного марсианского года — 687 земных суток.

Запуск ракетой "Титан-III"

ной области спектра. Этому прибору предстоит зондировать атмосферу, получая высотные профили температуры, давления, насыщенности водяными парами, запыленности и структуры облачности. Эти данные будут использованы группой PMIRR» для изучения структуры и циркуляции атмосферы в зависимости от широты, долготы, времени года и высоты над поверхностью. Радиометр может также работать в режиме «зондирования точки надира» для изучения не только атмосферы в этом направлении, но и поверхности планеты. Выбранные для наблюдений длины волн вполне способны обеспечить весь необходимый для исследований диапазон, включая как отраженное от поверхности солнечное, так и собственное излучение планеты.

Лазерный высотометр «Марс Обсервера» (Mars Observer Laser Altimeter, MOLA, разработчик М. Зубер и др.) работает, излучая импульсы в инфракрасном диапазоне, на длине волны 1,06 мкм. Приняв отраженный от поверхности сигнал и измерив время его прохождения до нее и обратно, можно определить расстояние от КА до поверхности с точностью в несколько метров. Вычтя это значение из расстояния до центра планеты, известного по результатам моделирования орбиты, группа MOLA сможет воссоздать глобальный облик топографии планеты. Импульсы лазера будут излучаться с частотой 10 раз в секунду, а пучок осветит на поверхности область диаметром около 100 м. Хотя топография — это основа для изучения и понимания

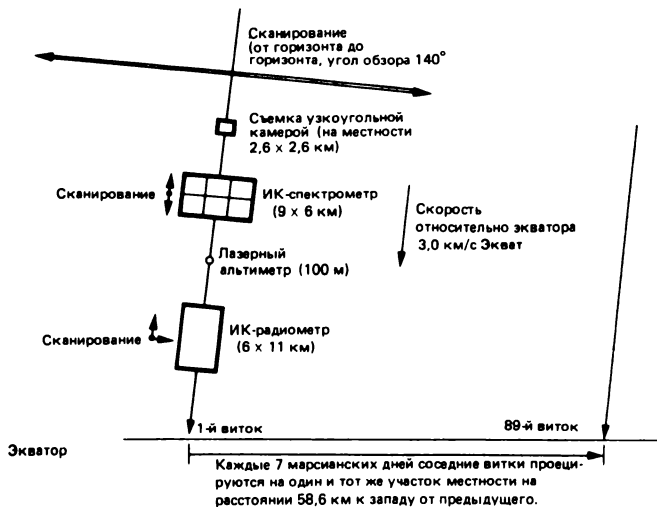


геофизики и геологии планеты, точность сведений в этой области не превышает одного километра на большей части поверхности. Данные об отражательной способности поверхности на длине волны 1,06 мкм во всех 6×10^8 точках измерения станут побочным продуктом этой работы.

Радиокomплекс (Radio Science, RS, разработчик Дж. Тайлер). Разработавшая эти приборы научная группа эксперимента планирует использовать высокостабильный осциллятор, систему те-

ле- и радиосвязи аппарата и оборудование наземных приемных станций для зондирования атмосферы и гравитационного поля Марса. Тщательно фиксируя измене-

Схема полета КА «Марс Обсервер»



Проекции полей зрения различных приборов «Марс Обсервер» на поверхности планеты. Слегка наклонные вертикальные линии — трассы КА на поверхности Марса

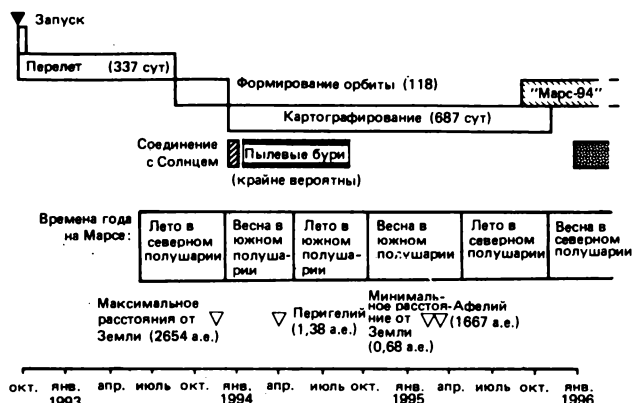
тепловой инфракрасной области электромагнитного спектра. Природа излучения марсианской поверхности в этом диапазоне зависит от температуры поверхности, ее минералогического состава и других факторов. Участники программы «TES» собираются использовать майкельсоновскую интерферометрию в диапазоне 6—50 мкм для создания карты термальных и минералогических образований на поверхности. Прибор также позволит получить данные об образованиях в марсианской атмосфере, включая облака различных типов (из углекислого газа и водяного льда) и запыленности. TES — это третий из экспериментов (после PMIR и RS), который сможет поставлять информацию об атмосфере Марса. Разница в их результатах поможет сравнить между собой методы получения информации разными способами, не говоря уже о том, что значительно повысится точность данных. В эксперименте TES решено применить матрицу размером 3×2 детектора, которые будут работать во всем диапазоне используемых длин волн. Пространственное разрешение каждого из детекторов — 3 км и за время осуществления проекта вполне возможно картографировать всю поверхность

ния частоты радиосигнала, поступающего от аппарата во время его движения вокруг Марса, можно определить влияние гравитационного поля планеты на скорость движения КА. Орбита, пролетающая над полюсами, и низкая высота полета аппарата над поверхностью позволят значительно улучшить наши знания о гравитационном поле Марса. Фиксируя моменты «затмений» аппарата Марсом, можно будет точно измерить радиус планеты, получая при этом независимые данные о ее форме. Регистрируя же изменения мощности сигнала

перед «затмением», можно очень высоким вертикальным разрешением построить высотные профили температуры и давления в атмосфере.

В дополнение к этим задачам во время перелета к Марсу можно попытаться провести поиск гравитационных волн в Солнечной системе, начатые с помощью КА «Галилео» и «Улисс».

Спектрометр теплового излучения (Thermal Emission Spectrometer, TES, разработчик Ф. Кристенсен и др.), способен регистрировать излучение преимущественно в



Циклограмма работы КА «Марс Обсервер»

планеты. Подобно прибору PMIRR, TES проведет измерения в самом широком диапазоне длин волн, что может быть особенно интересно для изучения полярных областей.

Ретранслятор марсианского воздушного шара (Mars Balloon Relay, MBR). В дополнение к перечисленным семи приборам, «Марс Обсервер» несет еще одно, восьмое устройство, установленное Французским национальным центром космических исследований (CNES). Центр будет участвовать в исследованиях Марса с помощью пенетраторов и марсоходов, предусмотренных программой российской экспедиции «Марс-94».

Основное оборудование этой программы — приемопередатчик, работающий на частоте 400 МГц. Приемники, установленные на находящихся на поверхности Марса станциях проекта «Марс-94», будут непрерывно работать на этой же частоте. Когда мощность сигнала с борта «Обсерве-

ра» достигнет порогового значения, показывающего, что КА достаточно близок, чтобы начать прием данных, передатчик наземной станции начнет трансляцию научной информации на борт «Обсервера». Передача продолжится до тех пор, пока КА снова не удалится. Принятая информация останется на борту КА (записанной на жестком носителе), пока не поступит команда о ее передаче на Землю. Хотя такое использование «Марс Обсервера» позволит увеличить поток информации, передаваемой с находящихся на поверхности станций, все же основная часть данных, конечно, будет транслироваться через орбитальный аппарат «Марс-94».

ОРГАНИЗАЦИЯ И НАУЧНЫЙ ПЕРСОНАЛ

Проект «Марс Обсервер» разработан для NASA Лабораторией реактивного движения. Исследовательский центр NASA им. Льюиса по контракту с фирмой

«Мартин—Мариетта» произвел запуск РН «Титан III». Центр космических полетов NASA им. Маршалла предоставил верхнюю ступень, построенную «Астронавтической группой» «Мартин—Мариетты». Космический аппарат подготовлен «Астрокосмическим отделением» фирмы «Дженерал Электрик», а сборка научной аппаратуры на КА произведена в июле 1991 — мае 1992.

Семь групп ученых (по каждому из экспериментов) и пять т. н. междисциплинарных экспертов были отобраны из большого числа желающих после объявления NASA об этой возможности в 1985 г. Первоначально в них вошли одиннадцать российских специалистов, а в феврале 1992 еще 32 стали участниками. Общее число специалистов, отобранных NASA, превышает сто человек.

Перевод с английского
А. Ю. Остапенко

Информация

Искусственные кольца Земли и опасность засорения

Американский исследователь М. А. Морено из Лос-Анджелеского технического колледжа провел тщательное исследование засоренности околоземного пространства остатками тел искусственного происхождения (по-

следние ступени ракет, баки с топливом и т. д.). Согласно Морено, Земля окружена тремя кольцами искусственного происхождения на расстояниях 875, 1500 и 3600 км. Всего вокруг Земли обращается сейчас около 60 тыс. объектов размерами от 1 до 10 см и 8 тыс. объектов, размеры которых превышают 10 см. При их взаимных столкновениях крупные объекты дробятся на мелкие.

Если в околоземное пространство будут запускаться 500 или более искусственных спутников ежегодно, число фрагментов начнет расти экспоненциально, так что получится своеобразная цепная реакция. Рост числа обломков «космического мусора» может представить серьезную угро-

зу для обитаемых орбитальных станций. Через 30 лет при существующих темпах космических запусков число объектов «мусора» возрастет до 30 млн. В расчете на один активный спутник катастрофические столкновения будут происходить с частотой один раз в 4 года.

Чтобы избежать дальнейшего засорения ближнего космоса, Морено предлагает снабжать последние ступени ракет и топливные баки специальными тормозными парашютами или ретроракетами, которые заставляли бы их входить в плотные слои атмосферы и там сгорать.

Transactions of American Geophysical Union, 1992, 27, 73

Радиоактивные могильники в Карском море

Н. А. АЙБУЛАТОВ,
доктор географических наук
Институт океанологии РАН

Радиоактивность морей за последние десятилетия заметно возросла. Главные причины — испытания ядерного оружия, сброс радиоактивных отходов (РАО) атомными станциями (включая аварии на АЭС Тримайль Айленд в США и Чернобыльской на Украине) и заводами, перерабатывающими ядерное топливо, а также аварии на судах и самолетах с атомными энергетическими установками или ядерным оружием и захоронение РАО в морской среде. Особую тревогу вызывает сейчас радиоактивное загрязнение Баренцева и Карского морей, омывающих северные берега нашей страны. Каков масштаб этого загрязнения и чем оно вызвано!

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДАМПИНГ

Существенное радиоактивное загрязнение в океане создает дампинг (захоронение) РАО непосредственно в толще воды или на дне. Радиоактивные отходы сброшены в 50 местах Северной Атлантики и Тихого океана (морской дампинг начался в



1946 г. и был остановлен международным мораторием лишь в 1983 г.). По оценкам Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), суммарная радиоактивность морей составляет 46 ПБк, или 1,24 МККи (1 ПБк (пентабеккерель) = $1 \cdot 10^{15}$ Бк = 27 000 Ки (кюри).

Общий список радиоактивных сбросов включает некоторые неупакованные твердые сбросы и жидкие стоки, распространившиеся в море еще в 50—60 гг. Из этого списка 98 % падают на γ - и β -излучающие изотопы.

Заметим, что оценки МАГАТЭ не принимают во внимание дампинг в море,

осуществляемый в бывшем СССР.

Радиоактивные материалы (без учета сбросов СССР) распространены в четырех океанах Земли: 0,55 ПБк дают отходы, сконцентрированные в 16 местах северо-восточной части Тихого океана и у западной побережья Северной Америки; 2,94 ПБк — в 11 местах северо-западной Атлантики и Мексиканского залива; 42,31 ПБк — в 15 местах северо-восточной Атлантики; 0,002 ПБк — в 5 местах в западной части Тихого океана, вблизи Японии и Новой Зеландии.

Наибольшая доля дампинга РАО в море принадлежит Великобритании. В Северной Атлантике она составляет 77,5 % от всех сброшенных отходов. Радиоактивный «вклад» этой страны в морскую среду — 35 ПБк. Дампинг Швейцарии — 10 % от общего дампинга, США — 7,6 %, Бельгии — 4,6 %, Франции — 0,8 %, Нидерландов — 0,7 %, Японии — 0,03 %, Швеции — 0,01 %, Новой Зеландии — 0,002 %, Германии — 0,0004 %.

ДАМПИНГ РАО В КАРСКОМ МОРЕ

Руководство бывшего СССР утверждало: радиоактивные отходы в море предприятиями нашей страны не сбрасывались, а если дампинг РАО и производился, то без ведома властей и в нарушение закона. На требования же открыть информацию о дампинговых операциях официальных ответов не давали, во всяком случае в печати не появлялось никаких сообщений.

Однако благодаря усилиям общественности, а также материалам, собранным работником Мурманского морского пароходства, бывшим депутатом Верховного Совета СССР, физиком-ядерщиком А. А. Золотковым, стало известно, что в СССР больше 20 лет (1964—86 гг.) осуществлялся дампинг РАО в Карском море. А. А. Золотков в 80-х гг. составил карту расположения радиоактивных могильников в Карском море, причем утверждал, что она далеко не полная.

В конце 1991 г. председатель Комитета Совета Союза ВС СССР по вопросам безопасности В. Я. Стаднюк сделал два запроса о захоронении РАО — в Министерстве морского флота СССР и лично Главнокомандующему военно-морским флотом СССР. Ответы на запросы были ошеломляющими — неофициальные изыскания А. А. Золоткова полностью подтвердились. На первый запрос из Минморфлота СССР сообщили, что захоронения в море радиоактивных отходов (при эксплуатации, ремонте и модернизации атомных судов Мурманского пароходства) производились с 1964 по 1986 гг. по решению Правительства СССР. Дали на это специальные разрешения также 3-е Главное управление Минздрава СССР, а с 1971 г. — Медицинская служ-



ба Краснознаменного Северного флота (правительство поручило ей контроль за захоронением РАО в арктических морях).

Захоронения производились в следующих районах: жидкие РАО — в районе Баренцева моря с координатами от 74° до 78° с. ш. и от 48° до 52° в. д.; твердые РАО — в районах Карского моря (заливы Течения, Цивольки, Абросимова, Степового, Ога, Благополучия, Седова, а также глубоководный район Новоземельской впадины). Для каждого района и каждого захоронения Медицинская служба КСФ устанавливала предельное количество РАО по объему и суммарной активности. Основная доля захороненных в указанный период отходов, по данным Минморфлота СССР, относилась к категории слабо активных РАО. Исключение

Районы затопления твердых радиоактивных отходов в Карском море. 1 — 1450 контейнеров с РАО, баржа с аварийным ядерным реактором (170 тыс. Ки), лихтер-перевозчик жидких радиоактивных отходов; 2 — РАО суммарной активностью 3,4 тыс. Ки; 3 — 4750 контейнеров, лихтер «Николай Бауман», центральный отсек ледокола «Ленин» с тремя аварийными реакторами и экранной сборкой; 4 — 850 контейнеров; 5 — 1850 контейнеров и аварийная атомная подлодка (два реактора с невыгруженным топливом); 6 — 550 контейнеров и отсеки четырех аварийных подлодок; 7 — 650 контейнеров; 8 — аварийный реактор (без ядерного топлива), суммарная активность 1856 Ки; 9 — 400 контейнеров; 10 — 250 контейнеров; 11 — предполагаемый район размещения регионального могильника РАО; 12 — район, где предполагается развернуть долгосрочную программу ядерных испытаний



Впереди — Новая Земля

составило захоронение первой атомной установки ледокола «Ленин», произведенное по специальному постановлению Совета Министров СССР.

В заливе Цивольки (у Новой Земли) в 1967 г. захоронены:

— блок первой атомной установки ледокола «Ленин» в составе трех реакторов без ядерного топлива, с герметично закрытым штатным оборудованием и законсервированным в блоке биологической защиты (сталь толщиной 300 мм, бетон). Надежность и безопасность хранения оценивается на период не менее 500 лет;

— выемной экран одного из реакторов с остатками отработанного топлива, которые были предварительно связаны с твердеющей смесью и законсервированы в железобетонный контейнер в металлической оболочке. Надежность и безопасность хранения оценивается на период не менее 500 лет.

В соответствии с указанием Госкомгидромета СССР, захоронение РАО в Баренцевом и Карском морях позд-

нее прекратили (жидких отходов — в 1984 г., твердых — в 1986 г.). Подробные отчеты о всех захоронениях РАО, выполненных Мурманским морским пароходством, с указанием количества отходов, их суммарной активности и координат районов захоронения ежегодно направлялись в Медицинскую службу Краснознаменного Северного Флота.

На второй запрос В. Я. Стадниюка о захоронении РАО из Военно-морского флота сообщили, что данные А. А. Золоткова не полные, к ним нужно добавить захоронения РАО в Тихом океане.

Составление полного реестра захороненных радиоактивных материалов ВМФ бывшего СССР завершилось в декабре 1991 г. Однако новые, российские руководители, по крайней мере до ноября 1992 г., не представили, вопреки своему обязательству, этот реестр Лондонской Конвенции по дампингу. Международная Лондонская Конвенция была подписана правительством бывшего Союза в январе 1976 г. и предусматривает учет рекомендаций МАГАТЭ при принятии решений о возможности сброса РАО. Постановление

СМ СССР (март 1979 г.) «О мерах по обеспечению выполнения обязательств советской стороны, вытекающих из Конвенции по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 г.» назначило Госкомгидромет СССР ответственным за выдачу специальных и общих разрешений на сброс. (Положения Конвенции не применяются к судам ВМФ — по разъяснению МИД.)

В июне 1983 г. были согласованы правила сброса РАО в море с ограничениями по их активности, упаковке, району сброса (лишь в 1985 г. Консультативное совещание стран-участниц Конвенции приняло резолюцию о временном моратории на захоронение РАО в морях и океанах). В рамках Российско-норвежской комиссии сотрудничества в области охраны окружающей среды в апреле 1992 г. была создана группа экспертов по радиоактивному загрязнению Баренцева и Карского морей. Летом того же года состоялась первая совместная российско-норвежская экспедиция в Карское и Баренцево моря при непосредственном участии Роскомгидромета.

Дезинформировав Лондонскую Конвенцию, российские руководители нарушили международные соглашения о сбросах ядерных отходов в море. Была блокирована всякая возможность проведения независимой оценки существующей на сегодня ситуации с радиоактивными захоронениями. Например, все экспедиции Института океанологии РАН в Баренцево и Карское моря в 1980—90 гг., которые предусматривали исследования в районах захоронения РАО, исправно запрещались директивными органами. Об этом свидетельствует и поход на теплоходе «Соло», принадлежащем международной орга-

низации «Гринпис», которому дали разрешение войти в эти районы уже после отбуксирования его в Мурманск...

СУММАРНАЯ АКТИВНОСТЬ РАО В КАРСКОМ МОРЕ

Как уже говорилось, подробные отчеты о всех захоронениях РАО от объектов Мурманского морского пароходства направлялись в Медицинскую службу КСФ. Очевидно там же находятся и данные о захоронениях РАО, произведенных ВМФ СССР. Используя их, можно было бы сделать довольно точную оценку радиоактивности (в Пбк) в Карском море. Однако независимых экспертов к этим данным даже не подпускают. Понимая это, некоторые исследователи делают свои собственные оценки радиоактивного загрязнения, прогнозируют поведение РАО в морской среде Карского моря.

Подобную попытку, по заданию «Гринпис», предпринял английский физик-ядерщик Дж. Лардж, проработавший 20 лет на атомных промышленных объектах. Этот исследователь известен как прекрасный специалист по дампингу РАО в морях и атомной технике. Оценить общий радиоактивный «инвентарь» реакторов подводных лодок (активное оборудование и топливо) обычно не так просто. Дело в том, что активность топлива определяется степенью иррадиации (выгорания) и обогащения топлива ураном (U^{235}). Сравнимая американские военно-морские реакторы с советскими, Дж. Лардж дал приблизительную оценку реакторных топливных наполнителей и радиоактивных сбросов, находящихся в Карском море.

Под влиянием общественной президент России Б. Н. Ельцин в октябре 1992 г. издал указ о создании специальной комиссии (под ру-



ководством А. В. Яблокова), которой предписывалось уточнить и официально представить в распоряжение Лондонской Конвенции по дампингу материалы о захоронениях РАО в морях России, в том числе в Карском. В комиссию вошли представители организаций, которые принимали участие в захоронениях. К сожалению, в списке организаций, участвовавших в работе, не было Российской Академии наук, так что опять появляются сомнения относительно объективности и полноты представленной информации. Теперь, когда комиссия закончила свою работу, советник президента РФ по вопросам экологии и охраны здоровья член-корреспондент РАН А. В. Яблоков представил очередную «Белую книгу» — «Факты и проблемы, связанные с захоронением радиоактивных отходов в морях, омывающих территорию Российской Федерации». В ней говорится, что на Севере и Дальнем Востоке захоронения жидких радиоактивных отходов проводились в 5 районах Баренцева моря и 9 районах Охотского, Японского и открытой части Тихого океана, твердых — в 8 районах у побережья Новой Земли и в

Льды, спускающиеся с горных массивов Новой Земли. С ними в Карское море приносятся радионуклиды

Карском море и 4 районах на Дальнем Востоке.

Всего в 1959—1992 гг. в северные моря, по данным комиссии, было сброшено жидких радиоактивных отходов суммарной активностью около 315 Тбк ($1 \text{ Тбк (тетрабеккерель)} = 1 \cdot 10^{12} \text{ Бк}$), твердых — суммарной активностью (по экспертным оценкам на момент затопления) около 590 Тбк. В морях Дальнего Востока эти величины составили соответственно 12,3 и 6,2 тыс. Ки. Потенциальную опасность представляют в первую очередь реакторы атомных подводных лодок и атомного ледокола «Ленин» (всего затоплено 12 реакторов и их частей без ядерного топлива, в том числе 3 на Дальнем Востоке) и 7 в аварийном состоянии с невыгруженным ядерным топливом (все на севере). Материалы, приведенные в «Белой книге», будут, наконец, представлены в секретариат Лондонской Конвенции и МАГАТЭ.

ИСТОЧНИКИ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Возникает вопрос о дальнейшей судьбе РАО в Карском море. Судя по официальным ответам Минморфлота, упаковка РАО достаточно долговечна, она рассчитана на 500 лет. А что же будет потом? Настораживает

и другой факт: большое число захоронений лежит на дне бухт, на небольшой глубине (до 20 м). В этих местах, по данным автора статьи, довольно интенсивно движется обломочный материал, в результате чего упаковка отходов корродирует, уменьшается ее толщина. Это обстоятельство обязывает океанологов настаивать

на проведении в ближайшее время тщательного обследования карских могильников с обитаемых подводных аппаратов. По нашим сведениям, в 1993 г. запланированы исследования в местах сброса РАО, в частности, в заливах Абросимова, Степового и Цивольки, а также в открытой части моря в пункте 72°48' с. ш., 58°18' в. д.

Таблица 1

Радиоактивные сбросы в Карском море

Объекты	Радиоактивность в сердцевине топливного реактора, ПБк	Радиоактивность в структурах реактора, ПБк	Примечание
1. Подводная лодка К-27 (два реактора с топливом)	20—30	4	П/л без реактора затоплена в 1968 г., реакторы — в 1982 г.
2. П/л К-11, К-3, К-19 и одна неизвестная п/л (ее секция), всего восемь реакторов (три — с топливом)	30—45	16	Все отсеки реакторов после аварий, разрушений затоплены в 1964—65 гг.
3. Реакторная установка ледокола «Ленин», включая, по крайней мере, один загруженный реактор	10—15	6	Расплавление в реакторе атомхода «Ленин» в середине 60-х гг., реактор затоплен в море
4. Отходы морских реакторов	10—15		Затоплены в 1964—86 гг.
5. Суммарные оценки	70—105	26	

Примечание: в таблицу не вошли сбросы отходов в заливе Неупокоева (3400 Ки), заливе Течения (1850 Ки) и в Новоземельском трого (1450 контейнеров, активность неизвестна), заливе Цивольки (4750 контейнеров), заливе Ога (850 контейнеров), открытом море (650 контейнеров)

Таблица 2

Антропогенные радионуклиды в Баренцевом и Карском морях в 1961—1990 гг.

Источник долгоживущих радионуклидов	Баренцево море		Карское море		Суммарная активность		Вклад, %
	Активность кКи	ТБк	кКи	ТБк	кКи	ТБк	
1. Атмосферные выпадения	100	3700	70	2600	170	6300	6,2
2. Вынос реками	6,0	200	33,0	1200	39,0	1400	1,4
3. Поступление по системе Гольфстрим	200	7400	—	—	200	7400	7,3
4. Сброс твердых и жидких РАО	13	480	16	600	29	1080	0,7
5. Затопление твердых РАО и отходов ядерного топлива	—	—	2300*	85 300*	2300*	85 100*	84,4
6. Подводные и надводные взрывы Суммарно (верхний предел)	319	Нет данных 11 780	2419	89 700	2739	101 300	100

* Экспертная оценка верхнего предела активности на момент захоронения

Радиоактивный фонд в акватории Карского моря наведен прежде всего испытаниями атомных бомб в атмосфере и под водой, которые проводились на Новой Земле с 1956 г., проникновением радионуклидов через трещины пород при подземных испытаниях ядерного оружия на Новой Земле после запрещения испытаний в атмосфере и в море. Радионуклиды были обнаружены во время первой высадки на южный остров группой «Гринпис» в октябре 1990 г. На склоне горы, вблизи старой шахты, они нашли, по крайней мере, три «горячих пятна» значительной радиоактивности (более 50 Бк/см²) при общем фоне около 12—15 Бк/см². «Пятна» находились в 400 м от шахты, а в 2 км от нее показания приборов упали до 1,6—1,8 Бк/см². Высокая радиация в районе шахты, наличие здесь «горячих пятен» показывают, что в атмосферу попадали продукты подземных испытаний.

Другой источник радионуклидов в Карском море — сбросы радиохимического

завода в Уиндскейле (Англия). Максимальная концентрация ⁹⁰Sr в водах, поступающих в Баренцево море, превышает глобальный уровень примерно вдвое. Время переноса радионуклидов в юго-западную часть Карского моря, по данным исследований в экспедиции на судне «Отто Шмидт» (1982 г.), — 6,2 года.

Пока еще не оцененным источником радиоактивного загрязнения Карского моря служат выносы реки Оби. Их предстоит выявить в будущих экспедициях, в том числе и Института океанологии РАН.

В итоге приходится, к сожалению, констатировать факт нарушения бывшим СССР главных требований МАГАТЭ, касающихся дампинга РАО в морях и предписывающих захоронение РАО за пределами шельфа (не ближе 200 миль от берега) на глубине не менее 4000 м и только в поясе широт от 50° с. ш. до 50° ю. ш. Продолжает нарушаться и закон Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (декабрь

1991 г.).

Все исследования радиационной обстановки после 1967 г. проводились на акваториях, находящихся на расстоянии 50—100 км от районов захоронения твердых РАО. В самих районах захоронения этих отходов контроль за радиационной обстановкой в течение 25 лет не осуществлялся, а систему мониторинга начали создавать лишь в 1992 г. Наибольшую потенциальную радиологическую опасность представляют сброшенные в мелководных заливах архипелага Новая Земля в Карском море реакторы атомных подводных лодок и экранная сборка атомохода «Ленин» с невыгруженным ядерным топливом.

Какие же шаги следует предпринять, чтобы радиоактивное заражение в Карском море не усилилось? На наш взгляд, скорее всего нужно провести дорогостоящую и небезопасную операцию подъема и захоронения твердых радиоактивных отходов в специальных хранилищах на суше.

Информация

Кроссовки-«океанологи»

В мае 1990 г. в заливе Аляска случился сильный шторм. С одного из судов волны смыли за борт часть груза — это была партия кроссовок известной фирмы «Найк». Национальное управление по изучению океана и атмосферы США в Сизэтле (штат Вашингтон), воспользовавшись

этим, опубликовало во многих странах тихоокеанского бассейна призыв сообщать о всех случаях обнаружения «плавающих» кроссовок. Спустя шесть месяцев первые кроссовки, появляющиеся по одной или по две, стали замечать у побережья канадской провинции Британская Колумбия и американских штатов Вашингтон и Орегон.

Еще до всех этих событий была разработана математическая модель течений в северо-восточной части Тихого океана. Согласно ей, любой плавающий предмет, оказавшийся в 800 км от полуострова Аляска, должен двигаться на восток и в конце концов «причалить» на острове Ванкувер (Канада). Кроссовки «подчинились» этому предписанию, правда, не сразу: сперва они по-

явились у берегов штата Вашингтон, а уж потом — у острова Ванкувер. Оказалось, в зимнее время они дрейфовали на северо-запад, а весной, когда течение изменилось, снова сместились на юго-восток. Таким образом, подтвердился общий прогноз, сделанный океанологами, предсказывающий подобные сезонные изменения в циркуляции больших масс морской воды.

Позднее, преодолев половину поперечника Тихого океана, часть кроссовок объявилась... на Гавайях. Если другие их «напарники» не потеряют плавучести, то года через два их можно будет собирать на берегах Японии или даже российского Дальнего Востока.

New Scientist, 1992, 136, 1835

Из новостей зарубежной космонавтики

Изображение, полученное с помощью радарного высотомера, позволяет рассмотреть подробно участок поверхности к юго-востоку от области Бета. Видны следы сильной вулканической деятельности — овальная область слева усеяна мелкими кратерами, каждый из которых имеет размер от 2 до 5 км. В центре снимка выделяется вулкан с усеченной вершиной примерно 25 км в диаметре. Его склоны «изъедены» многочисленными оползнями. В восточной (правой) части видны понижения, образовавшиеся в результате истечения магмы и последующего проседания поверхности. Юго-восточные склоны одного из вулканов (справа) не выдержали натиска лавы, потоки которой отнесли его центральную часть на многие километры. В верхней части фотографии виден также необычный кратер, имеющий четкие склоны и широкое плоское дно

«Магеллан»: успешное завершение первого этапа съемки

14 сентября прошлого года закончилось картографирование поверхности Венеры космическим аппаратом «Магеллан» — как раз за день до двухлетней годовщины начала работы станции. После 5300 витков вокруг Венеры на Землю поступили данные о 99 % всей поверхности этой планеты. Миссия оказалась чрезвычайно плодотворной, ведь поначалу планировалось просканировать только около 70 % поверхности. Этот успех стал возможным благодаря само-

отверженной работе группы ученых, поскольку программу действий часто приходилось перестраивать «на ходу». Так, в 1990 г. вышел из строя один из приборов, записывающих первоначальную информацию на магнитную ленту. Запасной работал с перебоями, часть данных радарного высотомера не записывалась. В январе 1992 г. возникли проблемы с модуляцией передаваемого на Землю радиосигнала, перестал работать передатчик. А его двойник опять-таки работал с капризами — при повышенной температуре к полезной информации примешивался шум, заставивший в июле руководителей проекта на время выключить передатчик совсем и побережь для картографирования оставшейся части планеты. Помимо этих технических трудностей проекту угрожают и материальные. Вскоре после завершения четвертого цикла работ, летом 1993 г., планируется прекратить его финансирование.

А пока с помощью приборов станции ученые уточняют гравитационное поле Венеры.



Для этого космический аппарат был переведен на более низкую (высотой 258—182 км) эллиптическую орбиту. По времени запаздывания сигнала и величине доплеровского сдвига на поверхности можно локализовать места с повышенной плотностью. Ученые планируют еще раз изменить тип орбиты КА с сильно эллиптической на почти круговую путем его направления в толщу венерианской атмосферы. Но эти планы осуществятся, если проект получит дополнительную финансовую поддержку в размере 10 млн долл.

Sky & Telescope, 1993, 85, 1

Подготовка к строительству станции «Фридом»

В фундамент будущей Международной орбитальной космической станции «Фридом» заложен первый «кирпичик». На заводе фирмы «Макдонелл Дуглас Спейс Системз» началось сооружение прототипа одного из модулей станции — ускорительного. На этом прототипе планируется отработать детали производства его реального аналога, который будет выведен в космос на борту корабля «Шаттл». Для изготовления конструкции использовались самые современные системы металлообработки. В полете главной целью ускорительных модулей станет перевод станции на более высокую орбиту, чтобы избежать ее торможения верхними слоями атмосферы. По плану строительства, которое начнется в 1996 г., станцию оснастят четырьмя — шестью такими модулями.

Space News, 1992, 3, 43

Информация

Две «любительские» Новые

Весной нынешнего года любители астрономии пополнили свой список открытий Новых звезд еще двумя. Как обычно, обе звезды открыты при анализе снимков, полученных 35-миллиметровыми камерами со 135-миллиметровыми объективами. Оба автора открытий вели свои наблюдения по программам различных «звездных патрулей».

Первая из звезд Новая Змееносца 1993 г. обнаружена 16 апреля австралийцем Полем Камильери, на чьем счету уже более десятка подобных открытий. Любительская поисковая программа, в которой он участвует, предусматривает систематическое фотографирование избранных зон неба на пленку «Kodak T-Max Film» и

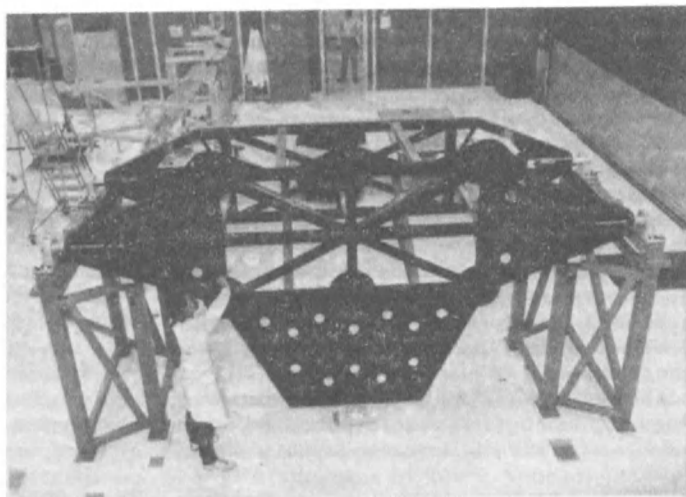
носит название «T-Max Patrol». Звезда 9,5^m, которую он нашел в созвездии Змееносца, имела координаты $\alpha 1950,0 = 17^h 22^m, 1$, $\delta 1950,0 = -23^\circ 09'$, «в 2 к востоку от звезды 10^m», как он написал в своем сообщении.

Вторая открыта 14 мая японским любителем Минору Ямамото, также не новичком в поисках Новых. Новая Орла 1993 г., а именно такое обозначение она получила при регистрации, имела в момент открытия фотографический блеск 7,6^m. Ее координаты: $\alpha = 19^h 10^m, 5$, $\delta = +1^\circ 28'$.

Блеск обеих звезд после некоторой стабилизации вблизи максимума стал быстро убывать: у Новой Змееносца он составлял 25 апреля уже 9,8^m, 27 апреля — 11,6^m, а 30 апреля — 12,0^m.

Новая Орла вела себя примерно также: 17 мая ее блеск был около 8,0^m, 23-го — 7,5^m, 27-го — 8,0^m, 29-го — 8,3^m. Фотоэлектрические (в системе V) наблюдения в июне показали: 2-го — 8,7^m, 6-го — 9,2^m.

Естественно, яркие Новые привлекли внимание любителей астрономии на всем земном шаре. Многие из них начали визуальные наблюдения звезд, а кое-кто и обнаружил их на своих негативах, сделанных уже после открытий.



Так выглядит первый из элементов конструкции станции «Фридом»

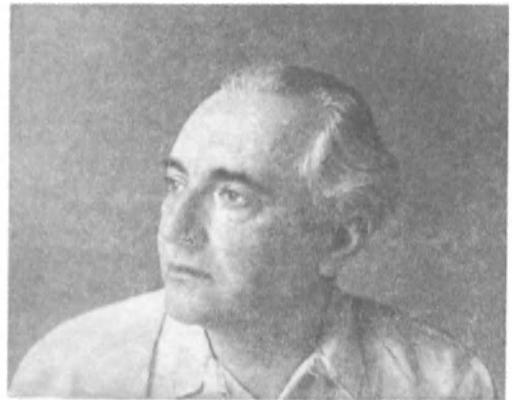
Григорий Александрович Гамбурцев

(к 90-летию
со дня рождения)

**ПУБЛИКУЕМ
КОРОТКИЕ ВОСПОМИНАНИЯ
О ГРИГОРИИ АЛЕКСАНДРОВИЧЕ
ГАМБУРЦЕВЕ.**

Академик Г. А. Гамбурцев был выдающимся геофизиком, крупнейшим ученым в области сейсмических методов изучения Земли. Он создал основополагающие направления комплексного решения важных геофизических проблем: теории геофизических методов исследований и физики распространения сейсмических волн, изучения строения Земли, разработки новых методов поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений, железных и урановых руд, прогноза землетрясений, идентификации ядерных взрывов, теории и конструирования аппаратуры для геофизических исследований. И сейчас, спустя почти 40 лет после смерти Г. А. Гамбурцева, многие идеи и разработки ученого остаются актуальными и воплощаются в науке и практике.

Наш журнал уже писал о Г. А. Гамбурцеве (№ 1, 1979). Здесь мы хотели бы еще раз привлечь внимание к этой крупнейшей личности в отечественной науке, помочь читателям увидеть Г. А. Гамбурцева — ученого и человека — глазами его современников, учеников и последователей.



Григорий Александрович Гамбурцев (1903—1955)

«Григорий Александрович в одном лице синтезировал добрый десяток различных специальностей, и все они были доведены до совершенства. От кабинетного ученого, организатора науки до руководителя полевых работ и конструктора, владеющего в равной степени всем, что касалось гравиметрии, магнитометрии, сейсмоки... На меня всегда производило огромное впечатление то, как Григорий Александрович стремился воспринимать процессы, протекающие в недрах земного шара — с пози-

ций физики, как некое целостное физическое явление. С одной стороны, он стремился выкристаллизовать элементарные физические процессы, которые играют определенную роль в тех или иных изменениях внутри Земли. С другой стороны, ему всегда хотелось понять взаимодействие этих элементарных явлений, выяснить, как отправляясь от них, можно объяснить крупные самодовлеющие процессы, протекающие в земной коре...»

Член-корреспондент АН СССР
А. А. ЛЯПУНОВ,
1973 г.

«С первых же работ (1924 г.) Григорий Александрович проявил себя как талантливейший ученый, прекрасно владеющий математическим аппаратом при разрешении очень сложных физических задач. Достаточно указать на чрезвычайно остроумный и совершенно оригинальный метод, посредством которого ему удалось исследовать сложные диффузные потоки света в толще морской воды или на еще более совершенные приемы, применяемые им при исследовании диффузии фотолуминесценции при многократном рассеянии и поглощении света... В лице Гамбурцева сочетались и теоретик, вооруженный современным математическим аппаратом, и конструктор тончайших физических приборов, и геофизик-экспедиционер с большим полевым опытом».

Академик В. В. ШУЛЕЙКИН, 1937 г.

«Работать в нескольких областях геофизики и в каждой из них оставить неизгладимый след удалось лишь небольшому кругу выдающихся талантов. К их числу бесспорно принадлежит Г. А. Гамбурцев. Признанный основоположник современных сейсмических методов разведки и исследований земной коры, он является также классиком в области теории интерпретации потенциальных полей — гравитационных и магнитных аномалий. По вопросам теории их интерпретации Г. А. Гамбурцев опубликовал 13 работ на протяжении 16 лет (1925—1940 гг.). В области разведочной гравиметрии и магнитометрии работы по изучению Курской магнитной аномалии (КМА) создали парадигму, которая устойчиво существовала вплоть до 60-х годов. Один из творцов этой парадигмы — Г. А. Гамбурцев. В его работах даны оценки глубин погружения... железистых кварцитов и суммарных запасов железа в северо-восточной полосе КМА... Именно при изучении КМА, буквально на «ровном месте», там, где никто из ведущих геоло-

гов того времени ничего подобного не мог предположить, исключительно по данным о физических полях были найдены колоссальные залежи железных руд, т. е. впервые продемонстрирована мощь принципиально новых методов исследования земных недр — геофизических методов... Гамбурцев начал с разработки проблем, относящихся к магнитному и гравиметрическому методам. Однако чисто теоретические исследования его полностью не увлекали как не соответствующие его интересам и таланту ученого-физика... Склонность Г. А. Гамбурцева именно к физическому эксперименту неизбежно привела его к работам в области сейсмологии, которая позволила полностью удовлетворить эту склонность...»

Академик В. Н. СТРАХОВ, 1982 г.

«Имя Г. А. Гамбурцева связано с этапом развития отечественной геофизики, в первую очередь экспериментальной сейсмологии, охватывающим 25-летнюю историю — с начала 30-х до середины 50-х годов. Это время отмечено поисками и становлением новых методов сейсмической разведки и сейсмологии. Корреляционный метод преломленных волн, высокочастотная и низкочастотная сейсмика, глубинное сейсмическое зондирование, новые методы изучения волновых полей от взрывов и землетрясений, сейсмические просвечивания и прогноз землетрясений — вот основные вехи на пути, по которому шел отряд отечественных геофизиков, возглавляемый Г. А. Гамбурцевым. При всей условности разделения науки на теоретическую и экспериментальную можно твердо сказать, что Г. А. Гамбурцев — ученый-экспериментатор. И не потому, что он не владел теорией — напротив, Г. А. Гамбурцев прекрасно ею владел и применял в меру необходимости. А потому, что сам предмет исследований — Земля — сложен и неформален, плохо описывается простыми моделями, требует проведения активно планируемых полевых наблюдений, интуиции, риска, темперамента...»

Член-корреспондент РАН А. В. НИКОЛАЕВ,
1982 г.

«Григорий Александрович успешно сочетал исключительную научную эрудицию с прекрасными инженерными навыками: он охотно отвлекался от книги, теоретических исследований, брал в руки паяльник и тут же монтировал новую схему усилителя, фильтра. Мог встать к станку и выточить деталь к только что рассчитанному им новому прибору. Эти черты ученого в сочетании с прекрасными душевными качествами способствовали тому, что около него всегда



Г. А. Гамбургцев с женой Л. С. Вейцман.
Подмосковье, 1934 г.

группировалась наиболее любознательная и склонная к научной работе молодежь...»
Член-корреспондент АН СССР
М. К. ПОЛШКОВ, 1963 г.

«Г. Гамбургцеву принадлежит серия работ по сейсмометрии и по теории механических и электромеханических колебательных систем. Он разрабатывает целый ряд сейсмографов оригинальной конструкции: гидравлический, манометрический, микрофонный, индукционный, термомикрофонный...»

Академик П. П. ЛАЗАРЕВ, 1937 г.

«Григорием Александровичем были в значительной степени усовершенствованы методы регистрации отраженных волн и предложены некоторые новые способы селекции и записи сейсмических колебаний, основывающиеся на введении определенного рода частотных искажений. Им была предложена новая (вошедшая в курсы электроакустики) методика составления электромеханических аналогий, имеющих ясный физический смысл. Этот способ не только упростил и упорядочил методику составления аналогий, но и позволил предложить ряд новых механических систем...»

Академик С. И. ВАВИЛОВ, 1946 г.

«Физической основой всех сейсмических методов Григорий Александрович считал изучение сейсмических волновых полей, возникающих в различных реальных средах. На этой основе им созданы и существенно развиты различные модификации сейсмических методов разведки. В первую очередь это корреляционные методы, использующие отраженные и преломленные волны. Дальнейшее развитие сейсмической разведки позволило Гамбургцеву создать глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ) земной коры и верхней мантии Земли...»

Благодаря исключительной широте научных интересов, Григорий Александрович не только предлагал и всесторонне разрабатывал новые направления исследований, но и развивал их теорию, конструировал новые типы аппаратуры, предлагал новые системы наблюдений и способы интерпретации получаемых материалов...

Григорий Александрович был оптимистом и в жизни, и в науке. У нас были неудачи во время работ в Башкирии, но они вызывали у него не уныние, а необычайно интенсивную работу мысли. И в этих поисках рождались новые идеи — часто настолько интересные, что неудача оборачивалась подлинной удачей... В Башкирии во время войны мы проводили зимние работы. Гамбургцев жил в холодной, плохо отапливаемой избе, питался мороженой картошкой и плохо выпеченным хлебом. Но был по-настоящему одержим созданием корреляционного метода преломленных волн. Я помню, как на худом, не всегда бритом лице ярко светились глаза. Он сидел в шубе и шапке и работал, стучал на машинке почти не гнуцимися от холода пальцами, грыз черный сухарь («очень вкусно!») и рассказывал о своих новых идеях.

Григорий Александрович никогда не говорил пышных фраз. Но мы видели его в тяжелые для всей страны годы, и нас это учило тому, как должен работать и жить ученый, если он настоящий человек и настоящий ученый...»

Профессор И. С. БЕРЗОН, 1963 г.

«У него была такая широта взглядов, которая, в сочетании с большой выдержкой и доброжелательностью, всякий спор приводила к разумному решению и удовлетворению. Он никогда не был резким и неровным, всегда уравновешен, бодр, полон мягкого юмора. Большая культура, постоянный научный интерес, коллективизм и доброжелательность создали Григорию Александровичу заслуженную славу науч-

ного руководителя высокого уровня. Я усвоил и помню его совет: руководить надо не принуждением, а убеждением, только при соблюдении этого правила возможен настоящий успех».

Член-корреспондент АН СССР
Е. Ф. САВАРЕНСКИЙ, 1963 г.

«...Приход в геофизику Григория Александровича привел к созданию новых ярких и своеобразных направлений исследований и методов разведки. Первым таким крупным направлением было создание и разработка корреляционного метода преломленных волн. Хочется вспомнить о первых крупных работах по КМПВ в 1940 г. в Ивановской области... Много молодежи, и во главе Григорий Александрович. Днем работали в поле, а вечером занимались камеральной обработкой материалов или перedelывали и ремонтировали аппаратуру. Наиболее тонкую работу, такую, как натягивание нитей и намотка рамок гальванометров или окончательная регулировка сейсмографа по частоте и затуханию, выполнял сам Григорий Александрович... Установку приборов он обычно тоже проверял сам...»

Григорий Александрович был блестящим экспериментатором. Ставилась новая задача, работы проводились в большом объеме, и в конечном итоге получались теоретически важные результаты: создавался новый метод, появлялись новые данные о строении земной коры. ...Крупнейший ученый, талантливый, обаятельный и красивый — таким был Григорий Александрович, наш ГАГ. Нам, его ученикам, выпало большое счастье много лет быть рядом с ним. И сейчас, вероятно, каждый из нас задумывается над тем, как он работал, и пытается перенять хотя бы что-то из его методов работы...»

Профессор А. М. ЕПИНАТЬЕВА,
1982 г.

«Григорий Александрович глубоко чувствовал красоту. Это проявлялось у него и в рассказах о природе, и ювелирной работе, и красивом почерке, и умении оформлять чертежи, даже в беглых рисунках на Ученом совете...»

При рекогносцировке профилей КМПВ (это было в Коврове в 1940 г.) приходилось выбирать в лесу поляны и просеки для расстановки приборов. Григорий Александрович всегда выбирал профили сам. И не только потому, что было это очень важным делом (речь шла о повышении эффективной чувствительности аппаратуры для записей удаленных взрывов). Выбор профилей доставлял Григорию Александровичу наслаждение,

несмотря на все трудности бездорожья.

Однажды, чтобы иметь возможность обозреть местность, мы полезли на «сигнал» первого класса. Когда добрались до самой верхней и дырявой площадки, с которой открывался прекрасный вид на леса и поляны, поднялся ветер и сорвал с моей головы яркую красно-желтую полосатую косынку. Григорий Александрович так залюбовался полетом косынки (а это действительно было очень красиво), что мне даже стало неловко высказывать сожаление о ее потере.

Второй эпизод относится к весне 1955 г. Я пришла к Григорию Александровичу, чтобы согласовать планы предстоящих работ на Памире, и увидела его автопортрет, написанный маслом. Запомнилось, с каким увлечением он рассказывал о трудностях создания этого портрета... А как он красиво изображал фронты волн, как умел рисовать на доске сейсмограмму и интересно говорить о «жизни волны!» Все эти «мелочи» восхищали не только студентов, но и слушавших его лекции лаборантов. Он не только красиво изображал схему прибора или рисовал его эскиз, а и умел подвесить тончайшую нить гальванометра или сделать красивейшую ювелирную пайку...»

Профессор И. П. КОСМИНСКАЯ,
1982 г.

«Восхищала способность Григория Александровича ставить научные проблемы, увлекаться ими и увлекать окружающих. Он всегда был переполнен идеями, замыслами, планами и не мог их хранить в себе — они просто не помещались в нем... Вначале его рассказы казались мне безграничной фантазией. Да и как в 1947 г. я, тогда еще студент, мог относиться к идее применить сейсмическую разведку для изучения земной коры с регистрацией на расстояниях в несколько сот километров? Ведь тогда только начинались работы по высокочастотной сейсмике на базах всего лишь в несколько метров. Но вскоре я убедился, что все «фантастические» идеи, овладевающие Григорием Александровичем, реализуются им. И был обрадован, когда уже в начале 1948 г. он предложил приступить к регистрации взрывов на больших расстояниях на Тянь-Шане. О крупных региональных работах на море, в которых ему, к сожалению, так и не удалось участвовать, он говорил еще на Тянь-Шане в 1949—50 гг.

Удивляли и восхищали смелость и размах, с которыми Григорий Александрович, в житейских делах не очень решительный и приспособленный, брался за постановку крупных научных исследований (иногда,



В экспедиции. Северный Тянь-Шань, Щель Дальняя, 1949 г.

по мнению большинства, бесперспективных). Способность увлекать окружающих привела к тому, что вокруг Григория Александровича сложилась школа учеников, что, конечно, характерно только для крупного ученого. В ожидании результатов эксперимента создавалась обстановка научного азарта. Помню, как в 1946 г. в предвкушении новых сейсмограмм Григорий Александрович взволнованно ходил вокруг станции. И часто, не желая ждать, сам брался за проявление ленты, чтобы первому увидеть запись...

Буквально во всем он умел находить новое и интересное. Характерный пример: то, что нам казалось помехами на записи, в его интерпретации часто обретало новый, самостоятельный интерес. Такая горячая страстная заинтересованность Григория Александровича невольно передавалась окружающим, заражала их, и работа шла с большим подъемом и энтузиазмом. Около Григория Александровича невозможно было оставаться равнодушным к результатам работы...»

Доктор физико-математических наук
Е. И. ГАЛЬПЕРИН, 1983 г.

«Впервые я обратился к Г. А. Гамбурцеву весной 1952 г.— с просьбой познакомиться с нашими результатами по теории волн, представляющими интерес для сейсморазведки. Результаты эти позднее дважды обсуждались на семинарах, организованных Г. А. Гамбурцевым в нескольких институтах. На них мы выступали с докладами. Он сидел всегда в первых рядах конференц-зала и, как сейчас вижу, с характер-

ной тонкой и несколько ироничной улыбкой взирал на спорящих. Когда спор становился слишком горячим (и личным), тактичным вопросом или замечаниями он легко охлаждал пыл спорящих.

Но особенно интересными, полезными и поучительными были заключительные замечания Г. А. Гамбурцева по поводу докладов и возникших дискуссий. В них он давал глубокую оценку значимости обсуждавшихся результатов, советы на будущее, подвергал критике технику и методику экспериментов. После его выступлений многое начинало выглядеть иначе: более логично, просто и естественно. При этом всегда приоткрывалась перспектива.

Общение с Г. А. Гамбурцевым позволяло нам по-иному взглянуть на свои собственные исследования, оценить сильные и слабые их стороны. Да, нас щедро одарило знакомство и общение (хотя и краткое) с Г. А. Гамбурцевым. С годами становилась все более ясной глубина его влияния на формирование нашего коллектива геофизиков-сейсмологов, складывающегося из негеофизиков по образованию и именуемого иногда Ленинградской школой по распространению сейсмических волн».

Профессор Г. И. ПЕТРАШЕНЬ,
1983 г.

«Труды Григория Александровича по геофизике, особенно в области сейсмических исследований, являются классическими и остаются актуальными. Они положены в основу всех современных учебников, по которым обучается молодое поколение геофизиков...»

Роль Таджикской комплексной сейсмологической экспедиции, инициированной и организованной Г. А. Гамбурцевым, огромна. Она послужила школой для ведущих сейсмологов нового поколения, в ней зародились принципы, пожалуй, подавляющего большинства подходов и методов, характерных для современной советской сейсмологии. В первую очередь, это переход от географического, преимущественно описательного изучения сейсмичности и сейсмической опасности к количественному их изучению. Тот же количественный подход внедряется в настоящее время в сейсмическое районирование и разработку методов прогноза землетрясений. И главным в нем остается изучение землетрясений — от больших до малых — в огромном диапазоне их энергий. Сам Гамбурцев не успел осуществить этого подхода. Количественные методы в исследованиях сейсмично-

сти разработали и продолжают развивать его ученики».

Член-корреспондент АН СССР
Ю. В. РИЗНИЧЕНКО, 1975 г.

«Г. А. Гамбурцев поставил прогноз землетрясений как проблему построения модели геодинамического равновесия Земли, закономерным проявлением которого являются землетрясения. В соответствии с такой постановкой, первая разработанная Г. А. Гамбурцевым научная программа исследований по прогнозу землетрясений охватывала широкий комплекс геофизических, геологических и геохимических полей. Сейсмический режим занимал среди них особое место: Г. А. Гамбурцев считал, что последовательность самих землетрясений содержит непосредственную информацию о процессе подготовки сильного землетрясения. И действительно, исследования сейсмического режима оказались исключительно плодотворными, с ними связаны пока немногочисленные успехи и те надежды, которые кажутся сейчас наиболее обоснованными...»

Академик В. И. КЕЙЛИС-БОРОК,
1982 г.

«Все, что им написано и опубликовано — до обидного небольшая часть того, что он сделал в науке. Когда мы, работавшие с ним, спрашивали: «Почему Вы, Григорий Александрович, не пишете о своих уже сделанных работах?», он отвечал: «Сейчас некогда, сейчас, пока мы молоды, надо работать, надо экспериментировать, надо сделать задел, писать будем в старости!» Увы, а старости и не было. Многие из того, что сделал Григорий Александрович, так и осталось не написанным вообще или изложено в очень конспективной форме»

Профессор И. П. ПАСЕЧНИК, 1963 г.

«Идея использовать контролируемые источники сейсмических волн... лежала в основе творчества Г. А. Гамбурцева. Он создал метод глубинного сейсмического зондирования нерудных слоев Земли с помощью сейсмических волн от взрывов. Предложил также просвечивать волнами от взрывов очаговые зоны землетрясений, чтобы выявить возможность предсказания землетрясений по изменению свойств этих зон. Перед своей безвременной кончиной Г. А. Гамбурцев поставил вопрос о разра-

ботке механических источников сейсмических волн (вибросейс). Нельзя не вспомнить, что Г. А. Гамбурцев был зачинателем в области организации наблюдений и идентификации подземных ядерных взрывов... Все эти начинания получили широкое развитие...»

Академик М. А. САДОВСКИЙ,
1982 г.

«...Звонили телефоны из высоких станций, и секретари вместе с подхваченными ими по дороге сотрудниками бросались искать директора... Его находили в дальней лаборатории, где он... самозабвенно топал ногой по половице и радовался волнистому «зайчику», пробежавшему по экрану осциллографа. Или столь же отрешенно... цветным карандашом рисовал корреляционные полосы наискось через сейсмограмму. И так обидно было возвращать его из светлого мира науки в серый мир постановлений, штатных расписаний, мелких и крупных кляуз...»

...Академик Гамбурцев — крупный ученый с широким кругозором — понимал, что успешное решение частных проблем, в том числе и проблемы прогноза места и силы землетрясений, невозможно без прогресса в разработке ряда смежных направлений. Он уделял большое внимание развитию геологических и тектонических методов обнаружения зон концентрации напряжений в земной коре и считал, что в этих зонах и надо ожидать возникновения начальной подвижки, инициирующей образование в земной коре крупного скола — источника сейсмических волн. Теоретические и экспериментальные исследования по тектонофизике и проблеме разрушения горных пород в условиях высоких давлений, приведшие к представлениям о последовательности физических процессов при формировании очага землетрясения, во многом основывались на взглядах Г. А. Гамбурцева...»

Григорий Александрович умер на наших глазах при обсуждении в президиуме Академии наук итогов работы его Института. Это была смерть человека, для которого наука, дело и ответственность составляют всю жизнь целиком. Из самой гущи дел он стремительно перешагнул рубеж между жизнью и смертью. Иначе он и не мог умереть...»

Член-корреспондент АН СССР
В. В. БЕЛУСОВ, 1963 г.

Основные даты научной биографии Г. А. Гамбурцева

1920—26 гг.—учеба на физико-математическом факультете МГУ
1923—32 гг.—работа в Особой комиссии по исследованию Курской магнитной аномалии при ВСНХ и в Институте физики и биофизики под руководством академика П. П. Лазарева
1930—40 гг.—доцент, с 1933 г.—профессор Московского геолого-разведочного института
1931 г.—полевая сейсморазведка в Башкирии (Ишимбаево), 1933 г.—в Средней Азии (Эмба, Термез)
1937 г.—кандидат технических наук, утвержден в звании профессора по кафедре «геофизика»
1938 г.—выпустил двухтомник «Сейсмические методы разведки» — учебник для ВУЗов
1939 г.—доктор физико-математических наук
1939—40 гг.—сейсморазведка на Восточно-Европейской равнине
1941—43 гг.—сейсморазведка в Башкирии
1941 г.—Государственная премия за разработку метода и аппаратуры для сейсмической разведки
1943—55 гг.—заведующий сейсмической лабораторией Института теоретической геофизики АН СССР (директор — академик О. Ю. Шмидт)

1945 г.—награжден орденом Трудового Красного Знамени
1945—47 гг.—профессор Нефтяного института им. И. М. Губкина (Москва)
1946 г.—член-корреспондент АН СССР
1946—51 гг.—экспедиции, связанные с поиском урановых руд (Прибалтика, Украина, Средняя Азия)
1948 г.—директор Геофизического института АН СССР, председатель Ученого совета института. Начало работ по прогнозу землетрясений. Изучение строения Земли на Кавказе
1949 г.—председатель Совета по сейсмологии АН СССР
1949—53 гг.—глубинное сейсмическое зондирование — Северный Тянь-Шань
1953 г.—академик АН СССР. Награжден орденом Ленина
1951—55 гг.—изучение строения Земли, новые сейсмические методы изучения землетрясений (Таджикистан, Туркмения, Башкирия)
1954—55 гг.—профессор Московского Государственного университета им. М. В. Ломоносова

Публикацию подготовили
А. Г. ГАМБУРЦЕВ и И. Н. ГАЛКИН

Информация

Гамбурцевские чтения

В конце марта 1993 г. в Институте физики Земли РАН состоялась двухдневная сессия ученого совета, посвященная 90-летию Г. А. Гамбурцева. Со вступительным словом выступил директор института В. Н. Страхов, а затем своими воспоминаниями поделились ученики и соратники Г. А. Гамбурцева — профессора А. М. Епинатьева, И. П. Косминская, Е. С. Борисевич.

На сессии были сообщены результаты юбилейного конкурса научных работ: из 15 представленных на конкурс удостоены

премий 4 работы. Лауреаты выступили с докладами: доктор физико-математических наук В. Н. Жарков (первая премия) — «Внутреннее строение Земли. Роль Юпитера в формировании планет», доктор физико-математических наук С. М. Зверев с соавторами (вторая премия) — «Глубинное сейсмозондирование литосферы на Анголо-Бразильском геотраверсе», кандидат физико-математических наук К. И. Кузнецова с соавторами (третья премия) — «Современные тектонические движения в складчатых областях в свете анализа взаимосвязи между различными формами сейсмичности», доктор физико-математических наук Д. М. Печерский с соавторами (третья

премия) — «Петромагнетизм океанской литосферы». Выступил доктор физико-математических наук И. П. Добровольский — «Теория подготовки тектонического землетрясения».

Своими идеями, результатами, мыслями о будущем геофизики поделились академики В. Н. Страхов (два доклада: «Об аппроксимации потенциальных полей» и «Решают ли геофизики обратные задачи?»), С. Л. Соловьев («Наблюдения над землетрясениями на дне морей и океанов»), С. А. Федотов («О долгосрочном прогнозе и сценариях сейсмического процесса в Курило-Кам-

(Окончание на стр. 93)

Александр Дмитриевич Засядко



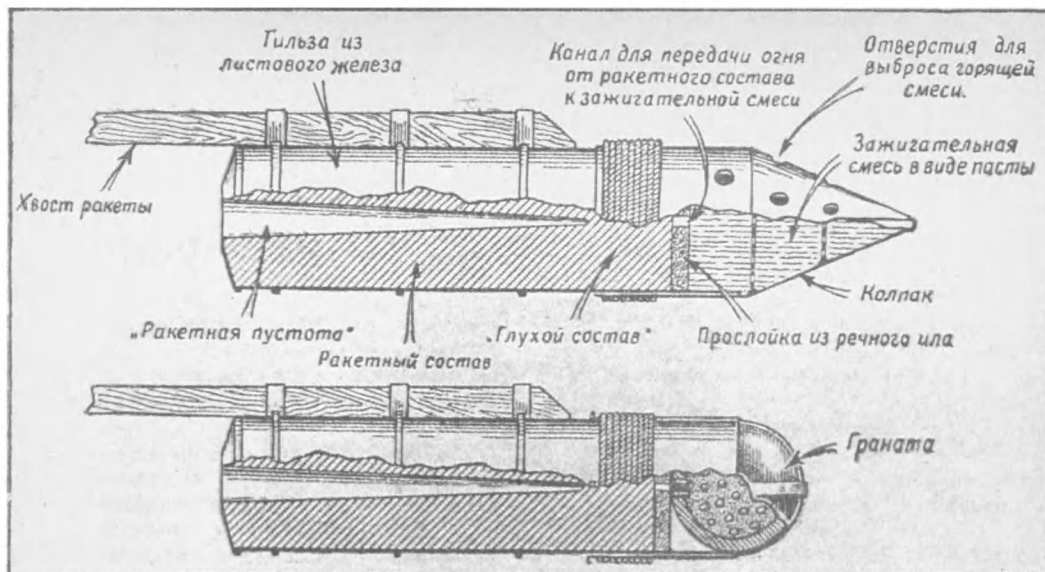
Русский генерал Александр Дмитриевич Засядко — один из создателей отечественной школы ракетостроения.

МОЛОДОЙ ГЕРОЙ

Александр Дмитриевич Засядко родился в 1779 г. в деревне Лютенка, что располагалась на живописных берегах Псела в Гадячском уезде Полтавской губернии. Он

происходил «из малороссийских дворян», а свое начало род Засядко ведет от казаков Запорожской сечи. Его отец занимал пост уездного казначея в Перекопе и, хотя имел весьма ограниченное состояние, был зачислен во вторую часть родословной книги дворян Полтавской губернии. Умер и был похоронен в Перекопе. Дмитрий Засядко имел двух сыновей — Данилу и Александра. Данила Дмитриевич, став впоследствии артиллеристом, дослужился до чина генерал-майора в 1826 г., награждался орденами за отличия по службе, руководил оружейным заводом в Туле. Но прославил фамилию все же другой сын Дмитрия Засядко — Александр.

До десяти лет Александр жил в отцовском доме, где начал свое образование с изучения псалтыри, как это ранее было принято в Малороссии. В возрасте десяти лет худенького, болезненного вида Александра вместе с братом Данилой определили в Артиллерийский и Инженерный шляхетский кадетский корпус в Санкт-Петербурге, где они учились восемь лет. Несколько косноязычному от рождения Александру приходилось много заниматься самостоятельно. В корпусе он приобрел не только основательные знания в артиллерии и фортификации, но и окреп физически. В других науках и языках совершенствовался, уже будучи офицером, стараясь отдавать этому все свободное от службы время, много читал. В 1797 г. братьев Засядко одновременно выпустили из корпуса подпоручиками артиллерии в 10-й батальон, рас-



Боевые ракеты конструкции А. Д. Засядко: сверху — зажигательная, внизу — гранатная

квартированный в Херсонской губернии.

В то время вся Европа пришла в волнение, вызванное Великой французской революцией. Павел I послал фельдмаршала А. В. Суворова «спасти царей». Армия Суворова в 1799 г. вступила в Северную Италию, и здесь Данила и Александр Засядко начали свой боевой путь. За два месяца непрерывных боев Александру несколько раз приходилось участвовать в рукопашных схватках, трижды под ним убивали коня, дважды простреливали кивер. За удачно проведенный бой он «удосужился получить» похвалу от самого Суворова. За храбрость, проявленную при взятии крепости Мантуя, Засядко был произведен в капитаны самим фельдмаршалом.

В 1804—1806 гг. вместе с эскадрой вице-адмирала Д. Н. Сенявина братья Засядко участвовали в десантах на Ионические острова (Корфу, Тенедос). И здесь отвага Александра была отмечена — он награжден орденом. С 1807 по 1822 годы братья сражались против турок, а в 1812—1814 гг. участвовали в походах и сражениях против французских войск. Турецкие крепости Измаил, Туртукай, Рущук помнят его отвагу. Памятью об этих сражениях Александру остались золотая шпага с надписью «За храбрость» и ранение в колено левой ноги. Во время Бородинской битвы Александр

Засядко находился на батарее Раевского, подавая бомбардирам примеры храбрости и удали.

В числе многих битв и сражений с участием Александра Дмитриевича особое место заняло Лейпцигское сражение, известное как «битва народов». За героизм и отличия, выказанные тогда, полковник Александр Засядко, командовавший 15-й гвардейской бригадой, удостоился награждения орденом Святого Георгия третьего класса. Эта награда была тем более почетна, что в то время лишь два офицера Мишо и Винспьер во всей русской армии имели этот орден.

Но здесь, во Франции, роковая судьба разъединяет братьев — 20 января 1813 г. в сражении с французами при деревне Шемпобар Данила был ранен в голову и на пять лет попал в плен.

ПЕРВЫЙ РАКЕТОСТРОИТЕЛЬ РОССИИ

По возвращении русских войск из Франции бригада Александра Засядко расположилась в Подолии (область на Украине, с 1793 г. часть Российской Империи). В то время в военных кругах большой интерес вызывали так называемые «конгревовы ракеты». В начале XIX в. английский полковник инженер Вильям Конгрев, познакомившись с ракетами в Индии, организовал производство несколько усовершенствованной их модификации в Англии. Английские войска достаточно успешно использовали их в войне против Дании (1804), Франции (1807). В

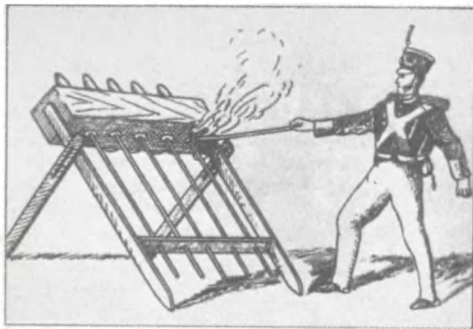
Европе хорошо знали об их применении, однако секреты их производства англичане держали в тайне.

Наиболее удачная «презентация» этого оружия состоялась в 1812 г. во время Лейпцигской битвы, где англичане в составе многонациональных сил (России, Пруссии, Швеции и др.) направили свои ракеты против наполеоновских войск. Эффект применения, который Александр наблюдал своими глазами, чрезвычайно заинтересовал его, и он поставил перед собой задачу вооружить этой новинкой русскую армию.

Имевший «основательные сведения» в физике, химии и механике, ознакомившись с результатами опытов в Дрездене и Париже, Засядко приступил к собственным работам в 1815 г. Однако для них были нужны деньги — на закупку материалов, оборудования, найма людей, — а их у Александра Дмитриевича не было. Продав доставшееся ему после смерти отца небольшое имение близ Одессы, Александр Дмитриевич на вырученную сумму оборудовал под лабораторию один из сараев, где и начал свои исследования. Опыты удались, и секрет «конгревовых ракет» был раскрыт.

Для этого Засядко был вынужден повторить путь, пройденный Конгрейвом. Для этого ему пришлось начать с вывода о том, что ракеты боевые, скорее всего, есть то же самое, что и фейерверочные. Изменив конструкцию последних и усовершенствовав их изготовление, он создал зажигательные и гранатные боевые ракеты 2-х, 2,5- и 4-дюймового калибра. После большого числа опытных пусков удалось увеличить дальность их полета до 2300 м.

Убедившись в успехе своих исследований, Александр Дмитриевич в апреле 1817 г. направил рапорт на имя барона Меллер-Закомельского с описанием своего изобретения. В этом рапорте он писал о легкости, дешевизне и необыкновенном удобстве в перевозке ракет, что составляет, по мнению изобретателя, «превосходство оных». При этом Засядко разработал рекомендации по применению нового оружия при обороне крепостей и побережий. При этом он высказал весьма оригинальную идею, которая впоследствии была воплощена в России. Поскольку порох делался и хранился во многих приграничных местах, — считал он, — то в войсках можно возить одни только железные листы для ракетных гильз, а ракеты изготавливать по мере надобности, таким образом предохраняя готовые экземпляры от порчи при перевозке. Для пуска ракет Засядко разработал станок оригинальной конструкции, отличавшийся от тяжелых, громоздких конгревовых лафетов простотой и легкостью.



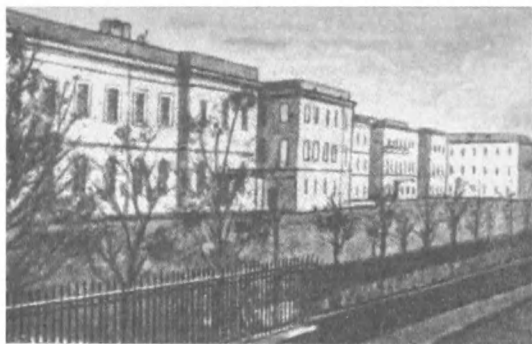
Удобный и простой станок для пуска ракет конструкции А. Д. Засядко

Рапорт Засядко был доложен императору. Александр был очень доволен бескорыстием изобретателя, который даже не требовал вознаграждения: «Слава Богу, есть офицеры, которые служат из одной только чести!» Засядко был направлен в Могилев в главную квартиру (главный штаб) армии фельдмаршала М. Б. Барклая-де-Толли для того, чтобы продемонстрировать офицерам и фейерверкерам способы изготовления и использования нового оружия.

За эти работы и «в вознаграждение отличнейших познаний» Барклай-де-Толли хлопотал в 1818 г. Александру Дмитриевичу Засядко производство в генерал-майорский чин.

НАЧАЛЬНИК УЧИЛИЩА

Летом 1820 г., будучи уже назначенным дежурным генералом 2-й армии, в Одессе Александр Дмитриевич женился на дочери местного градоначальника девице Елизавете Максимовне Грессер. Но спокойная семейная жизнь продолжалась недолго — 25 ноября генерал-майор Засядко получил императорский приказ прибыть в Санкт-Петербург. Здесь ему было поручено возглавить учреждаемое там Артиллерийское училище, а также управление петербургскими арсеналами, пиротехнической лабораторией и Охтенским пороховым заводом.



Корпуса Артиллерийского училища на набережной Невы в Санкт-Петербурге, выстроенные в 1822 г. под руководством генерала Засядко. Многие годы он руководил училищем, сделав его одним из лучших учебных заведений России

Так перед Засядко открылось новое поле деятельности, совершенно меняющее ритм его прежней жизни. Он писал своему давнему сослуживцу, генералу А. Н. Киселеву: «С бивуаков посадили меня за дела письменные и ученые». Но он со всем жаром своей души принялся за новую работу.

Первоначально училище не имело своего помещения и Засядко энергично взялся за строительство комплекса новых зданий. И в 1822 г. на набережной Невы у Литейного моста выросли корпуса, стоящие до сих пор. Они вмещали помещения для занятий, для отдыха, учебные лаборатории, библиотеку, столовую для юнкеров. К средствам, отпущенным на строительство, Засядко относился чрезвычайно бережливо и на сэкономленные деньги добился приобретения для училища необходимых физических приборов и несколько сотен томов книг для библиотеки.

И хотя Засядко «исправлял» многие должности, училище все же было главным предметом его заботы. Стремясь довести преподавание в нем до возможного совершенства, заботясь о вверенных ему юношах, как о своих детях, Александр Дмитриевич добился того, что училище стало считаться образцовым. Впоследствии, в середине XIX в. на базе училища была образована Михайловская артиллерийская академия.

В период руководства Охтенским пороховым заводом и пиротехнической лабораторией Засядко сделал ряд изобретений, в частности, разработал **пороховую мельницу**, которая предотвратила частые ранее взрывы при производстве пороха. Помимо

этого, он изобрел орудийный **калибромер** и **лафет** с пушкой для обороны крепостей.

Кроме того, Засядко занимался опытами с отливкой орудий, исследуя свойства металлов, а также изучением возможности многократной отливки новых артиллерийских орудий из старых. К числу его изобретений принадлежит переносное устройство для передвижения орудий особо крупного калибра и других тяжестей.

Засядко не забывал и о ракетной технике. В училище был введен курс о ракетах, а при училище образована учебная ракетная батарея. Руководя училищем, генерал Засядко оставался храбрым офицером, и бескорыстным человеком. Однажды в апреле 1822 г. случился пожар жилого дома, расположенного поблизости от пиротехнической лаборатории и ее складов со снарядами. Засядко, не обращая внимания на опасность, лично руководил тушением пожара и спасением боеприпасов. После пожара лабораторию и склады перенесли подальше от города, вверх по Неве, и друзья посоветовали Засядко выпросить у императора освободившееся место для себя, ведь оно могло принести немалый доход. Но Александр Дмитриевич отказался от этого выгодного предложения и вместо этого составил свое предложение по устройству на этом месте лагеря для училища с разбитым при нем садом. «Это было бы полезно для здоровья юнкеров,— говорил он,— и, вместе с тем, лагерь был бы близ самого заведения».

Об отношении Засядко к порученному ему делу говорит следующая история. На него было возложено распоряжение постройкой и оборудованием арсенала. Усердием генерала он был приведен в образцовый порядок и стал гордостью артиллерийского ведомства и его руководителя, великого князя Михаила Павловича. Арсенал посещали многие высокопоставленные иностранные лица, приезжавшие в столицу, но лучше всех, правда, несколько по-женски, высказалась великая княжна Анна Павловна: «Это не арсенал, а магазин галантерейных вещей!».

В период службы Александра Дмитриевича в Петербурге семья переехала в столицу, и 5 февраля 1821 г. здесь родился его первенец, названный в честь императора Александром, а воспитателем его был сам великий князь Михаил Павлович. Субботними вечерами в петербургскую квартиру Александра Дмитриевича наведывались его боевые друзья, в основном боевые офицеры, с которыми он делил невзгоды в русско-турецкую войну и кампанию 1812 г.— композитор А. А. Алябьев, писатели, братья Сергей и Федор Глинки.

Составлялись спонтанные музыкально-литературные вечера, где сам Александр Дмитриевич немного музицировал, а его супруга исполняла романсы.

В апреле 1826 г. Засядко отправился в Крым для лечения и там же получил за отличную и усердную службу орден Св. Владимира 2-й степени. По возвращении в Петербург в конце 1826 г. он был назначен начальником штаба генерал-фельдцейхмейстера (командующего артиллерией).

С 1 января 1827 г. с прежней неукротимой энергией и неусыпной ревностью, не щадя себя, принялся он за свою новую обязанность. Это время стало началом нового этапа развития артиллерии, и Россия не хотела отставать от других государств. Став начальником штаба, Засядко провел срочную техническую реорганизацию этого рода войск. По это приказу были сняты с вооружения устаревшие, неповоротливые «единороги», орудия, появившиеся в русской армии еще во времена Ивана Грозного. Стал генерал Засядко и инициатором организации в Петербурге на Волковом поле специального «ракетного заведения», предназначенного для промышленного производства боевых ракет.

В 1828 г. началась русско-турецкая война. Засядко находился с армией вначале в Молдавии, а потом в Валахии, при взятии русскими войсками турецких крепостей Браилова, Варны, Шумлы. Организовав в войсках в г. Тирасполе производство боевых ракет, он активно применял их в боевых действиях — за время войны их было изготовлено 9745 штук. За успешное руководство артиллерией в войне в 1829 г. Засядко стал генерал-лейтенантом.

ПЕНСИОНЕР

Во время военных действий Александру Дмитриевичу приходилось месяцами находиться под открытым небом, часто без сна и пищи. Все это резко ослабило и без того расстроенное здоровье.

После троекратного в короткое время апоплексического удара в 1830 г. Засядко вынужден был просить отпуск и весной 1831 г. переехать в Москву для лечения местными минеральными водами. Но это не помогло, и он был вынужден перебраться в октябре 1832 г. в Харьков, ближе к родному уголку: в 80 верстах от Харькова находилась деревня его жены. Сюда же переехало и все расширившееся его семейство — после Александра у Засядко родились еще 5 сыновей и две дочери.

Пребывание в Харькове не принесло серьезного улучшения здоровья и в ноябре

1832 г. Засядко решил отправиться на Кавказские воды. Но здоровье его не поправилось, и здесь в апреле 1834 г. он вынужден был написать прошение об отставке, и в мае того же года получил ее. Так окончился 37 лет беспорочной службы славного русского генерала.

Уйдя на покой, Александр Дмитриевич остался в Харькове безвыездно до конца своей жизни. Можно сказать и безвыходно, поскольку почти не покидал своего дома. Его навещали лишь самые близкие люди и изредка старые боевые товарищи. Он проводил время, не смея из-за здоровья ни о чем серьезно размышлять. Любой посторонний резкий звук, даже шелест страниц раздражал его. Только в ясную теплую погоду его можно было видеть с палкой в руке, медленными шагами бредущего по тротуарам города, закутанным в теплые вещи. Лишь по георгиевскому кресту и уважительным приветствиям жителей города можно было узнать бывшего бесстрашного воина и известного ученого.

В последние годы жизни пожилого генерала занимала мысль, как облегчить плавание через Днепровские пороги. Собрав все сведения, весной 1837 г. он отправился к порогам, обозрел местность и нашел, что действительно можно обеспечить свободное плавание с помощью изобретенной им машины. К сожалению, эта поездка, от которой он ожидал много пользы, еще более подорвала его здоровье.

Последние четыре месяца жизни Александра Дмитриевича прошли в борьбе с жестокими страданиями. Печальными были последние дни этого мужественного человека. Свои страдания Александр Дмитриевич пытался подавить силой воли и скрыть от своего семейства. Но рок был неумолим. Незадолго до смерти Александр Дмитриевич потребовал, чтобы его перевезли в Куряжский монастырь, что располагался в 9 верстах от Харькова. Современники Засядко с грустью вспоминали, как его на руках вынесли из дома и, усадив в карету, повезли шагом в монастырь. Через неделю, 27 мая 1837 г., Александр Дмитриевич Засядко скончался.

За вклад этого выдающегося русского человека в развитие ракетной техники, за заслуги перед Отечеством именем Засядко назван один из кратеров на Луне.

П. И. КАЧУР

Остров, рожденный в океане?

Ю. С. ГЕНШАФТ,
доктор физико-математических наук
Институт физики Земли РАН

ИСЛАНДИЯ ГЛАЗАМИ ГЕОЛОГОВ И ГЕОФИЗИКОВ

Если Бог создал Землю за семь дней, то Исландия, наверное, была создана за последние полчаса творения. В ней будто аккумулирован весь опыт создателя. Все, что было вложено в континентальную и океаническую твердь, было брошено его рукой на этот пятак суши. Но была ли эта крошечная часть Земли всегда сухой, или она возникла из океанических пучин при мощных геодинамических процессах?

За последние четверть века в Исландии работали, по крайней мере, четыре комплексные геолого-геофизические экспедиции Академии наук СССР. Самые значительные геофизические данные, полученные методами взрывной сейсмологии, показывают, что земная кора здесь не похожа ни на континентальную, ни на океаническую. Для нее в основном характерна отчетливая слоистая структура (границы

слоев наклонены к середине острова, где расположена неовулканическая зона). Верхние три слоя по геофизическим характеристикам, несомненно, принадлежат земной коре. Более же глубокий четвертый слой — настоящая загадка для исследователей. Скорость сейсмических волн в нем (7,2 км/с) и плотность (3,1 г/см³) слишком велики для вещества коры, но малы для пород верхней мантии. Может быть, земная кора Исландии по мощности и составу приближается к океаническому типу? Но тогда откуда, помимо нормальных для океанического дна базальтов, здесь много кислых магматических пород — риолитов, дацитов, гранофириров? Не возникли ли они в результате переплавления древней континентальной коры?

Ученые знают, что химический состав изверженных горных пород теснейшим образом связан с тектонической обстановкой, в которой развиваются магматические процессы. Относительно бо-

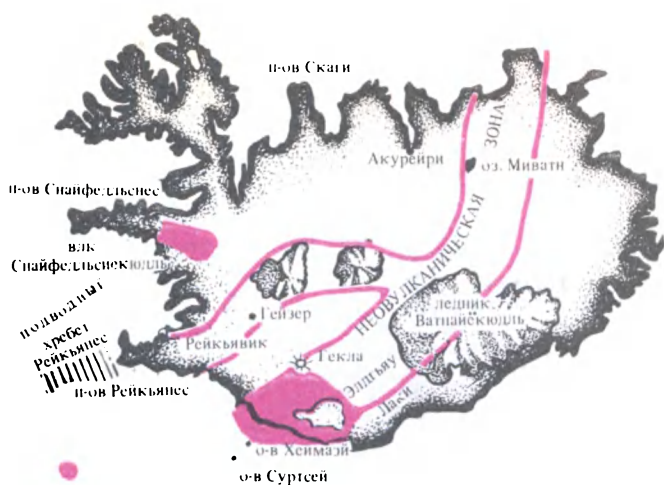
гатые кремнеземом породы толейитовой серии обычно встречаются в океанических рифтах и слагают под осадками океаническое дно. Породы с меньшим содержанием кремнезема и обогащенные щелочными элементами (натрием и калием), принадлежащие к щелочно-базальтовой серии, более характерны для структур с утолщенной корой — континентов, океанических островов. И, наконец, породы известково-щелочной серии, распространенные в островных дугах и в горных областях на континентах, часто имеют повышенное содержание окиси алюминия.

В Исландии породы всех этих серий встречаются не где попало, а достаточно закономерно распределяются относительно зон высокой тектоно-магматической активности. Вдоль неовулканической зоны с севера на юг толейитовые породы сменяются железистыми переходного типа, а на самом юге появляются вулканические породы щелочно-ба-

зальтовой серии, которые словно выплескиваются за пределы рифтовой неовулканической зоны. Еще в одном месте новейшей структуры Исландии встречается этот петрохимический тип магматических пород — на полуострове Снайфедльнес. Железистый же переходный тип, приближающийся к щелочному, а не толейитовому, доминирует на северном полуострове Скаги.

По своей глубинной структуре Исландия — аномальное пятно между срединно-океаническими хребтами на юге и севере (Рейкьянес и Колбенсей) и Гренландско-Исландским и Фарреро-Исландским порогами на западе и востоке. Последние, как громадные валы, отделяют котловины северной части Атлантики от центральной и, словно гигантский мост, соединяют древние континентальные структуры Гренландии и Северной Европы. Со всех сторон под структурами, окружающими Исландию, прослеживается подошва земной коры и переход к «нормальной» мантии (скорость упругих волн — 8,1–8,3 км/с). И только под самой Исландией эту границу найти не удалось. По геохимическим данным, однако, можно сделать предположение о наличии под островом «горячей точки» — восходящего из глубины потока тепла и вещества. Спутниковые космические наблюдения выявили здесь в нижней мантии гравитационную аномалию. Так что своеобразное геодинамическое развитие Исландии, возможно, сопряжено с существованием этого глубоко залегающего источника.

Многочисленные проблемы, связанные со строением территории Исландии, побудили ученых организовать туда в 1985 г. очередную комплексную геолого-геофизическую экспедицию



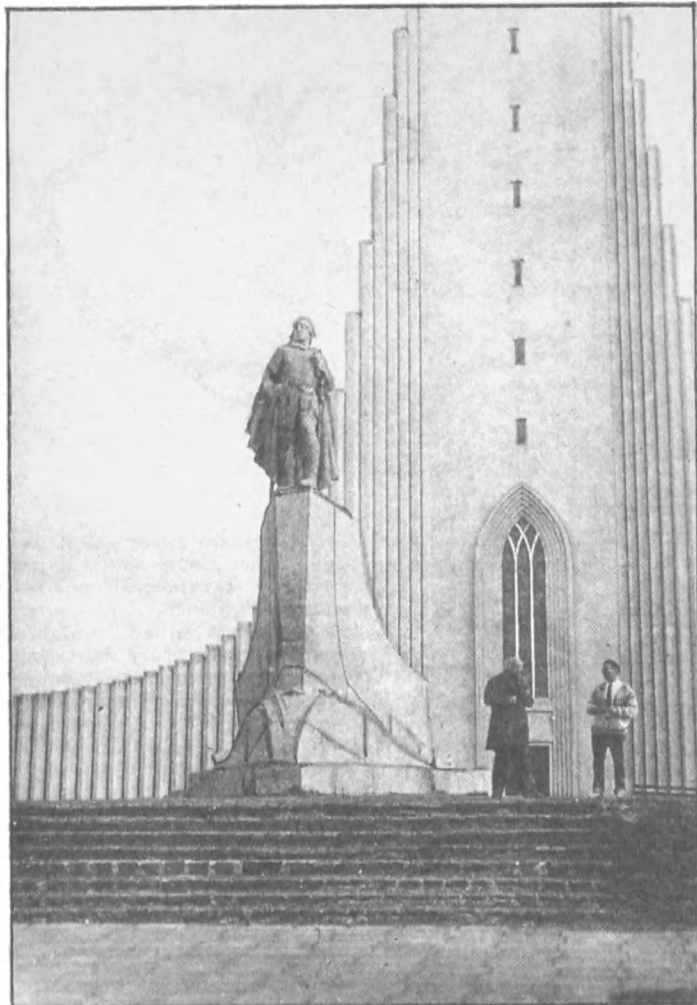
АН СССР. Геофизическая часть исследований проводилась под руководством начальника экспедиции члена корреспондента АН СССР Л. Н. Рыкунова. Предполагалось выявить здесь «горячие» и «холодные» гидротермальные структуры в верхней части земной коры — сначала методом взрывной сейсмологии, а затем регистрацией сейсмического шума (что оказалось даже более эффективным — позволило построить трехмерную модель тектонически активных разломных зон в многочисленных мелких структурах региона). В Исландии, где основное, если не единственное, богатство недр — горячие подземные воды, работы эти имели и важное прикладное значение. О работе геологического отряда речь пойдет дальше.

СТРАНА ВУЛКАНОВ И ГЕОТЕРМ

Древние сказания повествуют: первым поселенцем на острове стал в 874 г. норвежец Ингольвюр Арнарссон, построивший свой дом на месте нынешней столицы Исландии — Рейкьявика. Осваивали остров выходцы из Норвегии — викинги и жители Британских островов.

Геологическая структура Исландии. Зона современной вулканической активности проходит широкой полосой от южного до северного берега с ответвлением к полуострову Рейкьянес. Выходы на поверхность вулканических щелочно-базальтовой серии показаны цветом. Остальная территория покрыта вулканическими породами толейитовой серии.

Вплоть до середины нынешнего столетия в стране сохранялся древний уклад жизни, основными занятиями исландцев были рыболовство и скотоводство. Переломным моментом в судьбе страны стала вторая мировая война. В 1944 г. Исландия обрела независимость, а до того более 680 лет это была зависимая от Норвегии и Дании территория. Приток иностранного капитала после вхождения Исландии в НАТО и создание крупнейшей в Северной Атлантике военно-воздушной базы на западной оконечности полуострова Рейкьянес способствовали преобразованию облика страны. Сегодня Исландия поражает взгляд красотой и удобствами своих невысоких жилищ, украшенных цветами



Скульптурное изображение Лейфа Эриксона — выходца из Исландии, открывшего еще до Колумба Северную Америку. Скульптура — дар американского народа исландцам в честь 1000-летия основания альтинга (местного парламента). Установлена в центре Рейкьявика

и удачно вписанных в ландшафт. Глядя на эту картину, даже трудно поверить, что по числу автомобилей и компьютеров на душу населения, по насыщенности сов-

ременной агротехникой, по общему жизненному уровню Исландия занимает одно из первых мест в мире...

На протяжении столетий исландцы пережили немало землетрясений и извержений вулканов. В 1783 г. юго-западнее самой большой в Исландии ледовой шапки Ватнайекюдль произошло самое крупное на памяти людей трещинное извержение на Земле. Исторические документы свидетельствуют, что в результате этой природной катастрофы на острове погибло около 22 % населения и до 70 % скота. Продукты извержения этого трещинного вулкана

Лаки покрыли не только всю территорию Исландии, но даже достигли берегов... Африки. А когда уже в нашем столетии (1947 г.) произошло одно из многочисленных извержений Геклы, пепел выпал на границе Финляндии с нашей страной.

В конце 1963 г. южнее Исландии и группы островов Вестманнаэйяр началось извержение подводного вулкана, приведшее к рождению нового острова (к концу извержения в 1967 г. остров, названный Суртсей, имел уже площадь около 4 км²). В 1973 г. внимание всего мира было вновь приковано к Исландии. В ночь на 23 января жителей маленького городка на острове Хэймаэй разбудил грохот, все было освещено заревом, раскаленная лава фонтанами взметнулась над трещиной, протянувшейся от пробудившегося вулкана к морю. На город обрушился град раскаленных камней и пепла. Если бы не самоотверженные усилия жителей города, не миновать бы ему участи древних итальянских городов Геркуланума и Помпеи. Извержение продолжалось более года. Сегодня только красочные открытки и фильмы напоминают об этом событии. Да рядом с отелем как напоминание о трагедии сохранено несколько домов, полузанесенных и раздавленных лавой...

Исландия находится у самого полярного круга, но теплый Гольфстрим и собственное тепло недр смягчают климат. Уже более 60 лет исландцы активно выкачивают горячую воду из скважин для обогрева и выработки электроэнергии. Рейкьявик — единственный город на Земле, где тротуары подогреваются зимой. В теплицах и оранжереях выращиваются овощи и цветы, а в известном своими геотермальными городке Хверагерди — даже бананы.

ПОРОДЫ ИСЛАНДИИ ОБРАЗУЮТСЯ В МАГМАТИЧЕСКИХ ОЧАГАХ

В геологический отряд нашей экспедиции, кроме автора этой статьи (руководителя отряда), входило еще двое — А. Я. Салтыковский и А. А. Краснов. Мы должны были собрать образцы горных пород, слагающих глубинные недра региона и вынесенных в виде ксенолитов на поверхность во время извержений. Эти чуждые вмещающим магматическим породам кристаллические образования — прямые свидетели физико-химических процессов в земной коре и верхней мантии Земли. О некоторых находках ксенолитов в вулканических породах Исландии мы уже знали по научной литературе. В конечном счете нам следовало определить вещественный состав глубинных слоев, выделенных ранее по геофизическим данным, и понять природу процессов, которые привели к такому разнообразию типов изверженных пород.

Итак, летом 1986 г. на территории Исландии начался новый этап полевых работ российских ученых. Свой первый маршрут мы выполнили 11 августа на полуострове Снайфедльснес и недалеко от города Олафсвик сразу же нашли разнообразные по внешнему виду включения в карьере мощного лавового потока. находка побудила нас отправиться в дальние маршруты на полуострове. Но 16 августа произошла трагедия. Во время очередной поездки по лавовому полю А. А. Краснов, сидевший за рулем арендованного джипа, не справился с управлением и машину выбросило из колеи. А. А. Краснов и я с переломами оказались в столичном госпитале. А. Я. Салтыковский, к счастью, не получивший



повреждений, должен был в одиночку добираться с грузом в Рейкьявик. Через неделю, благодаря усилиям местных врачей, мы уже занимались просмотром и описанием собранных образцов, а 17 сентября снова выехали в маршруты. Но спустя четыре дня при возвращении из очередного маршрута в результате острого сердечного приступа скоропостижно скончался А. А. Краснов — наш близкий коллега, давний товарищ и ветеран экспедиции в Исландии...

В течение 1987—91 гг. отряд, пополнившийся сначала М. М. Саттаровым, а затем В. Ю. Пикиным, занимался сбором образцов глубинных горных пород. Сначала это были только ксенолиты. Но очень быстро мы поняли, что таких глубинных пород, которые мы раньше собирали в континентальных областях — на Камчатке, в Байкало-Монгольском регионе, на Кавказе, — здесь найти не удастся. Почти полными аналогами ксенолитов оказались породы интрузивных массивов, обнаженных в приподнятых участках восточных и западных районов острова.

После шести лет полевых и лабораторных работ с исландскими образцами мы можем определенно сказать, что «заглянуть» глубже точ-

Край застывшего лавового потока, наступавшего на город Вестманнаэйер в 1973 г. Почти раздавленный лавой дом оставлен как напоминание об этом катастрофическом событии

но установленных трех верхних слоев земной коры нам все же не удалось. По-видимому, самые глубинные горные породы, частично метаморфизованные, образуются на глубине около 8 км, ксенолиты же и другие типы включений — на меньшей глубине, где располагаются магматические очаги внутри земной коры.

Изучение собранной коллекции образцов показало: в формировании вещественного состава земной коры Исландии главную роль сыграла магматическая дифференциация, которая происходит при кристаллизации расплавов в магматических очагах. Кристаллизуясь, минералы слипаются друг с другом и образуют кристаллические кумулаты. Подобные «родственные» включе-

ния в изобилии встречаются в вулканитах Исландии. От того, какие именно минералы кристаллизуются и в каких объемных соотношениях, сильно зависит химический состав остаточного, нераскристаллизованного расплава.

В те годы, когда мы собирали в Исландии образцы глубинных пород, в Москве, в Институте геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского, А. А. Кадик, О. А. Луканин с сотрудниками проводили экспериментальные лабораторные исследования кристаллизации базальтовых расплавов в смоделированных условиях, близких к природной «исландской» ситуации. Побуждали их к этому исследования, еще раньше выполненные в институте А. И. Поляковым и Н. С. Муравьевой и показавшие, что процессы кристаллизации играли ведущую роль в образовании всего «спектра» вулканических пород в Исландии. Результаты экспериментов, подчеркнем это, почти полностью совпали с происходившим в природе. В частности, установлено, что разнообразные по химическому составу базальтовые породы Исландии, действительно, скорее всего образовывались при кристаллизации магм в очагах, лежащих на небольших глубинах в земной коре. Вывод этот хорошо подкреплялся данными геофизических наблюдений за магматическими очагами под вулканами Гекла и Крабла.

Исландские коллеги пытались решить с нами следующую проблему: ксенолиты встречаются в породах верхней мантии в Монголии, Забайкалье, в вулканических районах Восточной Европы. Почему же в Исландии невозможно найти ни одного образца ультраосновных пород мантии? Быть может, земная мантия под Исландией состоит из иных

по составу пород?

Этому удивительному на первый взгляд факту мы даем простое объяснение. Во-первых, не могут выноситься на поверхность породы, залегающие глубже магматического очага. А в Исландии, как помнит читатель, такие очаги располагаются на малых глубинах в земной коре. Во-вторых, если магмы и поднимаются с больших глубин, их излияния приурочены к мощным расколам земной коры в условиях сильных растяжений. При этом породы кровли очага не дробятся и в лаву не попадают обломки вещества верхней мантии и земной коры. Таким образом, расположение магматических очагов на малой глубине и условия трещинных излияний — вот причины отсутствия ксенолитов мантии в вулканических породах.

Что сильные горизонтальные растяжения действуют, по крайней мере, в близкоповерхностных структурах Исландии, нет никакого сомнения. Особенно когда видишь широкие трещинные долины в лавовых полях Тингведлира вокруг самого большого в Исландии озера Тингвидлаватн или растасканные глыбы платобазальтовых наслоений в северной части неовулканической зоны (это

место называется Асбирги). Наконец, этим же растягивающим силам обязаны гигантские трещинные излияния, подобные Лаки или Элдгьяу. Последняя — тридцатикилометровая трещинная долина шириной более полукилометра — привлекает еще и красивейшим водопадом Офаеруфосс с естественным каменным мостом, висящим над низвергающимся потоком воды.

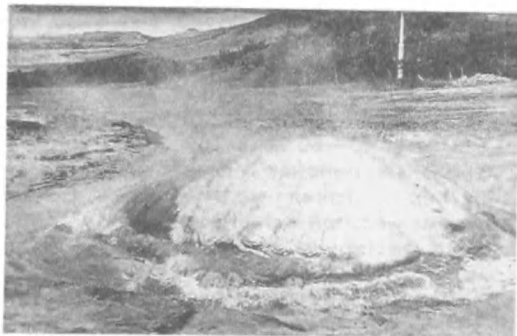
ВОДНЫЕ «ДОСТОПРИМЕЧАТЕЛЬ- НОСТИ»

Они притягивают туристов, пожалуй, не меньше, чем вулканы. Водопады, гейзеры, прозрачные озера с маленькими айсбергами, шумящие термальные поля, широкие языки ледников, спускающиеся ледопадами прямо к побережью или шоссе на дорогах — все это можно увидеть в Исландии.

На реке Йеkjюдльсау-ау-Фьедлум находится каскад

Включения глубинных пород земной коры — ксенолитов — в базальте (видны как светлые пятна)





Рождение гейзера. В течение нескольких минут его кратерная воронка заполняется горячей водой, поступающей из недр. Внезапно вздувается пузырь и, наконец, мощная струя взмывает вверх

водопадов, среди которых крупнейший в Европе — Деттифосс. К самым популярным и красивым относятся Годифосс («Божественный водопад»), Скогафосс («Лесной водопад»), Сварттифосс («Черный водопад»), Гудльфосс («Золотой водопад»). Последний пользуется особой популярностью. Некогда он вместе с прилегающими к нему землями принадлежал иностранцу. Жительница этих мест Сигридур Томасдоттир вернула эту природную жемчужину своему народу — выкупила водопад. Теперь камень с барельефом патриотки и выбитым на нем текстом, повествующим об этом событии, стоит на площадке, с которой открывается замечательный вид на двухступенчатый 70-метровый водопад и ущелье реки Хвитау.

Вблизи этого места, вдоль дороги тянется другое природное чудо Исландии — активное термальное поле с множеством «кипящих» источников, самый знаменитый из которых — Большой Гейзер (именно отсюда и пошло само название «гейзер»).



Большой Гейзер начал «работать» 700 лет назад после землетрясения, и его активность сильно менялась с течением времени. Сейчас,

чтобы он задействовал, к приезду большой группы туристов или по каким-либо торжественным поводам в чашу Большого Гейзера вы-

ливают большое количество жидкого мыла. Под мыльной пленкой увеличивается давление пара, и вода из канала взмывает ввысь, достигая высоты 40—60 м ...

В разных районах Исландии видна яркая картина гидротермальной активности недр. Естественно, сосредоточена эта активность в областях новейшего вулканизма — на полуострове Рейкьянес, в окрестностях Геклы, озера Миватн. Горячая вода часто образует естественные небольшие водоёмы, где можно купаться круглый год.

ПОД ИСЛАНДИЕЙ — РАСПЛАВЛЕННАЯ МАНТИЯ

В поисках глубинных пород земной коры Исландии мы объехали весь остров, за исключением разве что почти недоступных, незаселенных центральных горных районов. Помогали в наших маршрутах превосходные крупномасштабные геологические карты страны и... речная галька. Многочисленные реки, размывая отложения своего русла, выносят в устье обломки пород. Осмотр гальки и более крупных валунов позволил определять, с чем мы можем встретиться в окрестностях рек. Таким образом, удавалось обнаруживать не нанесенные на карты небольшие интрузии габбро и гранофиоров и вулканические тела с ксенолитами.

Работы в Исландии привели нас к окончательному убеждению, что земная кора этого острова сложена не только излившимися в разное время вулканическими породами, но и магматическими телами, полностью закристаллизованными в недрах острова. Иными словами, мы как бы нашли вещественные доказательства, с помощью которых подтвердили справедливость идеи о большой роли инт-

рузивных пород в строении и составе глубинных областей земной коры Исландии. С одной стороны, об этом свидетельствовали многочисленные выходы интрузий на поверхность, а с другой — большая доля таких пород среди найденных глубинных включений в вулканитах разного возраста.

Лабораторные исследования собранных образцов позволили конкретизировать вещественный состав глубинного, третьего слоя земной коры Исландии. Оказалось, что величинам плотности и скорости упругих волн в породах, предполагаемых здесь по геофизическим данным, лучше всего соответствуют реальные породы, найденные среди включений в третичных дацитах Кроуксфюрда и в различных интрузиях. Это железистые и метаморфизованные амфиболитовые габбро. находка последних и их «привязка» к глубинным слоям земной коры подкрепила точку зрения, что кислые магмы образуются самостоятельно — в результате подплавления метаморфизованных интрузивных пород базальтового состава на глубине не более 8—10 км.

А какие же породы глубже? Пока трудно ответить на этот вопрос однозначно. Во всяком случае зарегистрированные в различных областях Исландии очень высокие значения теплового потока и данные магнитотеллурического зондирования позволяют предположить, что на глубине 20—25 км (в пределах верхней части четвертого геофизического слоя) температура достигает 1200 °С. Если это действительно так, то любое вещество базальтового состава должно быть на этой глубине почти полностью расплавленным. Поскольку нет пока никаких данных о таком состоянии вещества этого глубинного уровня, приходится делать вывод о частич-

но расплавленном ультраосновном веществе мантии. Но достаточно «понизить» температуру на 100—150 °С, как породы основного состава в сухих, или безводных, условиях будут находиться уже в кристаллическом состоянии. И в этом случае можно говорить о принадлежности хотя бы верхней части четвертого слоя к земной коре.

Мы не нашли прямых свидетельств того, что когда-то на месте Исландии был континент. Хотя и получили косвенные данные в пользу существования континентальных структур утолщенной земной коры в третичное время. По некоторым химическим характеристикам глубинные породы третичного возраста оказались очень похожими на интрузии, образованные на континентах. Тогда как включения в молодых лавах по тем же самым характеристикам подобны породам из океанических областей. Создается впечатление, что в течение последних 10—15 млн. лет в этом регионе существенно перестроились и глубинная структура, и физико-химические условия магмообразования.

В основном программа наших исследований в Исландии выполнена. Нам удалось прочесть следующие несколько страниц геологической летописи этого северного острова. Но до ее полного понимания еще очень далеко. Наука тем и хороша, что всегда оставляет неосвоенные поля и нехоженые дороги для любителей путешествия в неизведанное.

Вторая комета «Джотто»

Г. Х. ШВЕД
Европейское Космическое Агентство (ESA)

Изучение строения и химический состав комет дает нам не только ключ к познанию происхождения Солнечной системы Земли, но и, возможно, образования звезд. Кометы служат еще и «космическими лабораториями», где мы можем исследовать происходящие в них магнито-гидродинамические процессы. Эти процессы наблюдаются в горячих газах или в плазме, содержащей заряженные частицы или ионы, движущиеся вдоль силовых линий магнитных полей, так что газовые облака частично или полностью контролируются этими полями.

Исследования по проекту «Расширенная миссия Джотто» (Земля и Вселенная, 1992, № 6, с. 38.— Ред.) дали новые превосходные сведения, в том числе о взаимодействии солнечного ветра с немагнитным космическим телом.

До настоящего времени космические полеты позволяли нам получать как бы моментальные снимки трех из миллиардов комет, имеющих, по-видимому, как различную природу, так и происхождение и физическую историю. Комета Григга-

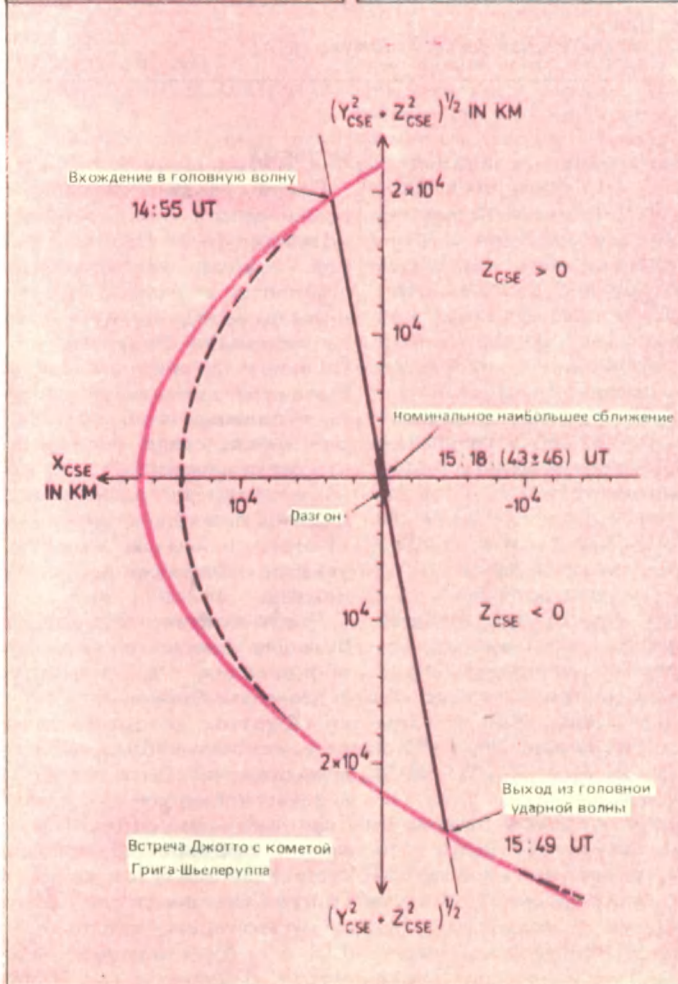
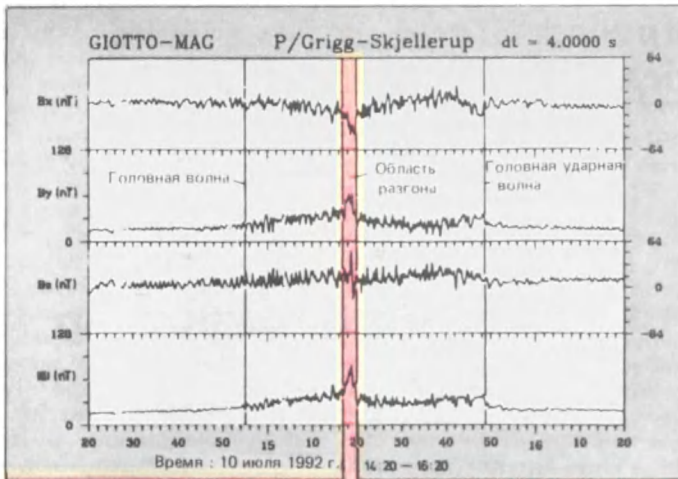
Скьеллерупа, известная с 1902 г. из семейства Юпитера с периодом обращения 4,9 года, относится к старым, отличающимся несильным выделением газов (6×10^{27} мол/с). По этому признаку она уступает и комете Джакобини-Циннера (газовыделение $2 \cdot 10^{28}$ мол/с) — первой комете, изученной с борта космического аппарата [Международного исследователя комет, International Comet Explorer — ICE] 11 сентября 1985 г., и с гораздо более активной кометой Галлея (газовыделение $6,9 \times 10^{29}$ мол/с), удостоившейся визита целой эскадры космических аппаратов, включая «Джотто» в период с 6 по 25 марта 1986 г. (Земля и Вселенная, 1986, № 1, с. 25; № 5, с. 5; 1987, № 2, с. 4— Ред.)

Сравнительное изучение этих трех комет было главной целью при планировании «Расширенной миссии Джотто» [Giotto Extended Mission]. Результатом исследований кометы Григга-Скьеллерупа в рамках этого проекта стало существенное расширение наших знаний о взаимодействии солнечного ветра с кометами.

ВСТРЕЧА

После второй активации космического аппарата «Джотто» 4 мая 1992 г. научной группе эксперимента пришлось запастись терпением до середины июня, когда мощность бортовых источников питания стала достаточной для начала работы отдельных приборов. Через месяц стало очевидно, что состояние аппаратуры не изменилось по сравнению с первым его «оживлением» в 1990 г., и мы не сможем увидеть изображения ядра кометы.

Чтобы получить возможно большее количество научной информации, к моменту встречи все бортовые датчики «Джотто», которые могли дать сколько-нибудь значимые сведения, были задействованы, несмотря на то, что бортовые мощности работали на пределе возможностей. Расстояние от кометы Григга-Скьеллерупа до Солнца в это время составляло 1,01 а. е. (при встрече с кометой Галлея оно было 0,9 а. е.), что уменьшило мощность источников тока в солнечных батареях на 20 % по сравнению с предыдущей встречей. Но научные дан-



Измерения солнечного ветра и параметров кометной плазмы прибором ГРА 10 июля 1992 г. между 11 и 20 часами всемирного времени

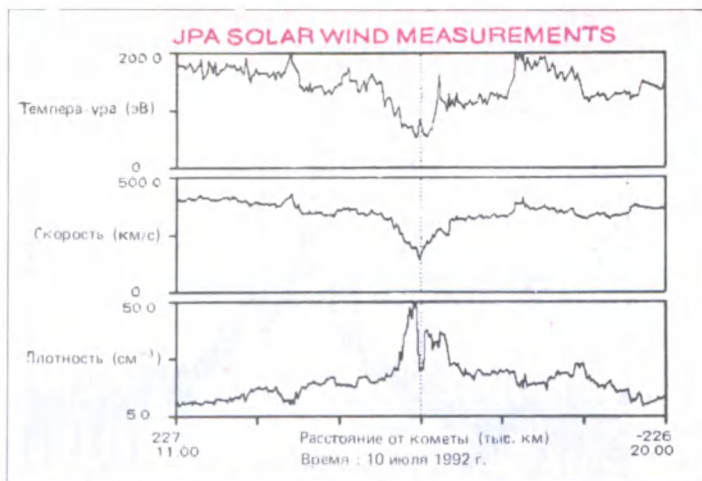
ные, принятые от всех работоспособных приборов, полностью оправдали это решение.

Гораздо меньшая скорость сближения кометы Григга-Скьеллерупа, чем кометы Галлея с космическим аппаратом (14 км/с), и угол около 70° между осью его вращения и вектором средней скорости означали, что частицы кометной пыли ударялись о защитный противопылевой экран «Джотто» почти касательно, и панели солнечных батарей, смонтированные на цилиндрическом корпусе корабля, были совершенно не защищены от набегающих пылинок.

Вечером 9 июля 1992 г. весь комплекс бортовой аппаратуры был готов «ощупывать и обнюхивать», но, к сожалению, не видеть ядро кометы.

Экспресс-информация, полученная группой специалистов Европейского центра космических операций (близ Франкфурта) и Европейской южной обсерватории в Ла Силья (Чили), показывала, что за дни непосредственно перед встречей КА с кометой яркость ее увеличилась, а свечение приобрело красноватый оттенок (явное указание на выброс пыли из ядра). Кома достигла диаметра в 20 000 км, и у кометы появился даже слабый хвост. Все это позволяло надеяться на успешные результаты встречи, которая, согласно расчетам, должна была произойти на минимальном расстоянии 600 км.

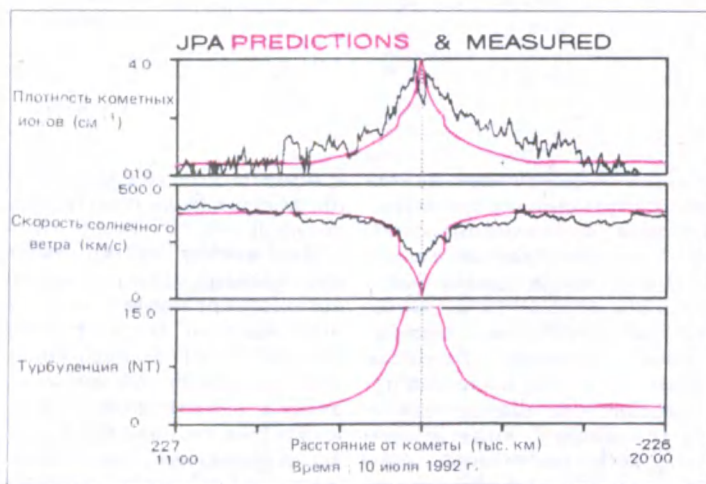
Данные о векторе магнитного поля, усредненные за 4-секундные интервалы, привязанные к траектории «Джотто» в период встречи с кометой Григга-Скьеллерупа, в кометоцентрических солнечных эклиптических координатах. Параболоид (сплошная линия) и поверхность постоянной массовой нагрузки (прерывистая линия) с отметками пересечения головной волны внутрь и головной ударной волны наружу



НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Джонстоновский плазменный анализатор (JPA) на борту «Джотто» обнаружил первые признаки кометы, а именно захват ионов группы воды (и ее полимеров) на расстоянии 440 000 км от ядра. Основной процесс в ходе взаимодействия солнечного ветра с кометой — эффект массовой нагрузки — состоит в передаче импульса от кометных ионов частицам солнечного ветра. Нейтральные молекулы кометного происхождения ионизируются солнечным излучением уже на больших расстояниях от ядра. Как только эти довольно массивные ионы внедряются в поток солнечного ветра, они ускоряются межпланетными электрическими полями на циклоидальные орбиты, двигаясь перпендикулярно магнитному полю. Энергию и импульс кометные ионы получают от солнечного ветра, который в результате этого тормозится, и притом все сильнее по мере приближения к комете.

Эффект массовой нагрузки ясно проявляется в измерении уменьшении скорости частиц солнечного ветра. Прибор JPA зарегистрировал также и изменение направления вектора скорости солнечного ветра вблизи внутренних частей комы. Из этих измерений экспериментаторы определили ско-

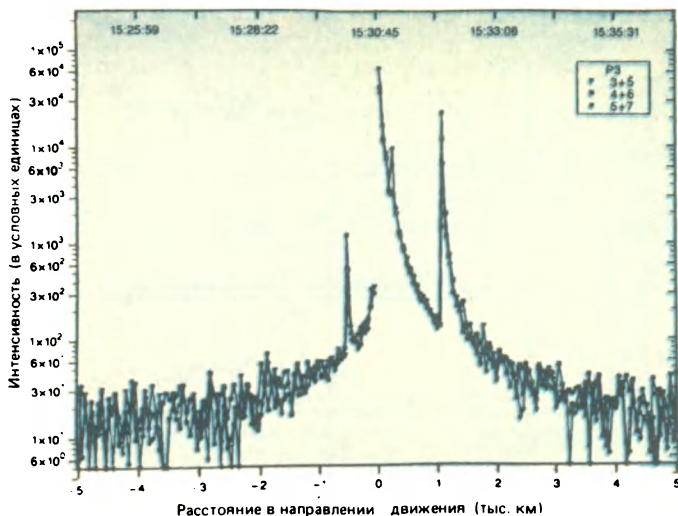


рость газовой выделению для кометы Григга-Скьеллерупа во время встречи. Зарегистрированная величина порядка $6 \cdot 10^{27}$ мол/с находится в прекрасном согласии со значением $(6,8 \pm 0,9) \cdot 10^{27}$ мол/с, полученным по данным магнитометра уже в 10 ч всемирного времени 10 июля 1992 г. совершенно другим путем.

Магнитометр (MAG) зафиксировал генерируемые захватом ионов волновые поля на расстоянии 270 000 км от кометы. Эти волны имели период около 70 с и уве-

личивали свою амплитуду, сохраняя гладкий профиль. Волны имели левостороннюю круговую поляризацию, в отличие от комет Галлея и Джакобини-Циннера, у которых она была правосторонней. Когда Джотто приблизился к ядру на 20 000 км, были обнаружены вариации свойств магнитного поля, хотя и довольно плавные, что указывало на то, что на расстоянии 19 900 км от ядра расположена простая головная, но не ударная волна.

Плазменный анализатор, с



Распределение яркости свечения комы кометы Григга-Скьеллерупа в результате рассеяния солнечного света частицами кометной пыли как функция расстояния от ядра. Пробел в записи данных связан с утратой одного цикла научных передач при ударе крупной пылевой частицы. Не найдено пока объяснения вторичному пику, но это реальное измерение, а не результат погрешности или инструментальный эффект

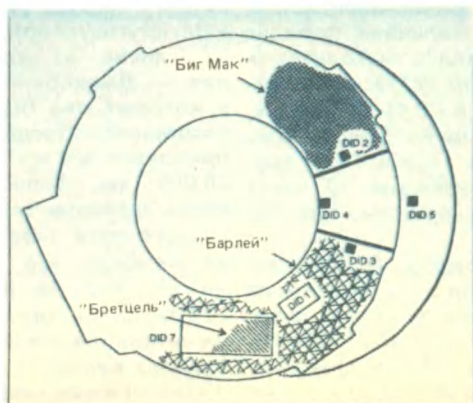
представляли собой смесь протонов солнечного ветра и кометных ионов группы воды. Энергия последних значительно превосходила максимально возможную, если ее источником считать один процесс захвата ионов. Волновые структуры, выявленные в ходе измерений, представляют собой реакцию частиц на окружающие ионно-циклотронные волны, причем здесь имеется прекрасная корреляция с некоторыми показаниями магнитометра.

Примерно на расстоянии 50 000 км от ядра кометы прибор OPE («оптический зонд-эксперимент») измерил яркость и поляризацию солнечного света, рассеянного частицами кометной пыли, и некоторые широкополосные молекулярные эмиссии, показавшие усиление яркости в соответствующих спектральных областях. Пылевую оболочку «Джотто» встретил на расстоянии 17 000 км от ядра. По распределению интенсивности во внутренней коме

Конфигурация датчика DID на переднем и заднем противометеороидных экранах космического корабля Джотто. Показаны возможные расположения мест ударов трех крупных частиц (получившие названия в момент всеобщей научной эйфории!)

другой стороны, явно указал на присутствие на этом расстоянии в плазменном поле головной ударной волны. Однако, когда космический корабль отделился от кометы на 25 400 км, пересечение сильной головной ударной волны было зафиксировано уже обоими приборами. Вблизи ядра напряженность магнитного поля увеличилась до 89 нт — больше, чем в случае кометы Галлея, — но магнитной полости обнаружено не было. Это не было неожиданностью, поскольку полость, если она вообще существует

у кометы Григга-Скьеллерупа, должна была простираться лишь на 60 км от ядра. Анализатор частиц высоких энергий (EPA) измерил высокоэнергичные заряженные частицы (с энергиями 60—260 кэВ) в окружении кометы. Были обнаружены весьма анизотропные потоки этих частиц, имевшие резко выраженную направленность от Солнца. Удалось выявить три режима вариаций потока частиц, а именно: слабые вариации, резкие усиления типа вспышек и волноподобные структуры. Зарегистрированные ионы



вычислили, что корабль пролетит на расстоянии менее 200 км от ядра, причем с его «вечерней» стороны. Наибольшая скорость была зарегистрирована в 15 ч 30 мин 43 с всемирного времени (UT) с возможной погрешности всего в 3 с. Вторичный пик, заметный на графике, — вполне реальное явление, которое сейчас изучается, но ему пока не найдено объяснения. Во внешней коме степень поляризации имеет порядок 21 %, тогда как во внутренней коме (ближе 1500 км) это значение уменьшается примерно до 11 %, указывая на изменения свойств пыли на расстоянии 2000 км от ядра.

Система регистрации столкновений с частицами пыли (DID) вскоре после наибольшего сближения зафиксировала три удара. Массы частиц оказались 100, 2 и 20 мкг, что превышало ожидаемые значения. В связи с этим надо принять во внимание уменьшение чувстви-

тельности датчиков DID из-за более низкой скорости соударений при встрече с кометой Григга-Скьеллерупа по сравнению с кометой Галлея.

Торможение космического корабля в результате сопротивления пылевой оболочки обнаружили в ходе «Радиоэксперимента «Джотто» [GRE] во время встречи. Измерения доплеровского сдвига длин волн и фиксация расстояния до корабля, проводившиеся до и после сближения, позволили двумя методами определить полное изменение радиальной компоненты скорости корабля (вдоль луча зрения корабль — Земля) в 0,4 мм/с. Полагая, что передача импульсов кораблю ударами частиц была полностью неупругой, это торможение означает, что общая масса кометных частиц, встреченных кораблем, составляла примерно 39 мг. Это вызвало еще и небольшую нутацию оси вращения корабля при наибольшем сближении.

В одно и то же время наблюдательные станции в Вейльхайме (Германия) и в Мадриде зарегистрировали легкую флуктуацию уровня сигналов и внезапное уменьшение на 120—140 Гц частоты доплеровских сигналов. Однако оценка уменьшения скорости из-за ударов пыли, полученная двумя методами, была порядка 1 мм/с относительно кометы, что эквивалентно наблюдаемому доплеровскому сдвигу всего на 0,01 Гц, а это находится в согласии с результатами GRE. Тем не менее этот результат следует истолковывать с известной степенью осторожности, поскольку погрешности измерений здесь сравнимы с полученным значением.

Напрашивается вывод, что торможение КА пылью было весьма мало и поэтому по доплеровским измере-

Таблица 1

Состояние научного оборудования Джотто во время его встречи с кометой Григга-Скьеллерупа

Прибор	Состояние	Активность во время встречи
Галлеевская многоцветная камера	Апертура заблокирована; экран отсутствует, бездействует	Нет
Нейтральный масс-спектрометр	Детекторы вышли из строя	Нет
Ионный масс-спектрометр	— повреждение высоковольтной системы — повреждений нет	Нет Да
Анализатор ударов частиц	Массовый спектр несколько искажен	Нет
Система регистрации ударов частиц	Некоторые детекторы показывают возрастание шумов	Да
Оптический эксперимент	Повреждений нет	Да
Магнитометр	Повреждений нет	Да
Джонстоновский анализатор плазмы	Высоковольтная система одного из датчиков под сомнением	Да
Рэмовский анализатор плазмы	Состав холодных ионов: повреждение высоковольтной системы	Нет

Таблица 2

Основные параметры сближения Джотто с кометами Григга-Скьеллерупа и Галлея

Параметр	Григг-Скьеллеруп	Галлей
Дата встречи	10 июля 1992 г.	14 марта 1986 г.
Относительная скорость при сближении (км/с)	13,99	68,37
Расстояние при наибольшем сближении (км)	200	596
Гелиоцентрическое расстояние (а. е.)	1,01	0,90
Геоцентрическое расстояние (а. е.)	1,43	0,96
Расстояние от плоскости эклиптики (к югу, а. е.)	0,10	0,02
Угол между осью вращения и вектором относительной скорости	68,8°	0°
Позиционный угол Солнца (относительно вектора скорости)	89,6°	107,2°

ниям фиксировалось с трудом. Сдвиг частоты, наблюдавшийся во время встречи, может быть объяснен внезапным изменением частоты бортового осциллографа, связанным с взаимодействием корабля с кометой.

Эти измерения «на месте» были дополнены большим числом наземных наблюдений.

ЗАВЕРШЕНИЕ МИССИИ

После семилетнего пребывания корабля на около-

солнечной орбите операции с «Джотто» были официально прекращены 23 июля 1992 г. после завершающего уточнения элементов орбиты и подготовки космического корабля к его третьей консервации.

Двигаясь по орбите 1 июля 1999 г., спустя 14 лет после запуска, «Джотто» пройдет в 219 000 км от земной поверхности. Дальнейшая работа с ним представляется сомнительной не только потому, что остатки топлива (4 ± 3 кг) недостаточны для

чего-либо большего, чем пролет мимо Земли и Луны в 1999 г., но и из-за старения самого корабля и наземных систем, используемых для работы с ним.

Перевод с английского
В. А. Бронштэна
Бюллетень ESA, 1992, № 72

Информация

Между звездами — сажа

Вот уже около 70 лет астрономы задаются вопросом: чем вызваны диффузные полосы межзвездного поглощения, возникающие на спектрах? Такие темные полосы чаще всего наблюдаются в видимой и близкой инфракрасных частях спектра. Но до сих пор не обнаружено ни одного известного науке химического вещества, которое бы им соответствовало.

Недавно астрономы Л. Альямандола и Ф. Салама из Эймсовского исследовательского центра НАСА (США) пришли к выводу, что такое поглощение может вызвать... сажа, состоящая из полициклических ароматических гидроуглеродов. Эти вещества содержат различное число бензольных колец, расположенных на плоскости. В земных условиях подобные вещества обычно содержатся в выхлопе автомобильных двигателей, на поверхности подгоревшей пищи и в сигаретном дыме.

Эта мысль поддерживается наблюдениями временно работающих в НАСА специалистов П. Эннискенса (Голландия) и Ф.-К. Дезера из Института космической астрофизики (Франция).

Еще в 80-х гг. делались предположения, согласно которым держащие углерод крупные молекулы входят в состав плотных межзвездных облаков, например, туманности Ориона. Если заключения сотрудников НАСА верны, то подобные молекулы распространены в межзвездном пространстве более равномерно (это опровергает утверждения, что оно заполнено мелкими молекулами и более крупными пылевыми частицами), значит, полициклические ароматические гидроуглероды «по встречаемости» займут третье место в межзвездном пространстве (после водорода и окиси углерода).

Л. Альямандола и Ф. Салама провели замораживание таких молекул в твердом аргоне и неоне, охлажденных до -269° и -253° C. Затем они ионизировали их ультрафиолетовым излучением на той длине волны, которая обычна для космического пространства. Спектры двух простейших полициклических ароматических гидроуглеродов — нафталина и пирена, в которых чаще всего встречаются диффузные полосы, оказались близкими к 4400—8600 Å.

При сопоставлении их с диффузными межзвездными полосами поглощения выяснилось, что шесть из тринадцати полос поглощения нафталина чрезвы-

чайно близки к наблюдаемым в космической среде. Наиболее сильная полоса поглощения пирена ($\lambda=4430$ Å) также близка к диффузным межзвездным.

Эти лабораторные эксперименты позволили ученым предположить, что в трех диапазонах поглощения, которые занимают видное место в спектре нафталина, будут обнаружены и другие диффузные полосы, сходные с межзвездными. Именно их и обнаружили П. Эннискенс и Ф.-К. Дезер, наблюдавшие также еще 97 новых межзвездных полос.

Astrophysical Journal, 1993, 395, 301

Nature, 1993, 358, 42

New Scientist, 1993, 137, 1864

Парные астероиды — не редкость

Три года назад астроном С. Остро из Лаборатории реактивного движения в Пасадене (США) впервые установил, что астероид 4769 Касталия на самом деле не одно, а два тела, касающихся друг друга.

В начале декабря 1992 г. тот же ученый, пользуясь средствами радиоастрономии, обнаружил, что подобное строение имеет и другой, проходящий вблизи Земли, астероид, а именно 4179 Тутатис. Причем разрешение в ходе последних наблюдений было в сто раз большим, чем в первом случае. Обработка данных позволит получить информацию об объектах на поверхности небесного тела, имеющих диаметр менее 100 м.

В момент открытия астероид Тутатис находился в 4 млн км от Земли. На нем были различимы два кратера неправильной формы со средним диаметром: один — 2,5, а другой — 4,0 км. Составляющие объект тела соприкасались и совместно вращались, делая один оборот за 10—11 суток.

Кратеры на астероиде Тутатис говорят о том, что он «пережил» на своем веку немало столкновений. Это отвечает гипотезе, согласно которой тела, населяющие пояс астероидов между Марсом и Юпитером, очень часто, сталкиваясь, разрушаются, а затем из осколков «слипаются» новые объекты.

Астроном-теоретик С. Вайденшиллинг из Института планетарных наук в Тусоне (США) разработал модели двойных астероидов. Модели предусматривают, что подобный объект может возникнуть, когда более крупный распался при столкновении, и два его обломка не полностью разошлись под влиянием сил взаимного тяготения. Однако подобное событие может происходить чрезвычайно, а это противоречит мнению С. Остро, считающего, что не менее 10 % всех приближающихся к Земле астероидов являются «контактными двойными» телами.

Наблюдения астероида Гаспра, проведенные с борта космического аппарата «Галилео» показали, что он представляет собою цельный объект. С. Вайденшиллинг полагает, что продолговатая форма этого астероида возникла, когда столкнулись между собой два ранее независимых объекта. Их соединение, по мне-

нию ученого, является относительно непрочным, и «устранение» оболочки могло бы вскрыть тот факт, что перед нами еще один «парный контактный» астероид.

New Scientist, 1993, 137, 1857

Что прячется за Плутоном!

В апреле 1993 г. астрономы открыли неизвестное до сего времени небесное тело, орбита которого проходит за Плутоном. «Новичок», получивший название 1993FW, имеет диаметр около 200 км.

По мнению сотрудницы университета штата Калифорния в Беркли (США) Д. Луу, в этой области может скрываться еще множество подобных объектов. Их число с приблизительно таким же поперечником, возможно, достигает 10 тысяч!

Видный специалист по малым телам Солнечной системы Б. Марсен из Гарвардско-Смитсоновской астрофизической обсерватории (США) вычислил предварительную орбиту 1993FW.

Открытие служит подтверждением гипотезы, согласно которой непосредственно за орбитой Плутона лежит пояс сравнительно мелких тел, сложенных главным образом из льда. По-видимому, этот пояс и служит источником, откуда появляются долгопериодические кометы.

Nature, 1993, 362, 730

Nature, 1993, 363, 6424

New Scientist, 1993, 138, 1868

В межзвездном пространстве обнаружено олово

Изучая спектрограммы трех звезд, полученные при помощи Космического телескопа им. Хаббла, астрофизик Л. Хоббс

и его коллеги из Йеркской обсерватории при Чикагском университете (США) впервые обнаружили в межзвездном пространстве присутствие олова в газообразном состоянии.

Этот элемент с атомным номером 50 теперь наиболее тяжелый среди всех, известных в космосе. До сих пор таким «рекордсменом» был обнаруженный всего два года назад криптон (атомный номер 36).

Astrophysical Journal Letters,
1993, 383, 23
New Scientist, 1993, 138, 1867

Еще одна молодая звезда

Астрономы Ф. Андрэ из Научно-исследовательского центра в Сакле (Франция), Д. Уорд-Томпсон из Кембриджского университета (Англия) и М. Барсони из Гарвардско-Смитсоновского астрофизического центра в Кембридже (США), работая по составлению инфракрасной карты неба в области созвездия Змееносца А, неожиданно для себя обнаружили в этом районе, известном как звездный «родильный дом», чрезвычайно молодую протозвезду VLA1623, возраст которой, очевидно, не достигает и 10 тыс. лет (о другой молодой звезде см. «Земля и Вселенная», 1992, № 1, с. 28. — *Ред.*).

«Новичок» окутан облаком падающей на него под влиянием притяжения материи. Это облако в диаметре примерно в 25 раз превышает поперечник нашей Солнечной системы, но содержит лишь 0,6 массы, принадлежащей Солнцу.

На карту нанесено еще три других новых объекта, очевидно, представляющих собой сгущения материи в этом облаке. Вероятно, здесь также рождаются протозвезды.

New Scientist, 1993, 137, 1861

Советские программы полетов к Луне

И. А. МАРИНИН,
С. Х. ШАМСУТДИНОВ
ТО «Видеокосмос»

В нынешнем году исполняется 25 лет с момента начала успешной реализации программы «Аполлон», в результате которой американские астронавты совершили облет и посадку на поверхность Луны. И по сей день США остаются единственной страной, чьи граждане ступали на поверхность другого небесного тела. А ведь могло быть иначе...

ПРОГРАММА ОБЛЕТА ЛУНЫ: ТРУДНЫЙ ПУТЬ

В начале 60-х годов после первых впечатляющих успехов СССР в космосе взоры всех, кто имел отношение к освоению космического пространства, обратились к еще более масштабным задачам — полетам к Луне и планетам Солнечной системы. К тому же идеология «холодной войны» вызвала перенесение соперничества между сверхдержавами во все новые и новые области. Космос не стал исключением.

Выиграв «первый тайм», СССР был намерен сохранять свой приоритет и впредь, да и конструкторская мысль не стояла на месте. В ОКБ-1 под руководством С. П. Королева уже начались работы по проектам пилотируемых полетов к Луне, Марсу, Венере и созданию тяжелого межпланет-

ного корабля (ТМК). Разрабатывалась и новая серия ракет-носителей «Н», которые смогли бы помочь осуществлению этих замыслов. Над созданием супертяжелых ракет работали коллективы, руководимые главными конструкторами В. Н. Челомеем (ОКБ-56) и М. К. Янгелем (ОКБ-586).

Ближайшей целью была избрана Луна, и начались работы над двумя вариантами экспедиций. Первый предусматривал облет Луны без посадки на ее поверхность и возвращение на Землю. Второй — выведение на орбиту Луны корабля с двумя космонавтами, высадку одного космонавта на Луну и возвращение их на Землю.

В это время (с 1961 г.) в США уже приступили к реализации программы «Аполлон», предусматривавшей создание мощного носителя «Сатурн-V» и корабля «Аполлон» для выведения на окололунную орбиту корабля с тремя астронавтами и высадки на поверхность Луны двух из них.

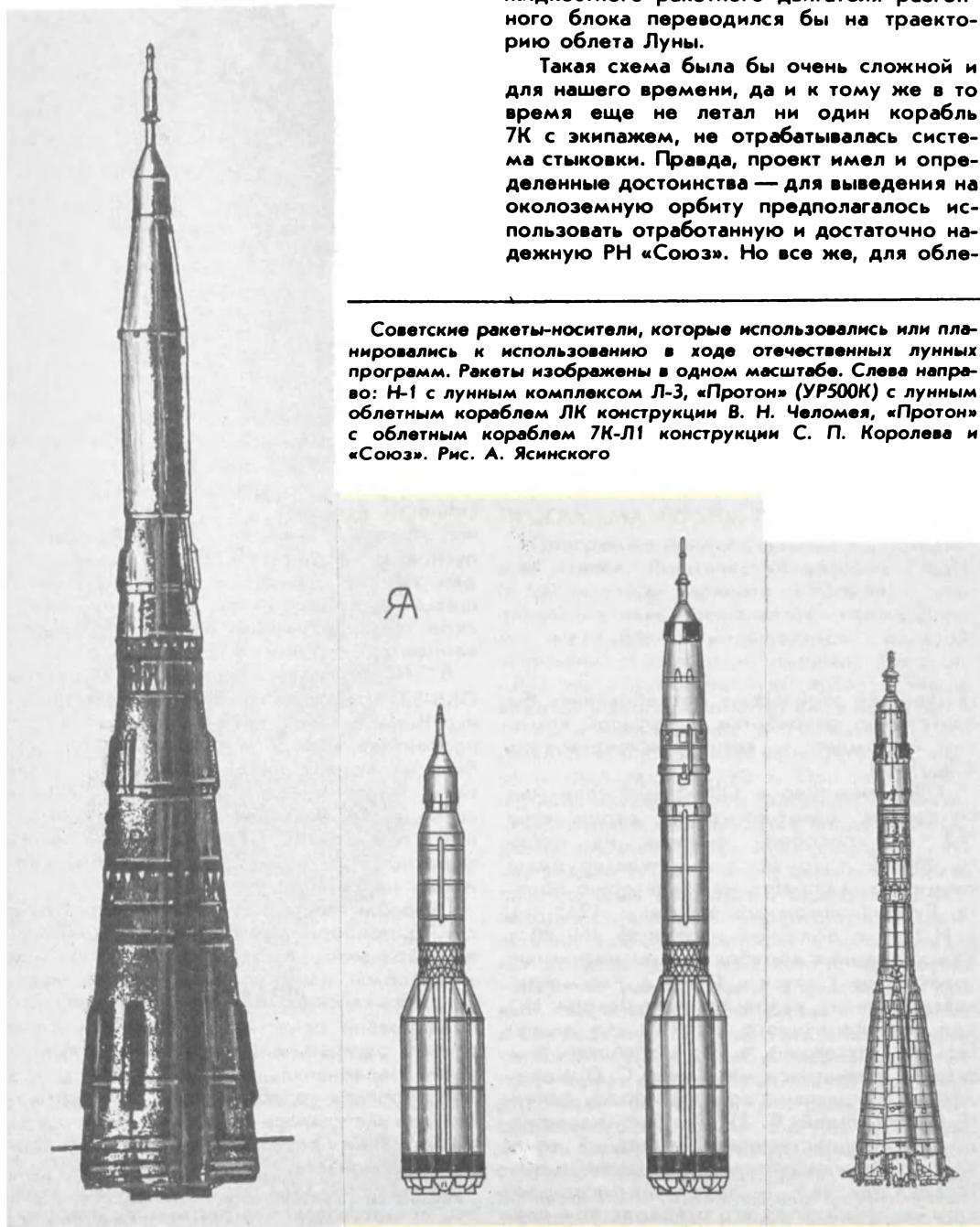
Как же обстояло дело к тому времени у нас? Программа облета (как более простой вариант достижения приоритета) выдвигалась двумя главными конструкторами — С. П. Королевым и В. Н. Челомеем. Комплекс, предложенный С. П. Королевым и его ОКБ-1, состоял из разработанных специально для этого кораблей, по-

лучивших обозначения 7К, 9К и 11К, и должен был собираться на орбите Земли путем автоматической стыковки этих кораблей. Сначала на орбиту предполагалось вывести разгонный блок (корабль 9К), затем к нему предстояло последователь-

но пристыковать четыре корабля-танкера (11К) с горючим и окислителем. После завершения заправки должен был стартовать корабль с экипажем (7К), который после стыковки с заправленным разгонным блоком образовывал облетный корабль. Если все шесть запусков и стыковок проходили успешно, то облетный корабль с экипажем на борту с помощью жидкостного ракетного двигателя разгонного блока переводился бы на траекторию облета Луны.

Такая схема была бы очень сложной и для нашего времени, да и к тому же в то время еще не летал ни один корабль 7К с экипажем, не отработывалась система стыковки. Правда, проект имел и определенные достоинства — для выведения на околоземную орбиту предполагалось использовать отработанную и достаточно надежную РН «Союз». Но все же, для обле-

Советские ракеты-носители, которые использовались или планировались к использованию в ходе отечественных лунных программ. Ракеты изображены в одном масштабе. Слева направо: Н-1 с лунным комплексом Л-3, «Протон» (УР500К) с лунным облетным кораблем ЛК конструкции В. Н. Челомея, «Протон» с облетным кораблем 7К-Л1 конструкции С. П. Королева и «Союз». Рис. А. Ясинского



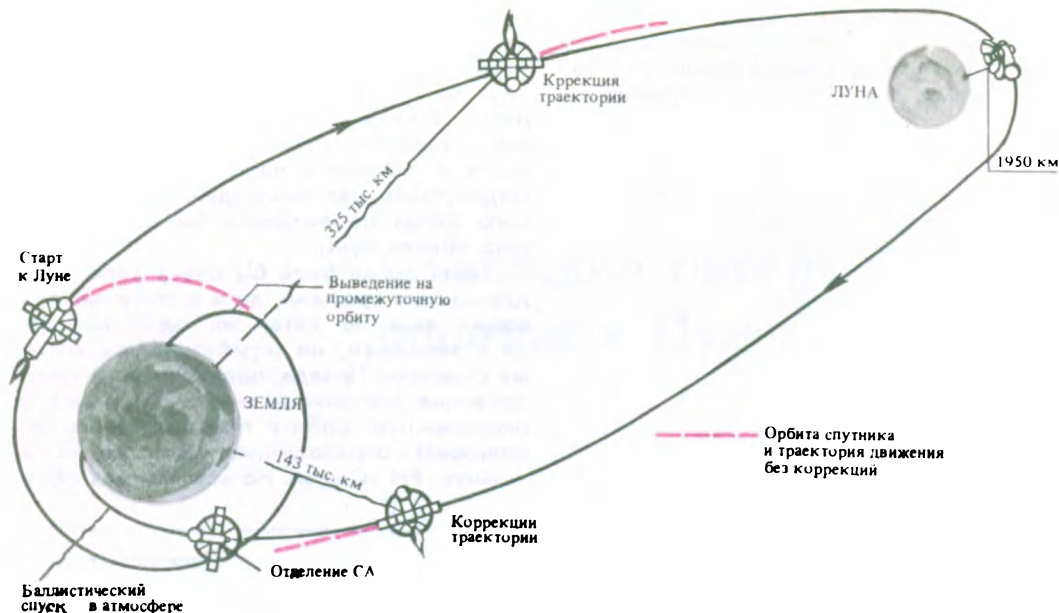


Схема облета Луны по программе «УР500К-Л1», предложенной С. П. Королевым

та Луны по этой схеме потребовались бы длительные разработки и большой комплекс наземных и летно-конструкторских испытаний.

Одновременно в ОКБ-1 работали над созданием ракет-носителей серии «Н»: Н-1 — способной вывести на орбиту 40—50 т груза, т. е. пилотируемый космический корабль на траекторию облета Луны (возможный запуск в 1963 г.), и Н-2 — с полезной нагрузкой 60—80 т для выведения корабля на межпланетную траекторию (запуск в 1967 г.). Рассматривался вариант использования ракеты Н-1 для запуска лунного корабля, но значительное отставание в ее разработке, вызванное разногласиями между С. П. Королевым и главным конструктором ракетных двигателей В. П. Глушко, задержало его осуществление. Последний отказался делать кислородно-керосиновые двигатели для Н-1 и предлагал использовать созданные под его руководством дви-

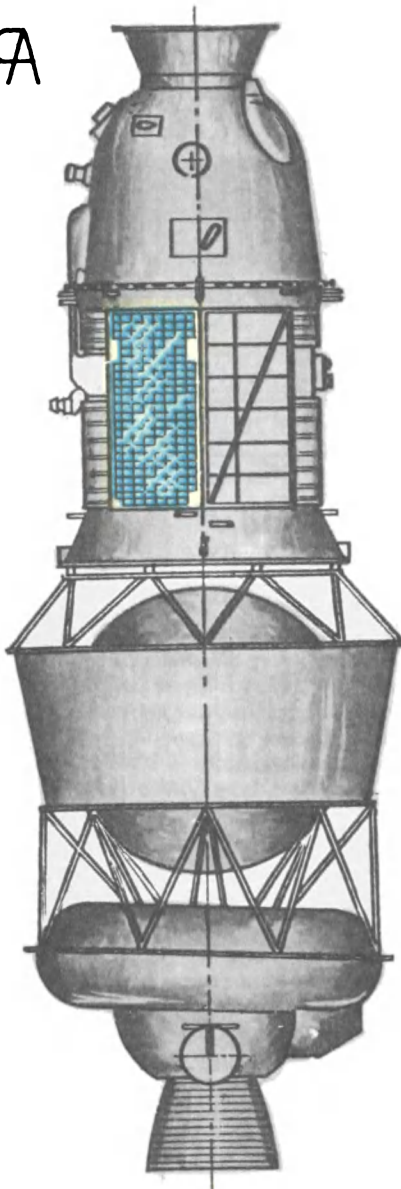
гатели на высококипящих самовоспламеняющихся компонентах. С. П. Королев же считал, что они слишком опасны для пилотируемых полетов из-за высокой токсичности используемого топлива. К тому же, это резко увеличило бы стоимость запусков. В результате Королев был вынужден заказать двигатели для Н-1 в Куйбышевском авиадвигательном КБ (ныне Самарское государственное научно-производственное предприятие «Труд»).

В. Н. Челомей, главный конструктор ОКБ-52, предлагал свой проект облета Луны. Корабль ЛК, спроектированный в его коллективе, выводили на околоземную орбиту и переводили на траекторию полета к Луне ракета «Протон» (УР500К) и специальный разгонный блок, разработанный в том же ОКБ. Обогнув Луну по петлеобразной траектории, ЛК должен был вернуться на Землю.

Корабль состоял из разгонного блока с ЖРД, приборно-агрегатного отсека (ПАО) и возвращаемого аппарата (ВА) конусоидной формы, напоминавшего кабину экипажа американского корабля «Джемини». Его планировали оснастить солнечными батареями, раскрывающимися после старта к Луне. Первоначально предполагалось, что пилотировать корабль будет один космонавт, позже удалось найти возможность для размещения в возвращаемом аппарате второго космонавта.

В августе 1964 г. руководство страны, почувствовав, что первенство в косми-

Я



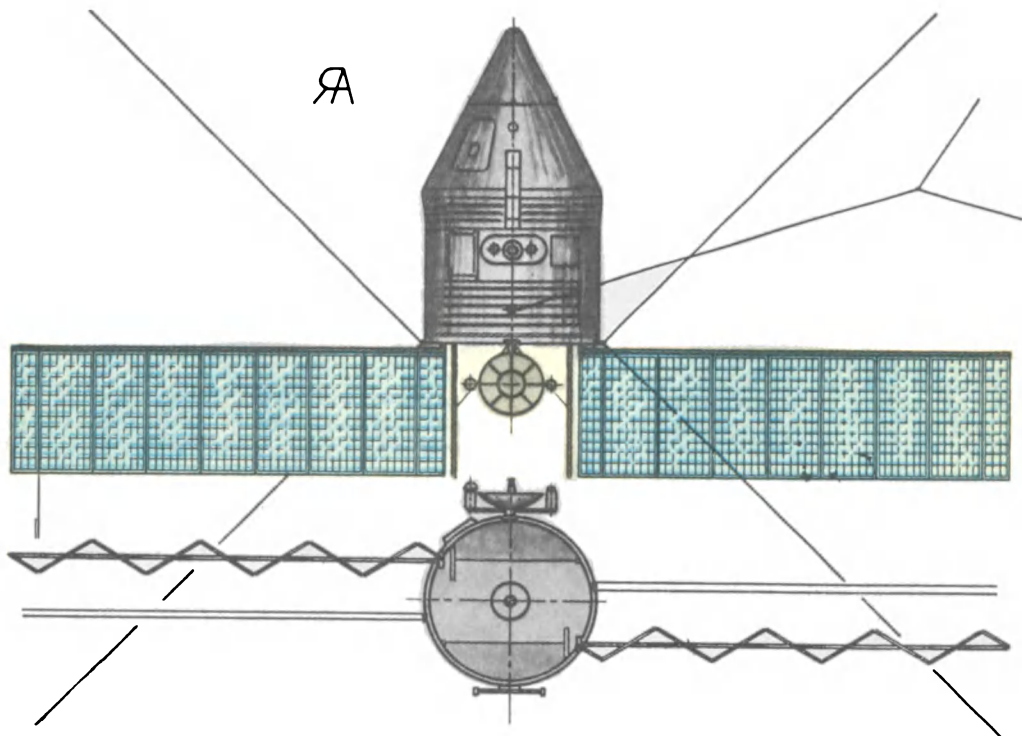
Корабль 7К-Л1 с блоком «Д». На нем экипаж из двух космонавтов должен был совершить облет Луны и возвратиться в спускаемом аппарате (в верхней части корабля) на Землю. Рис. А. Ясинского.

ческих исследованиях ускользает, издало Постановление ЦК КПСС и Совета Министров «О работах по исследованию Луны и космического пространства». Пилотируемый облет Луны и высадка советского космонавта на ее поверхность в 1967—68 гг., т. е. раньше американцев, стали главной задачей советской пилотируемой программы. Ее осуществление было поручено В. Н. Челомею. Королёвский проект 7К-9К-11К поддержки не получил. Разработка кораблей 9К и 11К была прекращена, а корабль 7К переориентирован на орбитальные полеты, получив название «Союз» (7К-ОК).

Однако во второй половине 1965 г. в Военно-промышленной комиссии Совета Министров СССР возобладало мнение, что проект «УР500К-ЛК» не сможет обеспечить приоритет СССР в пилотируемом облете Луны. Создание облетного корабля вновь порекомендовали С. П. Королеву. Для ускорения работ намечали использовать РН УР500К с королёвским разгонным блоком «Д» в качестве четвертой ступени. Новый проект, названный «УР500К-Л1», С. П. Королев представил Комиссии 15 декабря 1965 г., он был утвержден и стал основой лунной облетной программы СССР.

ПРОГРАММА «УР500К-Л1»

Программа полета состояла из следующих этапов. Космический корабль 7К-Л1 (в беспилотном варианте — «Зонд») с экипажем из двух космонавтов — командира и исследователя — выводится ракетой «Протон» с четвертой ступенью (блоком «Д») на промежуточную орбиту Земли высотой в апогее около 187 км, в перигее — 19 км и наклоном 51,5°. Масса корабля 7К-Л1 с блоком «Д» на орбите ИСЗ при этом достигала бы 20 т. При выведении корабль находится под головным обтекателем, который сбрасывается после прохождения плотных слоев атмосферы. В случае аварии РН на участке выведения имела система аварийного спасения (САС), которая с помощью твердотопливных двигателей увела бы аппарат с космонавтами на безопасное расстояние. Примерно через час после старта отделяется опорный конус системы аварийного спасения, вторично включается двигательная установка блока «Д» и корабль переводится на траекторию облета Луны. Затем происходит отделение блока «Д». Масса корабля после этого составляет 5,2—5,3 т. В ходе полета необходимо было выполнить несколько коррекций его траектории, после которых СА отделяется от приборно-агрегатного отсека (ПАО), совершает два



Так, по проекту В. Н. Челомея, должен был выглядеть корабль ЛК для облета Луны.
Рис. А. Ясинского

рат 7К-Л1. Затем 7К-ОК автоматически отстыковывается, а корабль 7К-Л1, сбросив стыковочное устройство (СУ) с опорным конусом, стартует к Луне.

Возможность перехода космонавтов из одного корабля в другой исследовалась в специальном самолете Ту-104. Работы дали отрицательный результат, после чего вариант с пересадкой экипажа из корабля в корабль на орбите Земли был отвергнут.

погружения в атмосферу и приземляется или приводняется в заданном районе на парашюте с применением двигателей мягкой посадки.

Надо отметить, что в 1965—66 гг. прорабатывался иной вариант пилотируемого облета Луны. Из-за отсутствия статистики о надежности РН «Протон» (ко времени начала летно-конструкторских испытаний корабля 7К-Л1 трехступенчатый вариант этой РН еще ни разу не был запущен) предлагалось корабль 7К-Л1 выводить на орбиту Земли в беспилотном режиме. Экипажу предстояло в этом случае стартовать на корабле 7К-ОК (Союз) и ракете «Союз». После стыковки кораблей космонавты должны были перейти в скафандрах «Ястреб» через открытый космос и изогнутый тоннель в опорном конусе САС из бортового отсека 7К-ОК в спускаемый аппа-

РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ «ПРОТОН».

Ракета «Протон» (УР500К) разработана в начале 60-х годов в ОКБ-52 (филиал ЦКБМ, ныне КБ «Салют») под руководством главного конструктора В. Н. Челомея на основе двухступенчатой межконтинентальной баллистической ракеты УР-500. Были созданы ее четырех- и трехступенчатые варианты. Трехступенчатый вариант применялся для выведения на орбиту Земли орбитальных станций «Салют» и «Алмаз», транспортных кораблей снабжения, базового блока и модулей комплекса «Мир» и некоторых типов ИСЗ. Четырехступенчатый использовался для запусков на траекторию облета Луны кораблей 7К-Л1 («Зонд»), а также некоторых АМС к Луне, Марсу и Венере и ИСЗ на геостационарную орбиту.

РН выполнена с поперечным делением ступеней. Первая ступень представляет собой центральный блок с окислителем цилиндрической формы, вокруг которого размещены шесть ракетных блоков. На второй ступени — четыре однокамерных двигателя, а на третьей — один такой же двигатель и один четырехкамерный рулевой ЖРД тягой 3 тс (тонны силы). Четвертой ступенью служил ракетный блок «Д», разработанный в ОКБ-1 для лунного ракетного комплекса по программе «Н1-Л3». Его длина — 5,7 м, диаметр — 3,7 м. В качестве горючего применялся керосин, а в качестве окислителя — жидкий кислород.

КОРАБЛЬ 7К-Л1 («ЗОНД»).

Для ускорения работ по созданию облетного корабля по программе «УР500-Л1» руководством отрасли было решено создавать его на основе спроектированного к тому времени пилотируемого космического корабля 7К-ОК («Союз»).

Весь полет вокруг Луны и возвращение на Землю космонавты должны были совершить в этом новом космическом корабле, получившем обозначение 7К-Л1. Его разработка в ОКБ-1 велась под руководством главного конструктора С. П. Королева, а после его смерти (1966 г.) под общим руководством главного конструктора В. П. Мишина.¹

Технические характеристики РН «Протон» и ее четвертой ступени (разгонного блока «Д») ограничивали стартовую массу корабля 7К-Л1 всего лишь 5,5 тоннами. Из-за этого в нем не было бытового отсека, а состоял он из спускаемого аппарата (СА) и приборно-агрегатного отсека (ПАО), который в свою очередь разделялся на переходный (ПХО), приборный (ПО) и агрегатный отсеки (АО). Сверху на спускаемом аппарате устанавливался опорный конус системы аварийного спасения (САС).

Спускаемый аппарат (СА) имел сегментально-коническую форму с усиленным теплозащитным экраном для безопасного входа в атмосферу Земли со второй космической скоростью. Перед посадкой на Землю, на высоте нескольких километров, экран должен был сбрасываться. В СА раз-

мещался пульт управления кораблем, бортовой вычислитель «Салют-3», научные приборы, фотоаппаратура, система жизнеобеспечения, элементы систем терморегулирования и радиосвязи, парашютная система, объекты биологических исследований, оптический ориентатор и аккумуляторная батарея. В спускаемом аппарате корабля 7К-Л1 было установлено большее, по сравнению с кораблем «Союз», число газовых двигателей системы управления спуском, однако пришлось отказаться от размещения в СА запасной парашютной системы. В верхней части СА размещалась остронаправленная параболическая антенна, работающая в дециметровом диапазоне волн. В герметичном приборном отсеке были установлены буферные аккумуляторные батареи (основная и резервная), приборы и аппаратура бортовых систем корабля.

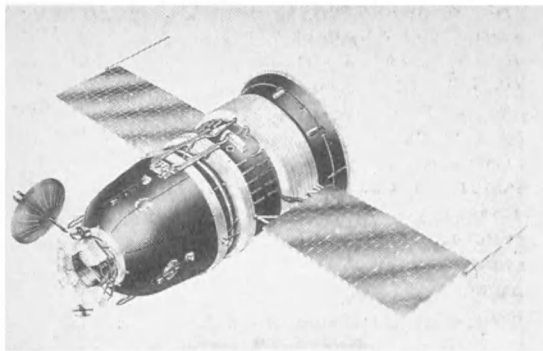
В негерметичном агрегатном отсеке размещалась корректирующая тормозная двигательная установка КТДУ-53 с одним ЖРД многократного включения тягой 411 кгс с рулевыми соплами. Горючим служил несимметричный диметилгидразин (НДМГ), окислителем — смесь окислов азота в азотной кислоте. Топливо (около 400 кг) помещалось в четырех сферических баках в АО. Там же располагались и двигатели системы ориентации, работающие на однокомпонентном топливе — перекиси водорода. На внешней поверхности АО размещался радиатор-теплообменник системы терморегулирования корабля.

Снаружи на ПАО находились две панели трехсекционных солнечных батарей с размахом 9 м и общей площадью 11 м². На концевых створках панелей солнечных батарей — антенны КВ-диапазона для радиосвязи с Землей. У торца ПАО — антенна УКВ-связи и радиотелеметрии. В пилотируемом варианте корабля 7К-Л1 должны были устанавливаться дополнительные системы и устройства. Предполагалось, что космонавты совершат полет в костюмах без спасательных скафандров.

ЛЕТНО-КОНСТРУКТОРСКИЕ ИСПЫТАНИЯ КОРАБЛЯ 7К-Л1

Программа летно-конструкторских испытаний 7К-Л1 первоначально предусматривала десять беспилотных запусков, один пилотируемый облет Луны (намечавшийся на 26 июня 1968 г.), затем еще два беспилотных полета, а четырнадцатый запуск должен был быть вновь пилотируемым. Запуск пилотируемого корабля неоднократно откладывался из-за многочисленных аварий РН и отказов систем

¹ В последнее время академик В. П. Мишин неоднократно разъяснял в своих публикациях и устных выступлениях ситуацию, связанную с советской лунной программой (см., например, брошюру из серии «Космонавтика и астрономия» — В. П. Мишин. Почему мы не слетали на Луну, 1990, № 12).



Пилотируемый корабль Л-1 (в беспилотном варианте — «Зонд»). Во время испытательных запусков нескольких таких кораблей в беспилотном режиме достигли Луны и вернулись на Землю.

кораблей во время испытательных полетов в беспилотном режиме. Последний раз пилотируемый запуск был намечен на 9 декабря 1968 г. Но в декабре 1968 г. американские астронавты на корабле «Аполлон-8» первыми в мире осуществили полет к Луне, совершив 10 витков вокруг нее. После этого, в начале 1969 г., программа «УР500К-Л1» по пилотируемому облету Луны была прекращена, полеты кораблей 7К-Л1 в пилотируемом режиме отменены, а оставшиеся корабли использовали для отработки отдельных перспективных систем.

ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ ПО ЛУННОЙ ПРОГРАММЕ

В 1965 г. в подмосковном Центре подготовки космонавтов (ЦПК) был образован отдел для подготовки космонавтов — командира и исследователя — для полета на корабле 7К-Л1. В мае 1966 г. Военно-промышленная комиссия утвердила первую группу гражданских космонавтов при Центральном конструкторском бюро экспериментального машиностроения (ЦКБЭМ), а в феврале 1967 г. в ЦПК группа для облета Луны была сформирована окончательно. В нее вошли военные космонавты из отряда ЦПК: Валерий Быковский (начальник отдела подготовки космонавтов по лунной программе), Валерий Волошин, Георгий Добровольский, Петр Климух,

Алексей Леонов и Павел Попович (командиры); Юрий Артюхин, Анатолий Воронов (исследователи) и космонавты из отряда ЦКБЭМ: Олег Макаров, Николай Рукавишников и Виталий Севастьянов (исследователи). Немного позже к ним подключился Георгий Гречко. Были сформированы экипажи: Леонов — Макаров, Быковский — Рукавишников и Попович — Севастьянов, остальные космонавты составили группу поддержки. В мае 1967 г. в группу вошел математик Валентин Ершов, задача которого состояла в математическом обеспечении навигационных измерений и расчетов, производимых на бортовой вычислительной машине.

Подготовка включала освоение бортовых систем корабля 7К-Л1, динамики его движения, математического обеспечения, программирования, баллистики, астронавигации. Особое внимание уделялось подготовке экипажей к управлению кораблем при входе в атмосферу (с двойным погружением). Группа космонавтов вылетела на 10 дней в г. Могадишо (Сомали) для изучения звезд Южного полушария неба. Позже эта же группа космонавтов готовилась и для программы посадки на Луну «Н1-Л3».

18 августа 1967 г. в ЦКБЭМ сформирована своя группа по программе «Н1-Л3», являвшаяся как бы резервной для лунных групп ЦПК. В нее вошли Сергей Анохин, Геннадий Долгополов, Владимир Бугров, Владимир Никитский, Виктор Пацаев и Валерий Яздовский.

Подготовка на реальных тренажерах корабля 7К-Л1 началась только в январе 1968 г. А позже в рамках программы «Л-3» командиры отрабатывали управление посадкой на Луну на динамическом тренажере, созданном на базе вертолета, учились умению быстро выбирать площадку и сажать объект при ограниченных запасах топлива, мгновенно оценивать вертикальную скорость. (Для этого они закончили школу летчиков-испытателей в ЛИИ.)

В 1968 г. первые три экипажа завершили подготовку по программе «Л-1» и сдали экзамены. Но полет все откладывался, и космонавтам приходилось ждать, стараясь поддерживать готовность к полету, когда же три успешных пуска корабля 7К-Л1 откроют им путь к Луне. Многие космонавты из «лунной группы» участвовали в обеспечении управления полетами беспилотных кораблей, находясь в Центре дальней космической связи в Евпатории. Во время испытания корабля «Зонд-4» в марте 1968 г. Попович и Севастьянов, находясь в бункере, выполняли роль экипажа на борту корабля. Все их переговоры

с Центром управления полетом велись через борт «Зонда», что создавало иллюзию реального полета. В NASA поволновались, когда станции радиоперехвата зафиксировали переговоры экипажа «Зонда», летящего к Луне, с Землей. Но вскоре все прояснилось...

В 1968 г. «лунную группу» расширили. В нее в разное время входили: Андриян Николаев, Евгений Хрунов, Виктор Горбатов, Борис Волинов, Георгий Шонин, Анатолий Куклин, Анатолий Филипченко, Константин Феоктистов, Валерий Кубасов, Владимир Волков, Валерий Яздовский и Владимир Бугров. Тренировки в экипажах продолжались. Куклин вспоминает, что ему пришлось подменять Леонова в первом экипаже, так как руководство решило, что после гибели Ю. А. Гагарина нельзя рисковать жизнью второго национального героя.

Как вспоминает Виталий Севастьянов, желание лететь и выполнить задание Родины было у космонавтов настолько сильным, что в начале декабря 1968 г. члены трех экипажей написали письмо в Политбюро, прося разрешения стартовать немедленно, невзирая на частичные неудачи с «Зондом-5» и «Зондом-6».

Запуск намечался на 9 декабря. В ожидании решения экипажи вылетели на Байко-

нур и находились там более недели. В монтажно-испытательном корпусе стояла готовая к полету ракета-носитель УР500К, здесь же был и очередной корабль 7К-Л1, но разрешение так и не было получено. Тем временем 21 декабря стартовал «Аполлон-8», экипаж которого выполнил сразу 10 витков вокруг Луны, а затем успешно вернулся на Землю. Первенство было потеряно, наши космонавты вернулись в ЦПК, но тренировки продолжались, хотя и без прежнего энтузиазма.

После прекращения программы облета Луны в марте 1969 г. группа «лунных космонавтов» была значительно сокращена. Оставшиеся два экипажа, Леонов — Макаров и Быковский — Рукавишников, продолжили подготовку к высадке на Луну по программе «Н1-Л3», но после двух неудач с запуском ракеты Н-1 в феврале и июле 1969 г. и высадки на Луну 21 июля экипажа «Аполлон-11», подготовка этих экипажей прекратилась. В ноябре 1969 г. «лунную группу» окончательно расформировали, а космонавты приступили к подготовке по другим программам.

(Окончание следует)

Информация

Как рождаются звезды!

Большая часть звезд нашей Галактики возникает во внутренних областях гигантских молекулярных облаков, состоящих в основном из молекулярного водорода. Типичные размеры такого облака — порядка 150 световых лет. Содержащийся в нем газ обычно в 200 тыс. раз превышает массу нашего Солнца. В последние несколько миллионов лет облако порождает тысячи молодых звезд.

В 1984 г. Р. Маддалена, работающий в Национальной астрономической обсерватории Грин-Бэнк (США), и П. Таддеус, сотрудник Гарвардско-Смитсоновского астрофизического центра в Кембридже (США) обнаружили существование в со-

вестного гигантского молекулярного облака, расположенного в 8 тыс. св. лет от Солнца. В отличие от всех остальных известных молекулярных облаков, это еще не «приступило к производству» новых звезд.

Ныне наблюдение интересного объекта ведет американский астроном Д. Уильямс из Университета штата Мэриленд (Колледж-Парк), работающий на 12-метровом радиотелескопе Национальной радиоастрономической обсерватории в штате Аризона.

Его целью является составление карты распределения в облаке окиси углерода, который, хотя и уступает по своему количеству молекулярному водороду, но зато отличается более интенсивным излучением.

При этом подтвердилось, что и в данном облаке, как и в остальных, большая часть массы содержится в плотных сгустках материи. Их количество достигает 88, а размеры находятся в пределах от нескольких масс

нашего Солнца до нескольких их сотен.

Неожиданностью, однако, был тот факт, что облако Маддалена-Таддеуса отличается необычно высоким относительным количеством весьма крупных сгустков газа. Чтобы оно соответствовало распределению масс, наблюдаемому в других гигантских молекулярных облаках, следует предположить, что некоторым из крупных сгустков предстоит распасться на более мелкие, каждый из которых затем коллапсирует под влиянием собственной гравитации и образует звезду.

Гипотеза, согласно которой рождению новой звезды предшествует распад огромного скопления межзвездного газа и космической пыли, выдвигалась и ранее. Теперь она подтверждается наблюдательным образом.

Astrophysical Journal Lettersd,
March, 1993
New Scientist, 1993, 137, 1864

Во льдах Центральной Арктики

**(к 100-летию
дрейфа
экспедиционного
судна «Фрам»)**

А. Ф. ПЛАХОТНИК,
доктор географических наук
Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН

«... Первое торошение льда началось 9 октября. Раздался оглушительный грохот, шхуна содрогнулась. Все выскочили на палубу. «Фрам» выдержал натиск великолепно. Корабль медленно поднялся на несколько футов, но тут лед не выдержал и проломился. Торошение продолжалось, гремело во все голоса, шхуну сотрясало...»

Листаем страницы дальше, читаем:

«На одной из льдин показалась трещина, а вслед за этим раздался оглушительный шум и треск. Вокруг «Фрама» скопились глыбы льда, грозя его растереть. Громадная ледяная пустыня, до сих пор молчаливая и неподвижная, превратилась в хаос, в какое-то громадное чудовище, ежеминутно испускающее звуки, точно отдаленные раскаты грома. То здесь, то там открывались зияющие пропасти, и глыбы льда какой-то невероятной силой подбрасывались вверх, как мячик, и, падая, сталкивались с другими глыбами, превращались в мелкий серебристый порошок. «Фраму» надо было иметь очень крепкий корпус, чтобы выдержать все это...».

Через несколько страниц читаем опять:

«5 января 1895 г. поднялась жесточайшая буря, начался сильнейший напор льда. Он стал так силен, что закаленный,

уже выдавший виды экипаж стал готовиться к неминуемому крушению. Напором льда «Фрам» был поднят, как щепка, кверху и затем с силой брошен обратно вниз...»

За 1151 сутки плавания норвежского судна «Фрам» во льдах Северного Ледовитого океана его инициатор и руководитель полярный исследователь Фритьоф Нансен (1861—1930) тщательно записывал в своем дневнике все перипетии экспедиции. И это не жалобы на жестокость стихии, а спокойная констатация ученым хода труднейшего научного эксперимента, к которому он давно готовился и который осуществил, получив блестящий результат!..

Теперь никого не удивит морскими походами к Северному полюсу — это будни Арктики, не более. Но столетие назад о них можно было только мечтать. Смелчаки, пытавшиеся тогда подойти на своих судах как можно ближе к полюсу, либо вынуждены были поворачивать назад, либо погибали. Они не могли даже послать в эфир сигнал бедствия «SOS» — радио еще не было...

Иногда отголоски трагедий, разыгрывавшихся в Арктике, все же доходили до «Большой земли», доходили подчас отдаленными, косвенными путями, возбуждая

мысль ученых, пытавшихся анализировать происходившее когда-то. К числу таких любознательных исследователей конца прошлого века принадлежал Фритьоф Нансен.

Когда в 1884 г. у побережья Гренландии нашли доски от обшивки судна и личные вещи моряков, поняли, что это следы гибели яхты «Жанетта». Тремя годами раньше яхта, на которой пыталась пробиться к Северному полюсу американская научная экспедиция под руководством Де-Лонга, исчезла к северу от Новосибирских островов. Известие об этой находке произвело на Ф. Нансена большое впечатление. Впоследствии он не раз вспоминал, как у него зародилась идея дрейфа «Фрама»: взволновал не столько факт обнаружения следов трагедии во льдах, сколько то, где именно они отыскивались. «Подумать только,— с несвойственной спокойным норвежцам горячностью говорил в то время 23-летний ученый,— где Новосибирские острова, а где Гренландия?!»

Какая же сила протащила так далеко остатки раздавленной льдами шхуны? Устойчивое течение поверхностных вод Северного Ледовитого океана, направленное с востока на запад. В этом ученый стал все более убеждаться, особенно после того, как на тех же берегах Гренландии нашли стволы и сучья деревьев, вынесенные в океан сибирскими реками.

В одном только ошибался Нансен, делая такие выводы. Он предположил, что течение от Новосибирских островов к Гренландии идет через Северный полюс (тогда еще не было никаких сведений о реальных океанографических условиях центральной части Северного Ледовитого океана). А поскольку глубины в прилегающем к полюсу районе малы (опять предположение, никакими наблюдениями тогда еще не подтвержденное!), то скорость течения, проносящего через этот район воды и льды, довольно велика. Коль скоро это так,— рассуждал Нансен,— то и судно, вмерзнув во льды где-нибудь к северу от Новосибирских островов, довольно быстро смогло бы оказаться в районе Северного полюса, а оттуда благополучно придрейфовало бы вместе с теми же льдами к берегам Гренландии.

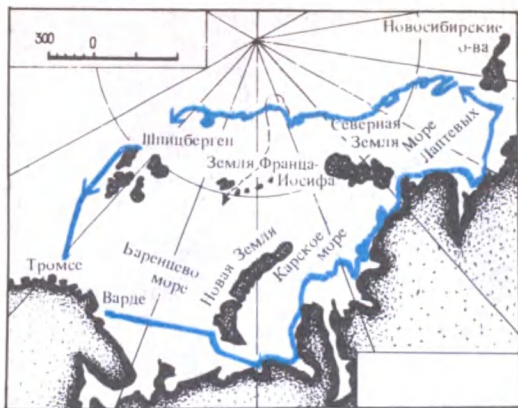
Все последующее развитие событий показало беспочвенность его предположений, но в истории науки не раз случалось, что великие ошибки высвечивали и великие человеческие качества — непоколебимое мужество, почти невообразимую смелость и преданность своему долгу. Так произошло и на этот раз.



Фритьоф Нансен (1861—1930)

Уже с конца 80-х годов все недюжинные способности Нансена сфокусировались на одной проблеме: спроектировать и построить такое полярное экспедиционное судно, которое не раздавили бы даже самые мощные льды. Решить такую, совершенно новую в судовом деле задачу Нансену помог известный в Норвегии кораблестроитель Коллин Арчер. Осенью 1892 г. со стапелей сошло судно, в котором все было необычно.

Как вспоминала в своей «Книге об отце» дочь Ф. Нансена Лив Нансен-Хейер, на корпус судна пошли лучшие сорта древесины, а между отдельными слоями обшивки для большей прочности была сделана прокладка из кожи. Много трудов ушло на постройку мощной паровой машины, способной форсировать льды. Потолок и стены кают и салона сделали очень толстыми, с хорошей теплоизоляцией. Никогда еще не было судна, столь непроницаемого для



Маршрут «Фрама». Начавшийся в норвежском порту Варде, он прошел вдоль северных берегов России и по Центральной Арктике. Дрейф судна показан цветом. Пунктирная линия — маршрут Нансена и Йохансена к Земле Франца-Иосифа

стужи и воды. Но самое удивительное — его корпус, напоминавший половину разрезанного вдоль куриного яйца. По замыслу Нансена и Арчера, только такие обводы корпуса могли спасти судно от раздавливания: надвигаясь на него, льды должны были просто выдавливать его кверху. Так и происходило во время плавания «Фрама».

Правда, пока судно шло от норвежских берегов до кромки льдов, его любая волна раскачивала как легкую щепку. Но для «морских волков», из которых состояла команда «Фрама», это было сущим пустяком...

Берега Норвегии «Фрам» покинул в августе 1893 г. В сентябре он замерз в тяжелые многолетние льды к северу от Новосибирских островов, а возвратился к родным берегам «фрамовцы» лишь в августе 1896 г. Оторванность от всех и вся горстки людей в течение долгих трех лет уже сама по себе была огромным испытанием для каждого. И, конечно, не может не вызывать восхищения то, как блестяще 13 молодых норвежцев это испытание выдержали.

Однообразную — изо дня в день, из месяца в месяц, из года в год — жизнь на судне Нансен и его спутники скрашивали охотой на медведей. Велись научные наблюдения, которых сделали многие сотни. Это были первые научные наблюдения в центральной части Северного Ледовитого

океана — до «фрамовцев» там не побывала ни одна живая душа!..

Регулярно определялось место судна по небесным светилам и измерялась глубина океана. И в связи с этим еще с самого начала 1894 г. у Нансена нарастало беспокойство: вместо ожидавшегося мелководья с ярко выраженным сильным течением экспедиция регистрировала большие глубины, и корабль тащило вместе со льдом очень слабое течение. Причем тащило не столько к северу, сколько вдоль сибирских берегов. Надежды на скорое достижение Северного полюса таяли с каждым днем. А потом стало ясно, что «Фраму» там и вовсе не бывать.

Так прошел весь 1894 г. И вот 14 марта 1895 г., когда до полюса оставалось 419 км, Нансен принял решение сойти с судна и на нартах с собачьими упряжками попытаться достигнуть Северного полюса. Чем было вызвано такое решение? Ведь сам же он неоднократно писал, что главная цель его экспедиции — пробраться через неизвестную тогда часть Северного Ледовитого океана от района, прилегающего к Новосибирским островам, к северной части Земли Франца-Иосифа, а затем отправиться дальше — к Шпицбергену или Гренландии. Казалось бы, все к этому и шло. Но дело в том, что Ф. Нансен был не только смелым исследователем, но и отчаянным спортсменом. Спортивный азарт гнал его к той точке на карте, которую еще никто до него не достиг.

Путь к полюсу Нансена и сопровождавшего его матроса Йохансена был вероятно тяжелым. По громадным ледяным торосам нарты продвигались медленно, и все чаще приходилось перетаскивать их на себе через острые ледяные пики. Дойдя до широты $86^{\circ} 14' N$, путники из-за недостатка продовольствия вынуждены были повернуть на юг. Им удалось добраться до Земли Франца-Иосифа, где они и зазимовали в «берлоге», сложенной ими из камней и покрытой моржовыми шкурами. Весной 1896 г. Нансен и Йохансен снова двинулись в путь, и у мыса Флора им посчастливилось встретить зимовавшую там английскую экспедицию Джексона. Вместе с ней они вернулись на материк.

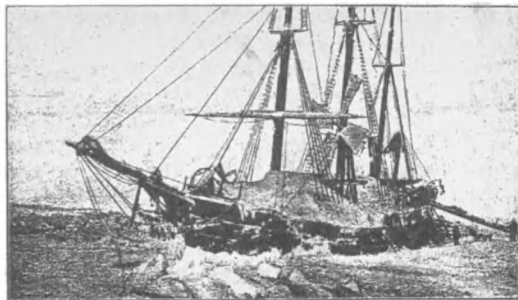
А тем временем «Фрам» под командованием капитана Отто Свердруп продолжал дрейфовать на запад. В 1895 г. он достиг широты $85^{\circ} 57' N$, и только в мае 1896 г. смог значительно продвинуться к югу, чтобы затем довольно быстро выйти на чистую воду. В августе он тоже вернулся в Норвегию. Нансен с Йохансеном снова взошли на борт «Фрама», и уже в полном

составе вся его команда двинулась на ставшем знаменитым судне вдоль берегов Норвегии. Это был триумф. К какому бы пункту побережья не подходил «Фрам», жители толпами шумно приветствовали своих национальных героев.

В экспедиции Нансен получил и совершенно новые научные результаты. Впервые раскрылись неизвестные прежде тайны Арктического бассейна. Оказалось, что глубины в нем превышают 3000 м. К тому же толща арктических вод подобна трехслойному пирогу: сверху холодные полярные воды, медленнодвигающиеся с востока на запад; ниже — на глубинах 200—800 м — в противоположном направлении идут теплые атлантические воды; еще ниже — до самого дна — снова холодные воды, температура которых близка к точке замерзания. Подчеркнем, что полученная сотню лет назад Нансеном схема вертикальной стратификации вод Арктического бассейна продолжает успешно «работать» и до сих пор. Сотни экспедиций, проведенных в этих же местах после Нансена, лишь вносили в нее новые детали.

Хочу напомнить и знакомый всем океанологам еще со студенческих лет закон Экмана — об изменении направления ветровых течений с глубиной («спираль Экмана»). Откуда он возник? В одной из научных работ Нансена, выполненных им по результатам наблюдений на «Фраме» (на русском языке она впервые вышла в свет в журнале «Морской сборник» в 1980 г.), читаем: «Наши наблюдения во время дрейфа «Фрама» доказали, что ветровое течение всегда образует значительный угол с направлением ветра, вызвавшего это течение. В среднем он был около 28° , за все же время дрейфа — около $37,5^\circ$ ». Как выяснилось позднее, молодой математик В. Экман поработал над теоретической интерпретацией этого вывода — так появилась широко известная теперь «спираль Экмана».

В год окончания экспедиции на «Фраме» в своей статье «Фритъоф Нансен, его подвиги и открытия» русский географ Д. Н. Анучин писал: «Имя Нансена пользуется теперь такой известностью, настолько проникло во все закоулки культурного, грамотного мира, что снова напоминает о связанных с этим именем подвигах и открытиях и может быть сочтено за повторение давно известного» («Русские ведомости», 1896 г.). Наверное, стоит задуматься, многие ли научные события, да еще в ту пору, когда не было средств быстрой передачи информации, могли так



«Фрам» во льдах

стремительно проникнуть, выражаясь словами Д. Н. Анучина, «во все уголки культурного, грамотного мира»?

По достоинству оценили фундаментальный вклад Нансена в изучение Северного Ледовитого океана и другие русские ученые — современники отважного норвежца. Это выдающийся океанограф и русский боевой адмирал С. О. Макаров, полярный исследователь Э. В. Толль, известный географ П. П. Семенов-Тянь-Шанский, метеоролог М. А. Рыкачев и многие другие. В частности, С. О. Макаров, вынашивавший в те годы идею «К Северному полюсу — напролом!», спроектировавший и построивший мощный ледокол «Ермак», уважительно отнесся к реализации Нансеном, по сути дела, той же самой идеи, хотя и с иных позиций и на судне совсем иной конструкции. По инициативе и при участии Макарова из России в Норвегию во время подготовки к экспедиции на «Фраме» для Нансена были отправлены карты северных окраин Сибири, описания населенных пунктов побережья и другие, очень ценные для экспедиции материалы. Русское Географическое общество, по его предложению, послало Нансену телеграмму с пожеланием «успеха в Великом Предприятии». Э. В. Толль, как отмечал сам Нансен, помогал в комплектовании снаряжения еще при подготовке экспедиции, закупил в Сибири отличных ездовых собак и организовал их отправку на побережье Югорского Шара и в устье реки Оленек, куда предполагался заход «Фрама». Он же устроил на Новосибирских островах три запасных склада продовольствия и снаряжения для экспедиции Нансена.

Фритюф Хансен всегда испытывал большую симпатию к России. Еще в 1913 г. на грузовом пароходе «Коррект» он совершил плавание вдоль берегов Северного Ледовитого океана к устью Енисея. Поднявшись по реке до Красноярска, железной дорогой добрался до Владивостока и оттуда через всю Сибирь вернулся в Европу. Под большим впечатлением от увиденного в восточной части России Хансен «на одном дыхании» написал и издал книгу «В страну будущего», в которой предрекал расцвет Сибири и вообще России. В голодном 1921 г. Хансен побывал в Поволжье, а затем выступил в Лиге Наций с призывом прекратить блокаду России западными странами. Он внес в фонд голодающим почти все свои сбережения, организовал сбор пожертвований в Норвегии, и вскоре первые поезда с хлебом пошли из Норвегии в Россию. Тогда же бывший капитан

«Фрама» Отто Свердруп по приглашению советского правительства руководил проводкой судов, вывозивших сибирский хлеб, между устьями Енисея и Оби и Архангельском.

Получив в конце 1922 г. Нобелевскую премию Мира, Хансен большую ее часть израсходовал на покупку оборудования для показательных машинно-тракторных станций, создававшихся в то время в СССР — в Саратовской области и на Украине. А вскоре выпустил книгу «Россия и мир» (вышла на нескольких языках), в которой доказывал, что благополучие на всем земном шаре немыслимо без процветания России и призывал помочь восстановлению ее хозяйства, разрушенного гражданской войной. Он утверждал, что Россия «в недалеком будущем принесет Европе не только еще большее материальное благополучие, но и духовное обновление».

Информация

Что натворили астероиды на Земле!

Геолог Б. Шмитц из Гетеборгского университета (Швеция) обнаружил в почве аномальный слой иридия, относящийся к силурийской эре (возраст около 410 млн лет).

Этот слой насыщен чешуей, принадлежавшей агнатановой (бесчелюстной) рыбе. Химический анализ чешуи показал, что в ней чрезвычайно высоко содержание иридия — оно достигает 0,49 частей на 1 млрд (обычный фоновый уровень этого элемента составляет лишь 0,40 частей на 1 млрд). Исследователь считает, что большая часть иридия поступила из морской воды. Кроме того, Б. Шмитц обнаружил сходство между найденными отложениями и теми, которые были выгроблены в Техасе на сушу гигантской «бурей», происшедшей на переходе

от мелового к третичному периоду. Техасские отложения также необычайно богаты иридием. Полагают, что он был «выплеснут» на сушу 65 млн лет назад гигантской волной цунами, возможно, вызванной падением в Карибское море небольшого астероида или кометы. Можно предположить, что происхождение «уэльско-английского» иридия аналогично.

Иное мнение высказал Б. Рикардс из Кембриджского университета (Великобритания). Он полагает, что слой, в котором Б. Шмитц обнаружил иридиевую аномалию, действительно, датируется временем вымирания большого количества видов, но это событие было весьма локальным и вызывалось крупным отступлением моря. Если бы оно было связано со столкновением Земли с небесным телом, то кристаллы кварца, найденные в этом слое, носили бы на себе следы мощного удара. Однако им свойственны черты, более характерные для вулканического происхождения. Так что иридий здесь мог отложиться в ходе извержений, а не вследствие космических причин.

Попытку уточнить датировку событий, происходивших на границе мелового и третичного перио-

дов, предприняли научные сотрудники Университета штата Род-Айленд (США) П. Шиэн и Д. Фастовский. Они подвергли анализу более 150 тыс. образцов ископаемых позвоночных организмов, взятых в восточной части штата Монтана из слоев, лежащих под и над границей ярусов. Подсчеты показали, что по обе стороны этой границы вымерло до 88 % всех сухопутных животных, а из пресноводных исчезло не более 10 %. По мнению исследователей, данный факт отражает «избирательный» характер последствий, вызванных столкновением астероида с Землей. Выброшенные в атмосферу обломки пород «замутнили» ее, и лучи Солнца едва достигали поверхности планеты. Это препятствовало фотосинтезу в растениях, от чего гибли сначала травоядные животные, а затем хищники. Что же касается пресноводных позвоночных, то их «пищевая цепь» в значительной мере зависит от органических детритов (мелких обломков), поэтому они могли легче перенести космическую катастрофу.

Geological Magazine, 1992, 129, 359
Science, 1992, 256, 1280
New Scientist, 1992, 135, 1833

Гипотезы, дискуссии, предложения

Черные дыры — сегодня и завтра

Ф. А. ЦИЦИН,
кандидат физико-математических наук

«...Из всех творений человеческого разума, от мифологических единорогов и драконов до водородной бомбы, наиболее фантастическое — это черные дыры. Черные дыры кажутся скорее атрибутом научной фантастики или древних мифов, чем реальными объектами. Однако из физических законов с неизбежностью следует существование черных дыр»

К. ТОРН

В азартной охоте за черными дырами мы не заметили, что на самом деле гонимся, возможно, за еще более необычными объектами нового уровня физической реальности — телами квантово-гравитационной природы, не подвластными нашей современной фундаментальной физической теории, включая общую теорию относительности...

САМЫЙ МОДНЫЙ ОБЪЕКТ СОВРЕМЕННОЙ АСТРОФИЗИКИ

Черные дыры настолько популярны в современной астрофизике, что представлять их читателю нет необходимости (Земля и Вселенная, 1986, № 2, с. 19.— Ред.). Пожалуй, единственным нерешенным вопросом, относящимся к черным дырам, остается такой: обнаружены ли они достоверно или есть еще какие-то принципиальные неясности.

Теоретически черные дыры (точнее, их классический прообраз) были открыты, как известно, еще в конце XVIII в. Сначала, в 1783 г., это сделал Дж. Мичел в Англии, а через 13 лет — великий французский астроном и математик П. С. Лаплас. Любопытен казус, связанный с этим открытием: и Мичел, и Лаплас дали совершенно правильное (релятивистское!..) выражение для основной характеристики черной дыры — ее гравита-

ционного радиуса

$$r_g = \frac{2GM}{c^2},$$

(где r_g — размер, при котором свет не сможет покинуть тело массой M), хотя предпосылки их обоих (ньютоновский закон тяготения и корпускулярная теория света) с точки зрения общей теории относительности (ОТО) были совершенно ошибочны в применении к этому объекту...

«Правильно» (исходя из эйнштейновской теории тяготения) черные дыры теоретически были открыты лишь в 1939 г. Р. Оппенгеймером, будущим «отцом американской атомной бомбы», и его соавтором американским физиком Х. Снайдером. Оставалось только дать новорожденному объекту подходящее звучное имя. Крещение несколько задержалось и было произведено выдающимся физиком современности Дж. Уилером лишь в 1968 г., когда у специалистов возродился интерес к



В. Ф. Шварцман (1945—1987)

вопросу о релятивистских коллапсах, относящемуся, казалось бы, к чистой абстрактной теории. Так черные дыры были представлены публике и сразу заинтриговали ее...

С тех пор и до настоящего времени проблематика черных дыр в астрофизике развивалась по резко восходящей линии. Сейчас мало уже кто сомневается в том, что они существуют в природе и что это вот-вот будет окончательно доказано астрономическими наблюдениями. Но так ли уж все благополучно у черных дыр?

ПОД ЧУЖИМ ИМЕНЕМ

Эффектное имя «Черная Дыра» стало привычным и кажется естественным для релятивистского объекта, неограниченно сжимающегося в собственном гравитационном поле. Но не все еще ясно на «небосводе черных дыр». Во-первых, только наблюдатель, падающий в черную дыру вместе с ее веществом, может «увидеть» эффект неограниченного сжатия. Для него она — дей-

ствительно дыра (а точнее яма-ловушка) в пространстве, необратимое падение в которую, говорят, не завершается даже в самом ее центре, а приводит к проскакиванию материи в какую-то другую вселенную, где «наше» сколлапсировавшее вещество обнаружится через бесконечное время в виде «белой дыры».

Для нас с вами, увы, весьма удаленных даже от ближайшей возможной черной дыры, она, как полагают, предстанет «застывшей звездой». Вещество и свет, аккрецируемые черной дырой, для внешних наблюдателей представляются неограниченно замедляющимися при приближении к гравитационному радиусу. Такой наблюдатель увидел бы, как аккрецируемые массы темнеют и гаснут, приближаясь к сферическому непроницаемому барьеру, делающему недоступным внутреннее пространство. Выходит, «черная дыра» — не такая уж и дыра. Далее, вспомним замечательное открытие С. Хокинга, сделанное им в середине 70-х гг. Приложив термодинамические и квантовые представления к черным дырам, он обнаружил, что данные объекты, получившие свое название как раз за то, что они «все поглощают и ничего не излучают», тем не менее, должны излучать как нагретое, хотя и до невообразимо низкой температуры, тело (при не слишком малой массе черной дыры). По выражению Хокинга, «черные дыры не так уж и черны!»

Итак, черные дыры и не такие уж «дыры», и «не такие уж черные»? Впрочем, алгоритм С. Маршака — «не назвать ли нам кошку мышкой?» — очень любим в науке. Вспомним хотя бы, что «атом» означает «неделимый». Но не лучше ли все же назвать кошку — кошкой?

И ВСЕ-ТАКИ ОНИ ОЧЕНЬ ЧЕРНЫЕ... И ДЫРЫ...

В защиту традиционного имени черных дыр можно высказать и более серьезные аргументы. Во-первых, хоккингское излучение черной дыры звездной и большей массы настолько мало, что оказалось бы незаметным для нас, тем более на фоне других источников излучения вблизи черной дыры (аккреционный диск и т. д.). То есть, хотя черные дыры, согласно Хокингу, и не совсем, но все же умопомрачительно черны!..

Насколько все же эти объекты не «застывшие звезды», а именно всепоглощающие «дыры» в пространстве? Еще в 1976 г. в авторитетном сборнике «Происхождение и эволюция галактик и звезд» (М.: Наука, 1976) появилась статья С. А. Капрана и В. Ф. Шварцмана с очень нетривиальным результатом, которая не получила, к сожалению, достойного резонанса. А ведь в ней речь шла о перевороте в важном аспекте наших представлений о черных дырах. Оказалось, что образ «застывшей звезды» справедлив только для черной дыры, на которую не аккрецируется ничто из окружающей Вселенной, — чего просто не может быть! Любая черная дыра должна вбирать в себя хотя бы вездесущее реликтовое излучение. Это ведет к опережающему хоккингские потери росту M каждой не слишком малой (массой хотя бы со средней астероид и большей) черной дыры. А это, в свою очередь, означает рост ее гравитационного радиуса. «Поверхность» черной дыры поэтому как бы движется навстречу падающей на нее массе, преодолевая с малой, но конечной скоростью те самые «последние дюймы», для прохождения которых аккрецируемому веществу или свету

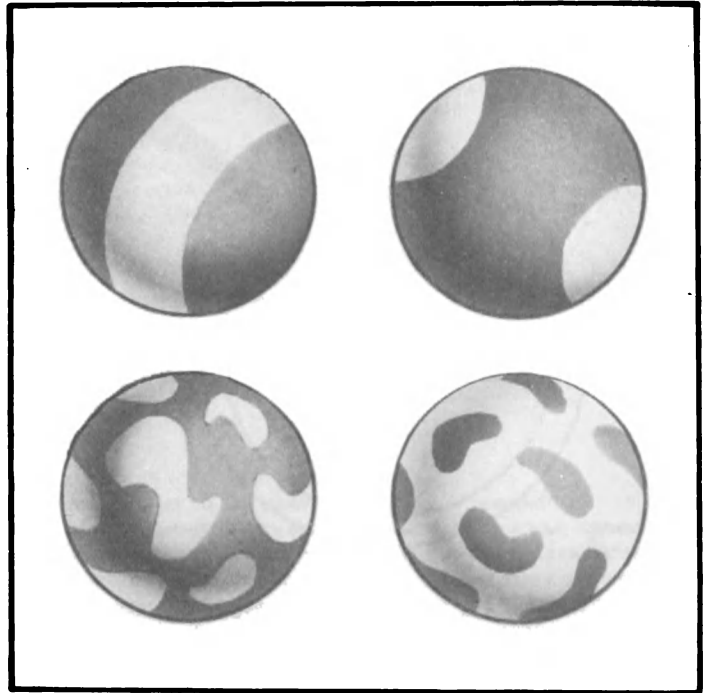
и понадобилось бы бесконечное время! В итоге — «застывания» падающей массы не происходит: поверхность Шварцшильда достигается не за бесконечное, а за конечное, причем (в окрестности r_g) за макроскопически очень небольшое время. Так, даже для сверхмассивной черной дыры с $M \approx 10^{10} M_\odot$ (при начальном расположении падающей массы на расстоянии $2r_g$ от центра черной дыры) для достижения «горизонта» требуется, вместо бесконечности, всего $\approx 10^7$ с, чуть больше ста дней, — вполне наблюдаемый темп процесса! А для черной дыры звездной массы r_g достигается вообще практически мгновенно — за $\approx 10^{-3}$ с!

Это означает, что «дыра» оказывается все же дырой. Кстати, оставшееся до центра расстояние r_g масса преодолевает в сопутствующей системе за время на пару порядков меньше, чем путь от $2r_g$ до r_g . И мы можем, конечно, вздохнуть с облегчением — все-таки назвали кошкой более или менее кошку, а не мышку...

В беседе с В. Ф. Шварцманом (1945—1987) за несколько месяцев до его трагической гибели я узнал, что изложенный результат был получен им еще в 60-х гг. Но лишь С. А. Каплан всерьез оценил и убедил его опубликовать этот вывод, что и было сделано в их совместной статье.

СУДЬБА ОТКРЫТИЯ ВИКТОРИЯ ШВАРЦМАНА

Итак, падающая на черную дыру материя достигает ее не за бесконечное, а за вполне доступное наблюдениям время. Этот блестящий результат В. Ф. Шварцмана ожидала, однако, несколько странная судьба. Сначала, кажется, и сам В. Ф. Шварцман не очень верил в него (возможно, из-за неправдо-



подобной простоты идеи). Или же, подобно Гауссу, так и не опубликовавшему свое открытие неевклидовой геометрии, он опасался непонимания. Но и после публикации результата его, видимо, сочли сомнительным или просто ошибочным, не обсуждали и на него не ссылались.

Еще до упомянутой беседы с В. Ф. Шварцманом, в разговоре с одним известным специалистом по ОТО (в начале 1986 г.) я узнал, что он считает «вывод Каплана и Шварцмана» ошибочным. Но чтобы доказать это, ему нужно «минут двадцать», — которых у нас тогда не нашлось... Мне было очень жаль это красивое построение, верить в его «гибель» не хотелось, но поневоле приходилось... И вдруг неожиданный оборот. В том же году выходит книга И. Д. Новикова и В. П. Фролова «Физика черных дыр», в которой я с радостью обнаружил **полное подтверждение** открытия Шварцмана.

Некоторые варианты вида черно-белых дыр

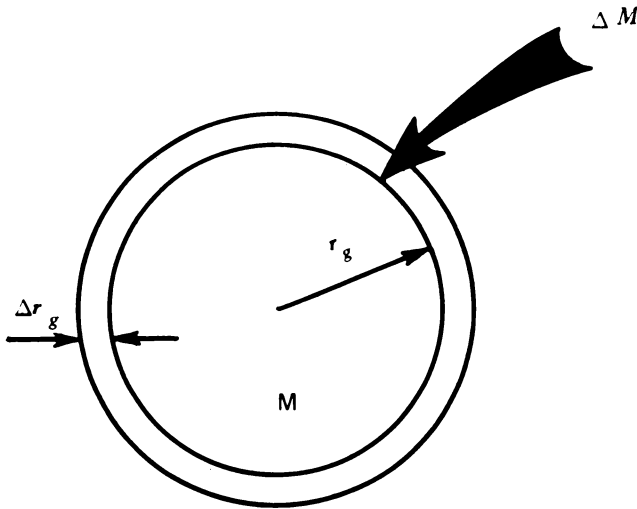
Даже «более чем подтверждение», ибо результат этот у них был получен из совершенно других, к тому же не просто релятивистских, как у Шварцмана, но из **квантовых** предпосылок (из учета «квантового дрожания» поверхности Шварцшильда).

Правда, формулы у Шварцмана и у Новикова-Фролова могут показаться на первый взгляд совершенно разными. Напомним, что время достижения аккрецируемой массой гравитационного радиуса r_g по Шварцману (в секундах) есть

$$\Delta t_{\text{шв}} \approx \frac{2r_g}{c} \ln(c^3/4GM), \quad [1]$$

где \dot{M} — скорость приращения массы черной дыры (г/с). По Новикову—Фролову это же время

$$\Delta t_{\text{нф}} \approx r_g \ln(r_g/l_{\text{пл}}), \quad [2]$$



Согласно гипотезе В. Ф. Шварцмана благодаря аккреции масс гравитационный радиус черной дыры увеличивается, при этом аккрецируемая масса оказывается внутри растущей черной дыры

Оказывается, при $M \approx M_{\odot}$ формула [2] приводится к тому же [1] виду:

$$\Delta t_{\text{нф}} \approx 10^2 \frac{r_g}{c} \quad [2a]$$

Как легко убедиться, оценки Δt совпадают по [1] и [2] не только при этих частных значениях M и \dot{M} , а практически во всем диапазоне возможных и физически интересных значений этих величин. Так, рассмотрим M в пределах от 10^{-10} г/с (аккреция только реликтового излучения) до 10^{31} г/с (аккреция среды с плотностью белого карлика). Во всем этом гигантском интервале скорости аккреции, простирающемся более чем на 40 порядков, коэффициент в [1a] изменяется лишь от ≈ 250 до ≈ 36 . Значит, [1a] приложимо для представления $\Delta t_{\text{шв}}$ во всем реальном диапазоне значений M .

Аналогично рассмотрим интервал масс черной дыры от $\approx 10^{-15} M_{\odot}$ (масса среднего астероида, еще достаточно большая, чтобы не стал существенным эффект хоккингского «испарения» черной дыры) до $10^{15} M_{\odot}$ (масса скопления галактик, заведомо превосходящая все допускаемые значения массы черной дыры в нашей Вселенной; в теории фигурируют величины лишь до $\approx 10^{10} M_{\odot}$).

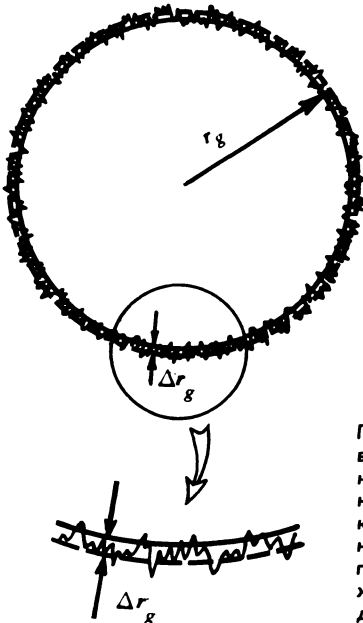
Легко убедиться, что во всем этом интервале масс черной дыры, согласно [2], численный коэффициент при r_g/c в [2a] меняется лишь от ≈ 60 до ≈ 130 , т. е. также порядка 10^2 .

Таким образом, практически для всех логически допустимых, а тем более физи-

где $l_p, 1,6 \cdot 10^{-33}$ см — фундаментальная «планковская длина» (формула, таким образом, существенно квантовая). Хотя выражения различны, но оценки Δt по ним сопоставимы или близки. Чтобы убедиться в этом, отметим, что если [2] записать в той же системе единиц, что и [1], — в обыч-

ной CGS (Новиков и Фролов используют систему единиц, где $c=1$), — в [2] появится множитель $1/c$. Согласно Шварцману, в частном случае $\dot{M} \approx 10^{10}$ г/с (характерная величина для одиночной черной дыры с $M \approx M_{\odot}$) формула [1] упрощается:

$$\Delta t_{\text{шв}} \approx 10^2 \frac{r_g}{c} \quad [1a]$$



По утверждению И. Д. Новикова и В. П. Фролова, эффективный гравитационный радиус черной дыры растет вследствие квантового дрожания поверхности Шварцшильда. В итоге — аккрецируемая масса также оказывается внутри черной дыры

В общей теории относительно-сти аккреция массы на черную дыру идет необратимо

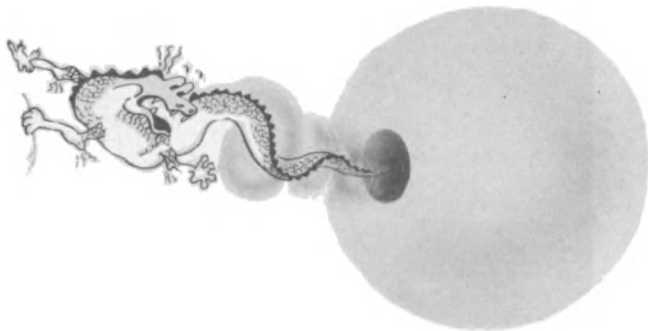
чески реальных значений M и M количественные оценки Δt по «эффекту Шварцмана» и по «эффекту Новикова-Фролова» с точностью до множителя порядка единицы **совпадают**, хотя физика их резко различна:

$$\Delta t_{\text{нф}} \approx \Delta t_{\text{шв}} \approx 10^2 \frac{r_g}{c}. \quad [3]$$

Итак, сначала В. Ф. Шварцман, а затем И. Д. Новиков и В. П. Фролов обнаружили два принципиально различных эффекта — чисто релятивистский у Шварцмана и квантово-релятивистский у Новикова—Фролова,— учет каждого из которых качественно менял (при том одинаковым образом) наши представления о черных дырах как «застывших звездах»: время Δt проникновения аккрецируемого вещества в черную дыру оказывалось **конечным**. Поразительно, что количественная оценка Δt у них практически совпадает во всем диапазоне физически реальных значений масс черных дыр и скоростей их аккреционного роста. Она с достаточной точностью дается редуцированной формулой Шварцмана [1а].

Заметим, что даже если бы «неквантовый» путь Шварцмана оказался ошибочным (как путь Мичела и Лапласа к черной дыре...), мы

Вероятно, будущая квантово-релятивистская теория гравитации позволит предположить бурный антиколлапс поглощенных масс, но уже с радикально измененными свойствами



имели бы дело с повторением необычного эпизода в истории науки: получение правильного, сохраняющегося в более поздней теории, результата в рамках теории «предшествующего уровня». Результат же Шварцмана, как видим, подтвержден физически более глубоким выводом Новикова—Фролова. И он войдет в основы общей картины черной дыры.

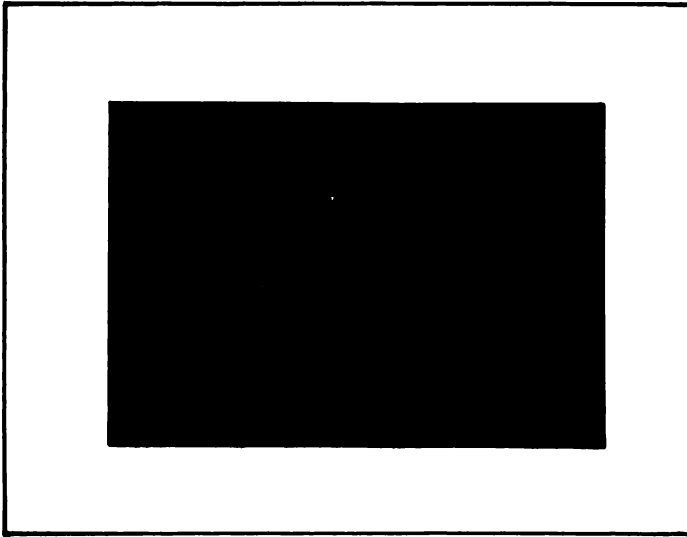
РЕЛЯТИВИСТСКИЕ ЛИ ОБЪЕКТЫ ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

Черные дыры были открыты (точнее, предсказаны) именно в релятивистской теории тяготения — общей теории относительности Эйнштейна. Но сама ОТО, предсказывая неограничен-

ный коллапс гравитирующей массы, сжимающей ее до математической точки, дает бесконечные значения для некоторых параметров, например, плотности. Многие теоретики полагают, что любые бесконечности в физической теории означают просто выход ее за неизвестные науке границы ее применимости, находящиеся между экспериментально исследованной областью параметров и бесконечностью. Где-то на пути к строгой точечной сингулярности ОТО перестает быть реалистической теорией и даваемые ею результаты за этой границей не имеют уже отношения к действительности.

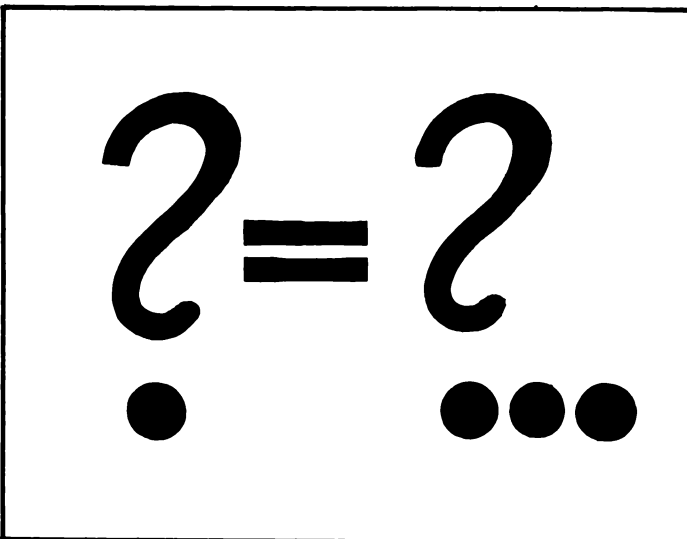
Более того, в данном случае мы имеем основания





даже для количественной характеристики тех пределов, за которыми ОТО наверняка «не работает». Это **планковская граница**, очерчивающая в пространстве состояний материи область, внутри которой ни ОТО, ни квантовая механика уже **неприложимы** и не описывают состояния и поведения ма-

тери. Для этого там нужна новая, пока неизвестная фундаментальная физическая теория (по меньшей мере единая квантово-релятивистская теория гравитации). Критическое планковское значение, например, плотности ρ составляет $\approx 10^{94}$ г·см⁻³.



Поверхность черной дыры согласно общей теории относительности

Все это позволяет утверждать, что хотя будущая черная дыра, «приступая» к гравитационной конденсации, начинает эволюцию, как **чисто классический ньютоновско-джинсовский объект**, продолжает она уже как объект **релятивистский**, шварцшильдовско-оппенгеймеровский. Заканчивает эволюцию черная дыра, когда коллапсировавшее вещество уходит в пределы ничтожной по размерам ($\approx 10^{-33}$ см), но **конечной** центральной планковской зоны. Это уже объект **пострелятивистский, постквантовый**, т. е. существово квантово-гравитационный, не известный нашей фундаментальной физике, не подчиняющийся ее законам... Собственно, это, конечно, уже не черная дыра, а интереснейший объект **нового, более глубокого уровня** физической реальности. Такой объект в черной дыре специалисты пока не очень-то примечают, хотя формально, вместе с планковской сингулярностью, не могут не признавать. Между тем приглядеться к черной дыре с этой точки зрения стоило бы!

До открытия В. Ф. Шварцмана мы могли еще успокаивать себя тем, что в планковскую неточечную сингулярность уходит лишь та доля полной массы черной дыры, которая в момент ее образования оказалась внутри сферы Шварцшильда. Последующая же аккреция ведет будто бы лишь к наслоениям на r_g , на поверхность «застывшей звезды», все новых и новых масс, которые никог-

Формула основного закона квантовой гравитации (современный вид)

Центральная планковская сингулярность черной дыры по квантовой теории гравитации (увеличено в $\approx 10^{33}$ раз)

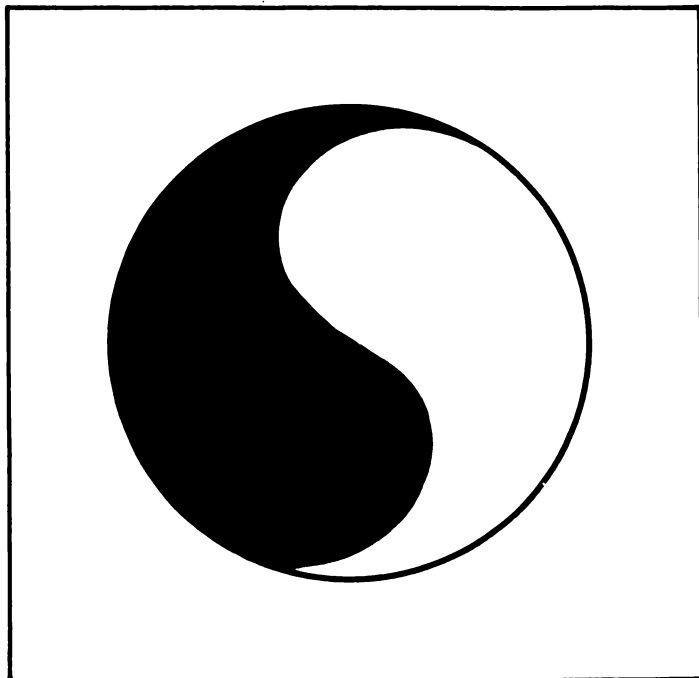
да не достигнут даже r_g , а уж тем более — центральной планковской сингулярности! Но вопрос обострился после того, как Шварцман показал (а Новиков и Фролов подтвердили!), что масса, аккрецируемая черной дырой, спокойно и быстро достигает r_g и, следовательно, еще быстрее после этого попадает в центральную сингулярность. Мы вынуждены констатировать, что практически все вещество черной дыры должно сосредоточиться в этой сингулярности и перестать подчиняться нашей фундаментальной физике, включая ОТО!

Так логично ли считать релятивистским объект, вещество которого находится за пределами релятивистской теории? Видимо, нет.

Черная дыра — объект физики будущего, каким для Кеплера были кеплеровские (ньютоновские) движения планет, для Р. Майера — ядерные источники энергии Солнца и звезд, а для Лерверье — «лишнее», движение перигелия Меркурия!

НАБЛЮДАЕМЫ ЛИ ПЛОДЫ ГРАВИТАЦИОННОГО КОЛЛАПСА!

Господствует мнение (резомируемое «постулатом о космической цензуре» Р. Пенроуза), что сингулярность внутри черной дыры принципиально не наблюдаема. Обосновывается оно тем, что в рамках ОТО никакие «сигналы» (включая излучение) от коллапсирующей массы, ушедшей под гравитационный радиус, наружу выйти не могут. Для нас они действительно вроде бы



принципиально не наблюдаемы.

Все это абсолютно верно. Но я не зря подчеркнул слова «в рамках ОТО». ОТО вправе гарантировать, что до достижения центральной планковской сингулярности коллапсирующие массы не наблюдаемы извне. Но ведь, достигнув физическую планковскую сингулярность, материя выходит за рамки ОТО! Как ведет себя материя внутри планковской сингулярности, неизвестно. «В начале Вселенной была другая физика, которой мы не знаем. То же самое внутри черных дыр» (И. Д. Новиков); «Внутри планковской области может быть что угодно» (А. А. Старобинский) и т. д.

Не исключено, что вещество, падающее в черную дыру, быстро (соответственно времени падения в сингулярность) выбрасывается обратно, т. е. становится принципиально наблюдаемым, но в неизвестном, измененном

виде, и даже еще внутри «черной дыры». Начальные условия релятивистского гравитационного коллапса — дорелятивистские, ньютоновские; начальные условия логически допустимого антиколлапса из планковской области — пострелятивистские и постквантовые. Это может обеспечить куда большую, чем между черными и «белыми» дырами, асимметрию коллапсарных и антиколлапсарных феноменов в рассматриваемом объекте.

СОВМЕСТИМЫ ЛИ СВОЙСТВА ЧЕРНЫХ И БЕЛЫХ ДЫР!

Если бы ОТО была строго справедлива в черных дырах, явление коллапса внутри сферы Шварцшильда действительно не могло бы сопровождаться какими-либо наблюдаемыми эффектами. А свойства черной и белой дыр были бы принципиально несовместимы в одном объекте. Если бы в цент-

ральной точке с бесконечными параметрами происходило сшивание коллапсарного и антиколлапсарного решений уравнений ОТО (как допускал когда-то А. А. Фридман), проявление сингулярности хотя и было бы принципиально возможным, не могло бы выйти за рамки свойств белой дыры. Этот вопрос исследовали И. Д. Новиков и другие, которые показали, что белые дыры, в лучшем случае, быстро затухают.

Но пусть коллапсирующая в черную дыру масса перестает подчиняться нашей физике (ОТО) не в центральной математической точке, а в конечной (планковской) области с несингулярными значениями параметров. В этой области материя приобретает неизвестные нам характеристики, и выбрасывается оттуда она может с «запрещенными» нашей физикой свойствами. В частности, они никак не могут быть априорно ограничены «возможностями» белой дыры. В этой связи вспоминаются, например, так и не объясненные с 1918 г. «джеты» — выбросы из активных центров галактик и квазаров (в этих центрах как раз и предполагается присутствие сверхмассивных черных дыр). Для феноменов, противоречащих законам нашей физики (вроде «сверхсветовых скоростей»), мы ищем и почти всегда находим! — способы «согласовать» их с нашей физикой; но, может быть, это просто «другая» физика, физика квантовой гравитации, физика XXI в.

КРИТЕРИЙ ОБНАРУЖЕНИЯ КВАНТОВО-ГРАВИТАЦИОННОГО ОБЪЕКТА

Остановимся на одном старом, но живучем недоразумении, коренящемся все в той же непропорциональной абсолютизации и ограничении свойств черной дыры как воз-

можного релятивистского объекта. Это — критерий «сверхкритической массы» (превосходящей максимальную возможную массу нейтронной звезды, $\approx 3M_{\odot}$), как якобы достаточное условие наблюдательного отождествления именно черной дыры в рамках ее свойств, диктуемых релятивистской теорией. Из сказанного выше следует, что сверхкритичность массы достаточно компактного объекта гарантирует только неизбежность в будущем, а скорее в прошлом, релятивистского коллапса данного тела. Величина массы (насколько бы она ни превосходила критическую, и даже будь она хоть «галактической», $\approx 10^{10} M_{\odot}$, ни в малой степени не обеспечивает у компактного объекта «последующих» необходимых свойств релятивистской модели черной дыры — необратимость коллапса, отсутствие выбросов и т. п. Все это удел черной дыры, но никак не пострелятивистского объекта. Так что доказанная наблюдениями сверхкритичность массы «релятивистского объекта» говорит лишь о том, что мы реально имеем дело с коллапсаром. Но при этом, возможно, не просто релятивистским, а с пострелятивистским, гравитационно-квантовым объектом. А это интереснее и перспективнее и с теоретической, и с наблюдательной точки зрения, чем было бы открытие «настоящей» черной дыры.

ГРАВИТАЦИОННЫЙ РАДИУС — «ВОСПОМИНАНИЕ О БУДУЩЕМ»!

Но все результаты теории черных дыр, в которых фигурирует r_g как $2GM/c^2$, ставятся под вопрос еще одним выводом в книге Новикова и Фролова: «Утверждение, что до падения (аккрецируемой массы) ΔM границей

черной дыры была поверхность r_g , неправильно. Граница черной дыры определяется... всей будущей историей (упадет ли масса ΔM или не упадет и т. д.). Задача нахождения горизонта событий является задачей с конечными, а не начальными условиями». Или: «Положение горизонта событий $[r_g]$ в данный момент зависит от всей последующей эволюции системы» (подчеркнуто мною.— Ф. Ц.).

Поскольку «будущее до $t \equiv \infty$ » нам принципиально неизвестно, мы не можем говорить о значении r_g в каждый (!) момент, — если приведенное заключение не есть формальный парадокс, возникающий, например, вследствие непропорциональной экстраполяции теории за неизвестные нам границы ее справедливости. А это — неизбежный этап в развитии любой теории.

Итак, есть все основания ожидать, что современная астрофизика может повторить историю Колумба: отправившись в экзотическую, но давно открытую Индию (поиск черных дыр), она может наткнуться на неизвестный материк — объекты, процессы и явления принципиально новой природы, не охватываемые нашей фундаментальной физикой, принадлежащие более глубокому уровню физической реальности и управляемые законами еще не построенной нами единой квантово-релятивистской теории гравитации. Может быть, и само построение этой теории, давно ожидаемое и сильно запаздывающее (с 30-х гг.), получит решающий импульс с открытием этого нового, более фундаментального, уровня физических явлений.

Гипотезы, дискуссии, предложения

Интересные закономерности на поверхности Луны и Меркурия

М. М. ШЕМЯНИН,
Почетный член Астрономо-геодезического общества

«Природа всюду строит
геометрию»
Пифагор

В течение ряда лет автор изучал расположение и структуру кратеров и других образований на видимой и обратной сторонах Луны и в ее краевых зонах. Было замечено, что некоторые кратеры образуют цепочки, причем центры всех кратеров, входящих в цепочку, лежат на дуге окружности или близкой к ней кривой. Размеры кратеров и расстояния между их центрами также подчиняются некоторой закономерности. Изменение диаметров кратеров, составляющих цепочку, можно выразить формулой: $d_n/d_{n+1} = \sqrt{2}$, т. е. диаметр каждого последующего кратера в $\sqrt{2}$ раза меньше диаметра предыдущего. В некоторых случаях все кратеры (или часть

из них) равны или меньше предыдущего в 2 раза.

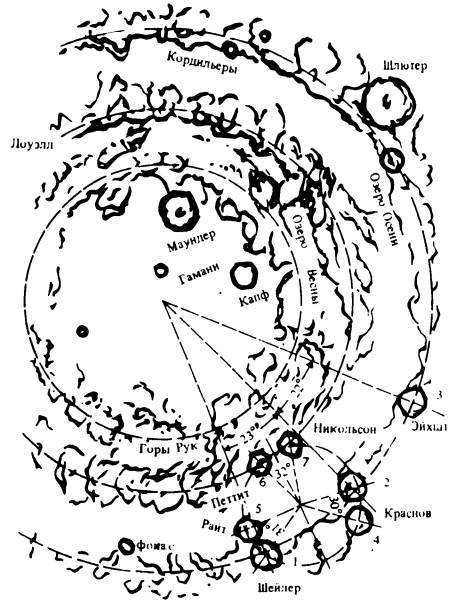
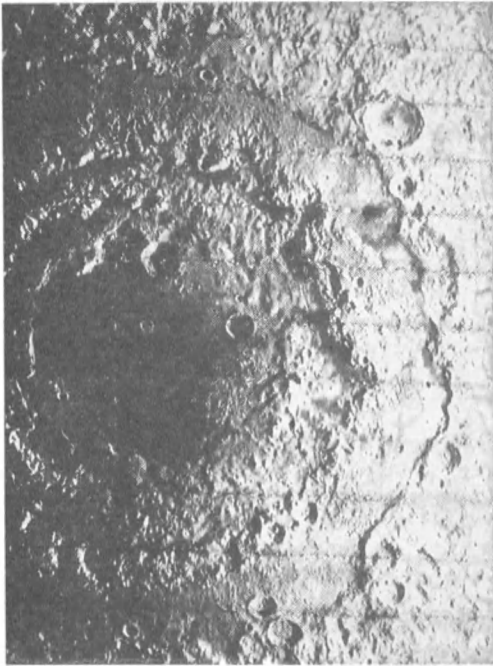
На поверхности Луны есть чрезвычайно интересное образование — **Море Восточное** — ряд гигантских, концентрических кольцевых валов и хребтов. Наиболее полное представление о его строении дали фотографии, полученные при облете Луны космическими зондами. В структуре Моря Восточного просматриваются следующие соотношения:

$$d_1/d_2=1,43; d_2/d_3=1,4,$$

где d_1 , d_2 и d_3 — диаметры наибольшего, среднего и наименьшего концентрических образований. Т. е. видно, что числа очень близки к величине $\sqrt{2}=1,41$. Не скрыто ли в данном случае какое-то важное свойство строения поверхности нашего спутника?

На внешней части наибольшего вала (на снимке справа

внизу) лежат три одинаковых по размеру кратера (1, 2 и 3), расположение которых соответствует одной из замеченных ранее автором закономерностей, а именно: они лежат на одной дуге и составляют углы 22° и 23° (что соответствует $90^\circ/4$). Кратеры 1 и 2 вместе с кратерами 4, 5, 6 и 7 образуют симметричную «розетку». Все центры этих кратеров лежат на окружности, диаметр которой близок к $1/4$ диаметра наружного вала Моря Восточного. Углы, образуемые парами кратеров, составляющих «розетку» (1—5, 2—4 и 6—7), близки к 30° , а в сумме составляют 90° . Линию, проведенную через центр «розетки» и точку окружности, лежащую между кратерами 6 и 7, мы можем принять за ось симметрии всей «розетки». Направление ее несколько отклонено от центра



Море Восточное и схема его структуры

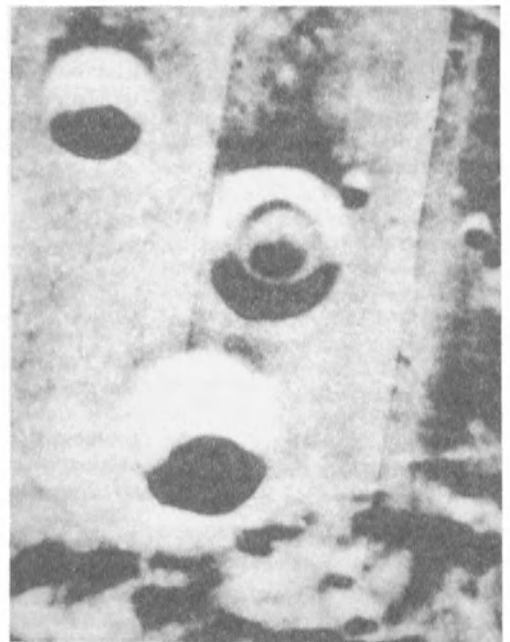
Моря Восточного. Симметрия нарушена из-за различия

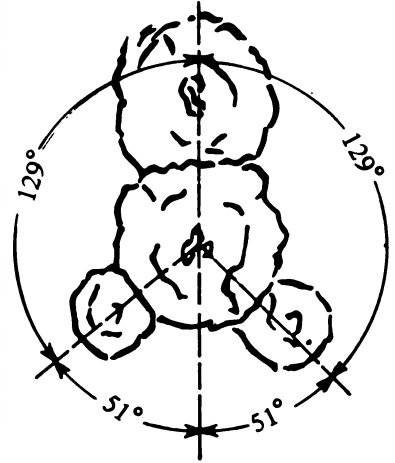
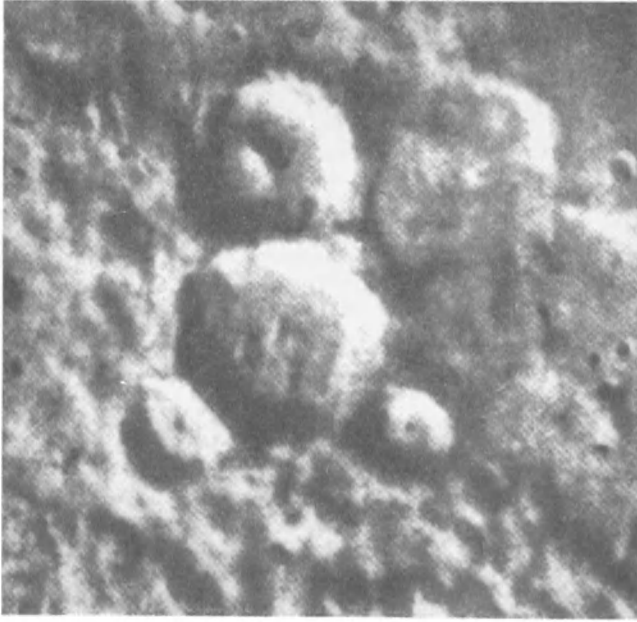
в размерах кратеров: кратеры 1 и 2 несколько больше (отношение их диаметров близко к величине $\sqrt{2}$), чем остальные.

Автор рассматривал также

кратеры с двумя концентрическими валами. Один из

Кратер Гесиод-А и его «двойник»





них — **Гезиод-А** — своими совершенно гладкими склонами и чрезвычайно четко очерченными границами валов резко отличается от других кратеров на Луне. Он расположен на видимой ее стороне и имеет диаметр наружного вала 17 км, а внутреннего — 8,5 км, — т. е. $d_1/d_2=2$.

Изучая карту обратной стороны и краевых зон Луны, автор обнаружил, что на дне кратера **Гумбольдт** находится кратер с двойным валом, имеющий совершенно такое же строение, как и **Гезиод-А**, т. е. отличается от других кратеров резко очерченными краями валов и гладкой поверхностью склонов. Диаметр его внешнего вала около 8 км и в 2 раза больше диаметра внутреннего, т. е. 4 км.

Кратеры **Гезиод-А** и его «двойник» расположены почти на одной и той же селенографической широте (25° — 30° ю. ш.). По долготе они разнесены на 97° .

Еще один пример симметричного расположения кратеров наблюдается на **Меркурии**. Как показали фотографии, полученные с близкого расстояния, поверхность Меркурия очень похожа на лунную. На снимке, сделанном 3 мая 1974 г. космическим аппаратом «Маринер-10», видна часть огромного, диаметром 1300 км, ограниченного кольцевыми валами бассейна, похожего в какой-то мере на **Море Восточное**, но судить о его строении в целом по этой фотографии нельзя, так как больше половины бассейна находится за терминатором.

Группа кратеров на Меркурии и ее схема

На внешнем валу этого бассейна расположена группа из четырех кратеров, образующих симметричную фигуру. На фотографии видна полная симметрия относительно оси, проведенной через центры двух больших кратеров. Если обозначить диаметр наибольшего кратера — d_1 , диаметр второго по величине кратера — d_2 , а диаметры двух меньших — d_3 и d_4 , то отношения диаметров будут:

$$d_1/d_2=1,4; d_3=d_4=d_1/2.$$

Сумерки и их наблюдения

Как известно, сумерки — это период плавного перехода от дневного света к ночной темноте и обратно. Продолжительность сумерек зависит от географической широты места, сокращаясь с приближением к экватору. Различают **гражданские сумерки** (они кончаются, когда центр Солнца погружается под горизонт на 6°), **навигационные** (12°) и **астрономические** (18°), когда наступает полная темнота.

Наблюдая сумерки можно исследовать атмосферу Земли, что впервые отметил известный советский астроном академик В. Г. Фесенков. Основной параметр, определяющий яркость сумеречного неба — **глубина погружения Солнца под горизонт** (h). Но сумерки — сложный процесс, и яркость неба зависит не только от h , но и еще от многих факторов (температуры отдельных слоев, влажности, загрязненности атмосферы и т. д.). Поэтому до сих пор не выведено простой формулы, которая выражала бы яркость неба (j) через глубину погружения Солнца (h), хотя эту зависимость полезно знать при наблюдениях планет, комет и других небесных объектов, находящихся в данный момент вблизи Солнца.

Есть несколько способов определения зависимости j от h . В самом простом из них наблюдателю нужна лишь бумага, карандаш, фонарик, часы и предварительно составленный список звезд от 0^m до 4^m (15—25 звезд). Наблюдатель, фиксируя время появления на вечернем небе каждой из этих звезд, получает предельную звездную величину m , видимую невооруженным глазом, в зависимости от глубины погружения Солнца h .

В августе 1992 г. под Москвой этим методом я исследовал сумеречное небо на юго-юго-востоке на высоте порядка 50° . Чтобы облегчить вычисления, вместо j я ввел m_j — звездную величину участка сумеречного неба площадью в 1 кв. град., связанную с J выражением:

$$m_j = -\log_{2,512} J + m_0 \quad (1)$$

где $m_0 = \text{const}$.

Если принять, что минимальная интенсивность (1) звезды, видимой глазом, связана с j зависимостью $l \sim \sqrt{j}$ (т. е., когда фон неба становится, например, в 4 раза слабее, можно наблюдать звезды вдвое слабее),

то m и m_j связаны формулой $m = \frac{m_j}{2} + c$,

где c — некоторая константа. Таким образом, зная $m(h)$, можно определить (с точностью до некоторой постоянной) $m_j(h)$.

В первом приближении график $m(h)$ представляет собой прямую, выражаемую уравнением $m = a + bh$, где коэффициент b приблизительно равен $0,7^m/\text{град.}$ (с достаточно большим разбросом), а изменяется от -1^m до -2^m . Таким образом, можно утверждать, что $m_j(h) = m_{h=0} + kh$ (2),

где $m_{h=0}$ — звездная величина участка неба площадью в 1 кв. град. при заходе Солнца, а $k = 2b$. В моих вычислениях $k = 1,4$, что несколько завышено, так как не был учтен один важный фактор. Дело в том, что экспериментальную линию можно считать прямой только в первом приближении. Точнее зависимость $m(h)$ представляется не прямой, а параболой $m = ah^2 + \beta h + \gamma$ (3), где $a < 0$ и невелико по модулю, причем оно изменяется от наблюдения к наблю-

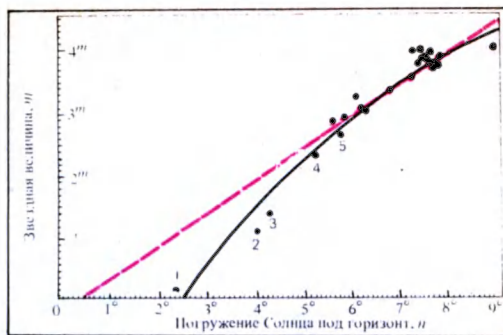
дению в 3—4 раза.

Разброс значений α столь велик, что превышает саму α , т. е. ясно, что оно определяется исключительно случайными величинами. Каковы же факторы, вызывающие их? Ранним вечером, наблюдатель, не зная точно, где должна появиться первая яркая звезда, теряет какое-то время на то, чтобы обнаружить ее. Когда звезд становится больше, яркие звезды служат ориентиром для поиска более слабых. Но пока видны только звезды ярче 3^m , наблюдатель не может точно определить местоположение искомой звезды, и на графике $m(h)$ соответствующая часть прямой «загибается» вниз. На такой «загиб», т. е. на коэффициент α влияет и еще один случайный фактор — погода.

Попробуем найти истинную зависимость $m(h)$, которая соблюдалась бы при отсутствии перечисленных выше случайных факторов. Ведь именно она нужна для определения $m_1(h)$. Как уже говорилось, ее можно записать в виде уравнения параболы (3), где $\alpha=0$, так как случайные факторы отсутствуют. Все параболы, построенные по данным наблюдений, обладают важным свойством: α и β в них связаны соотношением $\beta=0,5-1,4\alpha$, а раз для прямой $\alpha=0$, значит $\beta=0,5$.

К этому выводу можно прийти и другим путем. Известно, что при $h < 7^\circ$ еще трудно определить координаты звезды, а при $h > 7^\circ$ уже начинают мешать обычные ночные засветки, не связанные с сумерками. Поэтому при $h=7^\circ$ случайные факторы минимальны, и все параболы, построенные по данным наблюдений, сойдутся, и будут иметь примерно одинаковые угловые коэффициенты ($\beta=0,5$).

Естественно, что угловой коэффициент зависит от расположения звезд на небе. В феврале следующего года я провел еще несколько наблюдений. Звезды располагались выше ($60^\circ-80^\circ$ над горизонтом). Использовалось больше ярких звезд, причем в список был включен и Марс, находившийся чуть ниже, но все же рядом с остальными звездами. В результате ориентироваться было легко. Благодаря хорошей погоде и легкой ориентации зависимость $m(h)$ предстала чистой прямой с угловым коэффициентом 0,75, а значит, в околоразенитной области $m_1 = m_0 + 1,5h$.



Зависимость звездной величины от глубины погружения Солнца под горизонт. 1 — Вега, 2 — Альтаир, 3 — Денеб, 4 — γ Лебедя, 5 — ϵ Лебедя

В. Г. Фесенков, измеряя яркость неба на высоте 20° над горизонтом (азимут равен солнечному), получил кривую вида $m_1 = m_{h=0} + 0,9h$ (при $h < 12^\circ$), т. е. в его работах $k=0,9$. В результате своих наблюдений я убедился, что в зените $k \geq 1$. Итак, ясно, что все параметры, о которых говорилось выше, определяются со значительным разбросом.

Для повышения точности определения зависимости яркости неба от глубины погружения Солнца, необходимо большое количество простых наблюдений, доступных даже самому неопытному любителю астрономии. Заинтересовавшимся такой работой советую выбирать звезды, расположенные достаточно высоко над горизонтом и не очень далекие друг от друга. Хорошо подходят для таких наблюдений звезды Лирь, Лебедя, Орла, Возничего, Тельца, Персея, Большой Медведицы, Волопаса. Помимо названия каждой звезды и времени ее появления (с точностью до секунды) необходимо указать географические координаты места наблюдения, дату, и очень подробно погодные условия. Результаты своих наблюдений любители астрономии могут присылать по адресу: 119899, Москва, Университетский пр., 13, ГАИШ МГУ, комн. 52.

О. С. УГОЛЬНИКОВ,
студент МГУ

Солнце в феврале — марте 1993 года

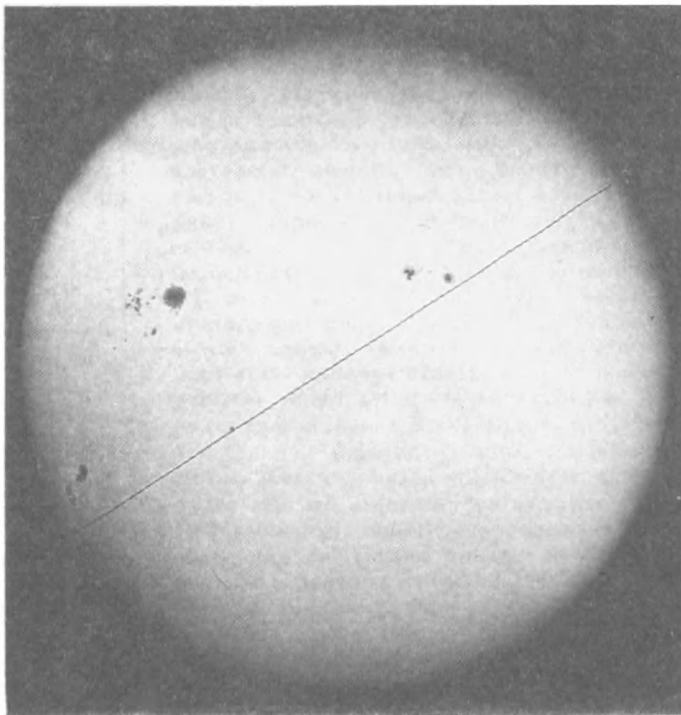
Спад солнечной активности, начавшийся в первой половине 1992 г., продолжается. Среднее значение числа Вольфа (W) уменьшилось в 1,5 раза (от 140 до ≈ 80). На этом уровне число пятен удерживалось весь последующий период, включая февраль — март 1993 г.

Как обычно, значения W колебались, причем довольно сильно. Яркий пример — активность в первой декаде февраля, когда в самом начале месяца на диске находилось лишь одно небольшое пятно ($W=11$), а уже через четыре дня из-за восточного края вышли пятна, что подняло индекс W до 85, в последующий период декады — до 100 и выше. При этом две группы пятен были довольно крупными. После их захода за западный край активность в течение второй и третьей декад снизилась: на диске находилось от 4 до 7 групп небольших размеров и сравнительно простой конфигурации ($W \approx 80$).

В марте в общих чертах повторилась февральская картина. Довольно мощный очаг активности, проходивший по диску в первой декаде февраля, хотя и претерпел заметные изменения, но сохранился в виде компактной концентрации из пяти групп пятен, из которых одна была довольно крупной. Индекс W в первой декаде марта удерживался на уровне 100. В остальную часть месяца число групп пятен практически не менялось, но крупных среди них уже не было ($W \approx 70$).

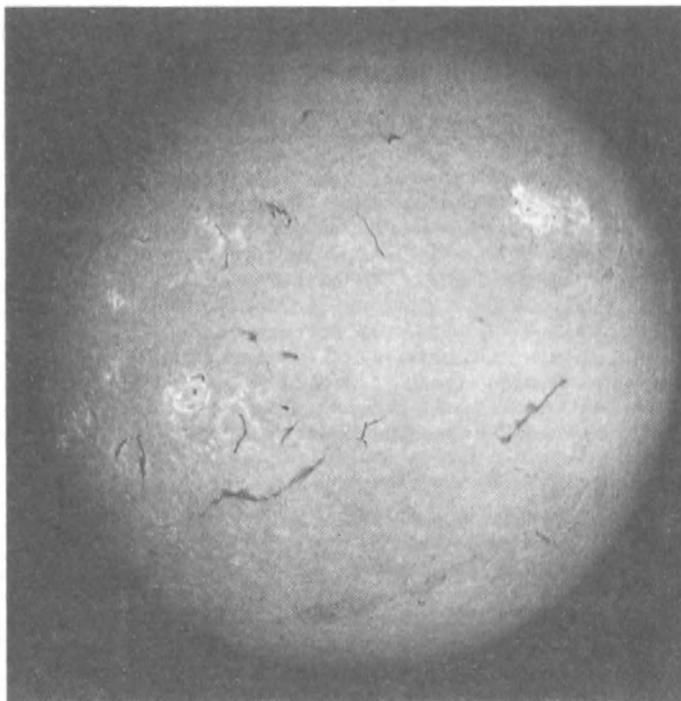
Хромосфера была сравнительно мало активной. За редким исключением флоккулы и волокна не отличались высоким контрастом или впечатляющими размерами.

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



Вид Солнца 6 февраля 1993 г. Снимок Т. В. Говориной (Байкальская астрофизическая обсерватория)

Типичный вид хромосферы в феврале — марте 1993 г. Снимок получен 20 марта 1993 г. С. А. Язевым (Байкальская астрофизическая обсерватория)



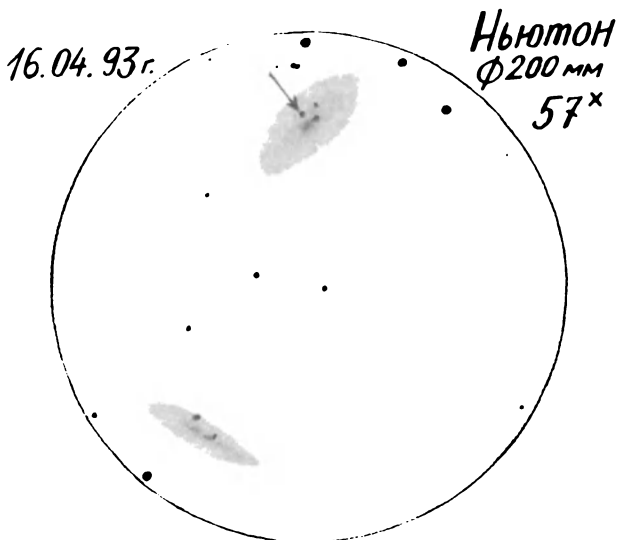
Замечательная Сверхновая в галактике М 81

Спиральную галактику М 81 в созвездии Большой Медведицы можно, пожалуй, отнести к самым популярным объектам неба. Значительные яркость (блеск — $7,9^m$) и видимые размеры ($10' \times 16'$) делают ее не просто доступной даже начинающему любителю с самым скромным телескопом и даже биноклем, но и одной из любимейших в списке каждого наблюдателя. Поколение за поколением астрономы-любители отыскивают среди звезд это небольшое туманное пятнышко и, прильнув к окуляру, вглядываются в величественную картину далекой звездной спирали, как бы замершей в своем вращении... Увы, человеку не дано заметить ни движение, ни развитие галактик — слишком короток наш век, — и мы видим их такими, какими они впервые предстали перед наблюдателями два века назад, и такими, какими увидят их наши далекие потомки. К счастью, жизнь далеких звездных систем проявляется и поныне.

28 марта 1993 г. испанский любитель астрономии Ф. Гарсиа, наведя на М 81 свой телескоп, заметил нечто необычное. Одного взгляда хватило на то, чтобы понять: слабой звездочки, сейчас отчетливо видимой «на краю» галактики, в предыдущую ночь не было. Сомнений быть не могло — в М 81 вспыхнула сверхновая звезда. Наутро об этом в Центральное бюро астрономических телеграмм в Кембридже (США) было послано сообщение: «...Ф. Гарсиа (Луго, Испания) открыл возможную сверхновую



Снимок Сверхновой сделан автором и Д. Маколкиным на 20-см (1:15) рефракторе АВР-1 московской обсерватории ГАИШ 17 апреля 1993 г. Экспозиция 1 час, пленка М-100. Из-за яркого фона неба в Москве выдержку обычно приходится ограничивать одним часом, поэтому слабые внешние области галактики оказались недоержаны и на снимке проработалась только ее центральная часть. Сравните с фото на стр. 77 3-го номера «Земли и Вселенной» за этот год.



в $5'$ к юго-западу от ядра галактики М 81... Блеск $12,0^m$ »

Подобные события в последние полтора-два десятилетия уже перестали быть редкостью. Почти ежегодно среди десятков открытых в далеких звездных системах сверхновых одна-две — «люби-

Продолжение см. на с. 112

Сверхновая 1993J в галактике М 81 (указана стрелкой). Зарисовка сделана 16 апреля в Москве автором с помощью 20-см рефлектора Ньютона. Блеск звезды в этот момент составлял около $10,5^m$. В этом же поле видна соседняя галактика М 82

В Московском Доме ученых РАН

Новые имена на звездном небе

— Ночью ты по-смотришь на звезды. Моя звезда очень маленькая, я не могу ее тебе показать. Так лучше. Она будет для тебя просто одна из звезд. И ты полюбишь смотреть на звезды... Все они станут для тебя друзьями. Антуан де Сент-Экзюпери «Маленький принц»

Инопланетяне, кто они? Обитатели неведомых нам миров? Да, но пожалуй, инопланетянами можно назвать и тех землян, чьи имена носят планеты.

5 февраля 1993 г. в московском Доме ученых состоялась встреча с «инопланетянами». Там проходил торжественный вечер, организованный Институтом теоретической астрономии (Санкт-Петербург) и московским Домом ученых, на котором вручали Почетные свидетельства о присвоении имен малым планетам — астероидам, открытым в последние годы.

В переполненном зале звучит романс «Гори, гори, моя звезда». На экране один за другим сменяются слайды: звезды, галактики, звездные скопления, планеты... Зажигается свет, первооткрыватели новых планет Солнечной системы — астрономы Крымской астрофизической обсерватории занимают свои места в президиуме. **Вавилов** — первое имя, прозвучавшее в этот памятный вечер. Астероид № 2862 отныне будет носить это имя в честь братьев Николая Ивановича и Сергея Ивановича Вавиловых. Академик Николай Иванович Вавилов (1887—1943) — крупный биолог и генетик, основоположник современного учения о биологических основах селекции и учения о центрах происхождения культурных растений. Был репрессирован и умер в Саратовской тюрьме.

Брат Николая Ивановича академик Сергей Иванович (1891—1951) — ученый-физик, был президентом АН СССР. Автор фундаментальных трудов по физической оптике, по философии естествознания и истории

науки. Первый председатель правления Всесоюзного общества «Знание».

Первооткрыватель малой планеты Н. С. Черных вручил почетное свидетельство сыну Николая Ивановича — Юрию Николаевичу Вавилову.

Всем поклонникам вокального жанра знакомо имя Леонида Витальевича **Собинова** (1872—1943) — народного артиста России, крупнейшего представителя русской вокальной школы, одного из лучших исполнителей партии Ленского в опере П. И. Чайковского «Евгений Онегин» и Лоэнгрин в опере Р. Вагнера «Лоэнгрин». Отныне его имя будет носить малая планета № 4449. В зале звучит послание первооткрывателю планеты Л. И. Черных от другого замечательного певца, друга Собинова, Ивана Семеновича Козловского.

Под бурные аплодисменты на сцену поднимается вице-президент РАН академик Евгений Павлович **Велихов**. Его именем названа малая планета № 3601. В своем выступлении Евгений Павлович по-

благодарил тех, кто в наше беспокойное время открывает новые планеты.

Вечер продолжается. Имя следующей планеты — **Сокольский** (№ 3557). Она названа в честь основателя и директора Международного института проблем астероидной опасности и директора ИТА Андрея Георгиевича Сокольского.

...По залу прокатилась волна оживления. Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт **Георгий Михайлович Гречко** получает Почетное свидетельство о присвоении астероиду № 3148 его имени. **Георгий Михайлович** рассказал о некоторых смешных случаях, произошедших в отряде космонавтов.

Планете № 4268 присвоено имя **Гребенникова**, в честь доктора физико-математических наук, профессора, специалиста в области математической кибернетики **Евгения Александровича Гребенникова**.

...Ведущий объявляет имя еще одного «кинопланетянина» — историка астрономии, журналиста и художника **Валерия Константиновича Луцкого**. Его именем названа малая планета № 3856. Ее поперечник 14 км. Если бы **Валерий Константинович** жил на этой планете, ему было бы сейчас только 13 лет, а весил бы он всего 48 граммов...

...**Михаил Кузьмич Янгель** (1911—1971), академик, конструктор ракетно-космической техники. Его именем теперь будет называться малая планета № 3039.

Зал буквально взорвался рукоплесканиями, когда на сцену поднялся **Георгий Васильевич Свиридов**, знамени-



Почетные свидетельства получают: а) Ю. Н. Вавилов, б) академик Е. П. Велихов, в) В. К. Луцкий



Звезды кино занимают теперь свои места среди звезд небесных. Среди них — Эльдар Александрович Рязанов, известный кинорежиссер, автор многих любимых зрителями фильмов. Его именем названа малая планета № 4258. Эльдар Александрович доставил залу огромное удовольствие, прочитав свои стихи.

И вновь в зале гаснет свет. На экране демонстрируются отрывки из кинофильмов с участием народной артистки СССР Нонны Викторовны Мордюковой. **Нонна** — такое имя получил астероид № 4022. Актриса заметила, что в жизни ей всегда приносит счастье цифра 9. И не случайно, что диаметр планеты, названной ее именем, примерно 9 км!

Прекрасным именем **Любовь** назван астероид 3108 в честь народной артистки СССР Любови Петровны Орловой (1902—1975). На вечере с воспоминаниями выступила народная артистка России М. Б. Терехова. Она много и интересно рассказывала о Любови Петровне.

Юрий **Визбор**, замечательный поэт и киноактер, автор и исполнитель собственных песен. Теперь это имя носит астероид № 3260. Со сцены в исполнении бардов из Санкт-Петербурга звучат песни Юрия Визбора.

На экране кинофрагменты из последнего фильма с участием Андрея Александровича **Миронова**. Почетное свидетельство о присвоении его имени планете № 3624

тый композитор, общественный деятель, народный артист СССР и к тому же — любитель астрономии! Первооткрыватель планеты Л. Г. Карачкина вручила Георгию Васильевичу Почетное свидетельство о присвоении малой планете № 4075 имени Свиридов. Георгий Васильевич в своем выступлении сказал: «Все происходящее настолько фантастично, что в него трудно поверить — где-то в мировом простран-

стве плывет крохотная планета, носящая мое имя».

«Родина слышит», «И на Марсе будут яблони цвести» — кто из нас не знает этих и других песен на стихи поэта Евгения Ароновича Долматовского? И пусть яблони цветут не только на Марсе, но и на астероиде № 3661, который теперь называется **Долматовский**. Евгений Аронович прочитал отрывок из одного своего «звездного» стихотворения.



Почетное свидетельство получает Э. А. Рязанов.

Выступает народная артистка СССР Н. В. Мордюкова.



вручено матери Андрея Александровича, народной артистке СССР Марии Владимировне Мироновой. Об Андрее Миронове рассказали Эльдар Рязанов, Алла Сурикова, народная артистка России Лариса Голубкина.

Вечер в Доме ученых закончился. На звездном небе появились новые имена. Переходят из созвездия в созвездие малые планеты Рязанов и Гречко, Любовь, Нонна, Миронов и многие, многие другие...

А. В. ФЕСЕНКО

(Начало на стр. 42)

чатской зоне»), член-корреспондент РАН А. В. Николаев («Черты геофизики XXI века»), профессор Г. А. Соболев («Современное состояние исследований в области прогноза землетрясений»).

Научная сессия, а также дискуссии и кулуарные обсуждения проходили в обстановке творческого и эмоционального подъема. Вопреки афоризму Гильберта «В сущности физика слишком трудна для физиков» отечественная геофизика все же по плечу геофизикам, и не просто жива,

но далеко не исчерпала своего потенциала. Мы еще увидим ее «золотой век».

И. Н. ГАЛКИН

Ракеты-носители США (часть II)

А. К. ИВАШКЕВИЧ
НПО «Энергия»

МНОГОРАЗОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА «СПЕЙС ШАТТЛ»

Разработка МТКС «Спейс Шаттл» началась в 1972 г. после трехлетних проектных исследований и рассмотрения различных альтернативных вариантов многоразовых транспортных систем. В результате был принят вариант многоразового транспортного космического корабля (МТКК), состоящего из пилотируемого орбитального корабля (ОК), двух спасаемых многоразовых твердотопливных ускорителей (ТТУ) и подвесного топливного отсека (ПТО) одноразового использования с кислородно-водородным топливом. ОК оснащается тремя маршевыми жидкостными ракетными двигателями (ЖРД) SSME.

Орбитальный корабль способен доставить на низкую орбиту ($H=185$ км, $i=28,5^\circ$) полезный груз (ПГ) массой 24,4 т. Это на 5,1 т меньше, чем было предусмотрено в начале разработки МТКС. Первый летный образец ОК — «Колумбия» — выводит еще меньше — 20,8 т. Увеличение высоты орбиты на 1 км эквивалентно уменьшению массы ПГ на 25 кг. Сейчас разрабатываются новые усовершенствованные ТТУ ASRM, использование которых позволит довести выводимую массу ПГ до 27,1 т.

С низкой орбиты, на которую выводится ПГ в грузовом отсеке ОК, он может быть доставлен на другие, более высокие или переходную (к геостационарной) орбиты. Это достигается с помощью твердотопливных разгонных блоков IUS (масса ПГ на переходной орбите — 5,9 т), РМ-2 (1,8 т) и РМ-D (1,3 т). Блок IUS обеспечивает выведение на геостационарную орбиту ПГ массой 2,36 т.

Габариты грузового отсека ОК: длина 18,3 м, диаметр 4,57 м, объем 340 м³. Численный состав экипажа — до 7 человек. Номинальная продолжительность орбитального полета — 7 сут., а в последующем предполагается довести ее до 13—14 сут.

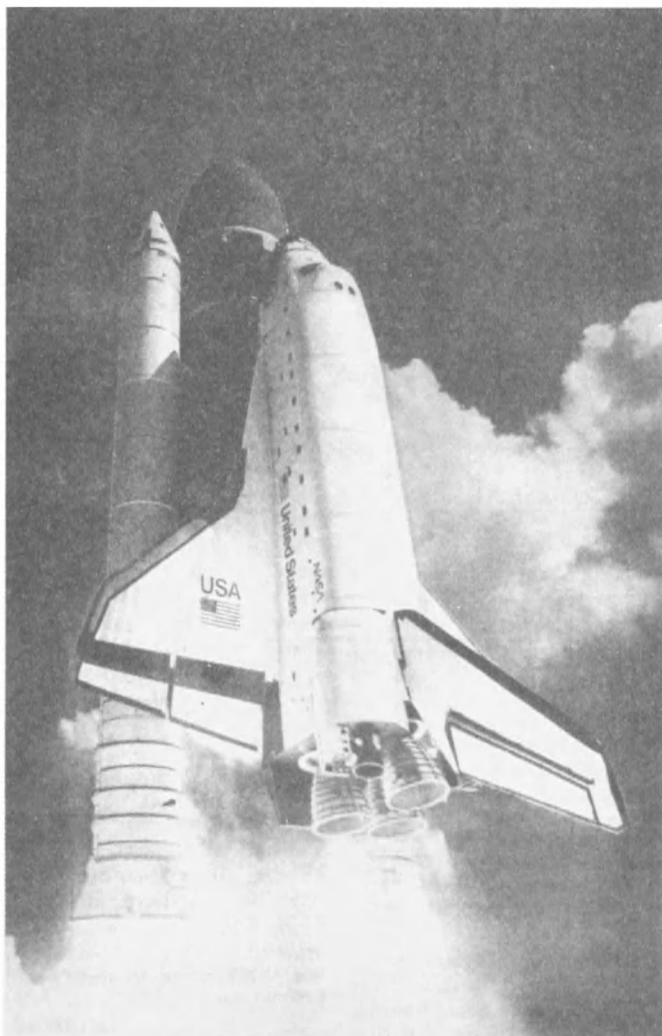
Финансировалась программа «Спейс Шаттл» из госбюджета правительственной организацией NASA. В работах по проекту участвовали ведущие аэрокосмические фирмы США. Размах работ по программе «Спейс Шаттл» на этапе опытно-конструкторской разработки (ОКР) был чрезвычайно велик. Изделия и оборудования для МТКС поставлялись более чем 1000 фирмами из 47 штатов. Число контрактов, заключенных головным разработчиком МТКК фирмой «Спейс дивижн» (отделение корпорации «Рокуэлл интернешнл»), превышало 240, стоимость 86 из них была более 1 млн долл. Общие

затраты на создание МТКС оцениваются на уровне 20 млрд долл. При этом ежегодные расходы NASA на опытно-конструкторские работы в период 1976—79 гг. достигали 1,2—1,3 млрд долл.

Первоначально было построено пять экземпляров ОК «Шаттл»: «Энтерпрайз», «Колумбия», «Дискавери», «Челленджер» и «Атлантис». Первый был использован для различных испытаний в атмосфере и на Земле и никогда не стартовал в космос. Остальные, оснащенные для орбитальных полетов, начали регулярные полеты с апреля 1981 г. (по мере ввода их в строй). Во время катастрофы 28 января 1986 г., случившейся в 25-м полете МТКК, ОК «Челленджер» оказался полностью разрушен. Стоимость ОК «Индевор», построенного в 1991 г. взамен утраченного — первый полет состоялся 7 мая 1992 г. (Земля и Вселенная, 1992, № 4, с. 58.—Ред.), составила 1,8—1,9 млрд долл.

На 20 января 1993 г. выполнено 53 полета МТКК, при этом ОК «Колумбия» использовалась 11 раз, «Челленджер» — 10, «Дискавери» — 14 и «Атлантис» — 11 раз.

За годы службы кораблями «Спейс Шаттл» выведено в космос большое число гражданских и военных спутников связи, тяжелых разведывательных спутников министерства обороны (их масса достигала 15 т), космических аппаратов для исследования планет и Солнца, космических лабораторий «Спейслэб». Начали работу на околоземных орбитах обсерватории «Хаббл», «GRO» и др. Выполнен большой объем научно-технических экспериментов в условиях невесомости и открытого космоса, осуществлен ремонт спутников SMM и «Интелсат» на орбите, возвращены с орбиты два спутника свя-



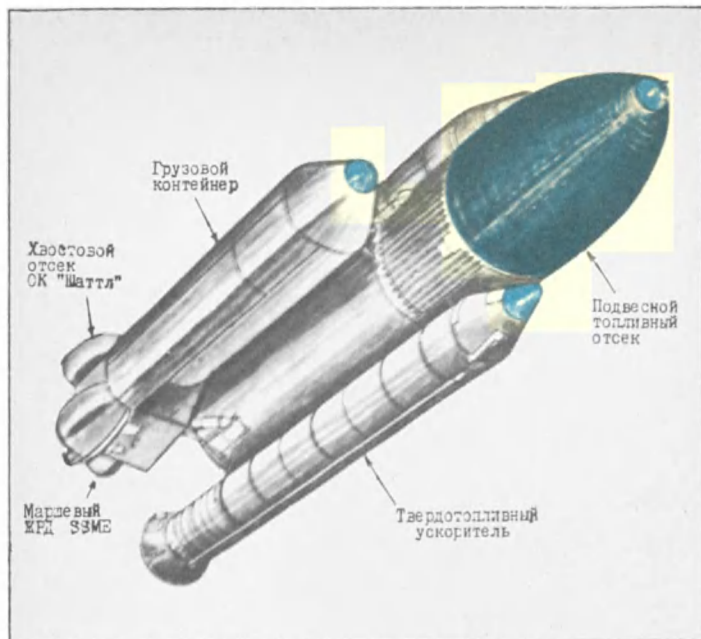
зи для повторного использования. Космонавты с помощью индивидуальной двигательной установки для маневрирования в открытом космосе удалялись от ОК на расстояние до 100 м.

Пуски МТКК по годам распределялись следующим образом: 1981 г.— 2 пуска, 1982—3, 1983—4, 1984—5, 1985—9, 1986—2, 1987—0, 1988—2, 1989—5, 1990—6, 1991—6, 1992—8, в 1993 г. будет осуществлено 8 пусков. Фактическая стоимость отдельных пусков МТКК в настоящее время достигает 500 млн долл. (стоимость 19-го полета в 1985 г. со-

Многоразовый транспортный космический корабль «Спейс Шаттл»

ставила 100 млн долл).

После январской катастрофы в 1986 г. принято решение использовать МТКК «Спейс Шаттл» только для запусков высокоприоритетных ПГ, когда в полетных операциях требуется обязательное участие экипажа ОК. Министерство обороны США полностью отказалось от применения МТКК и с 1991 г. все свои тяжелые разведыв-



Такую же сумму по этой программе получили ВВС США. Всего же на разработку нового тяжелого носителя они планируют получить около 10 млрд долл.

Проблемы, связанные с форсированным созданием РН повышенной грузоподъемности, требуют многомиллиардного финансирования и тщательно изучаются Конгрессом США. Его эксперты считают, что в настоящее время нет острой нужды в такой РН, поскольку изменилась общая политическая ситуация в мире. Программа СОИ представляется сейчас совсем иной, чем несколько лет назад, а для сборки космической станции «Фридом» могут быть (наряду с кораблями «Спейс Шаттл») использованы и одноразовые РН «Титан IV», а также, возможно, советская РН «Энергия». Для пилотируемых исследований Марса в следующем столетии потребуются создание специальных РН.

Поэтому работы по программе ALDP решено направить на модернизацию существующих одноразовых РН малой и средней грузоподъемности и разработку новых технологий для перспективных РН.

Устаревшая и дорогая технология эксплуатации одноразовых РН должна быть заменена на современную, уменьшающую расходы на предстартовые операции при повышении надежности. Автоматизация операций сборки, испытаний и запуска, а также обнаружения дефектов, диагностики и управления в реальном масштабе времени, приведет к снижению численности обслуживающего персонала и специалистов, принимающих решения, что, в свою очередь, снизит расходы на эксплуатацию одноразовых РН.

В то же время ВВС считают, что необходимо разработать новую систему, ко-

«Шаттл-С» — вариант использования элементов системы «Спейс Шаттл» для беспилотного выведения в космос крупногабаритных грузов массой до 71 т

В результате эксперты NASA в последнее время сходятся во мнении, что для эффективной реализации перспективных космических программ требуются новые более экономичные транспортные космические системы.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ

Нужны ли Америке новые мощные и современные РН? И если нужны, то какими им быть? Эти вопросы сейчас обсуждаются во всех кругах, определяющих космическую политику США, и мнения высказываются самые различные.

В бюджете NASA на 1992 ф. г. фигурировала статья расходов в сумме 175 млн долл., предназначенных на разработку усовершенствованных РН — программа ALDP (Advanced Launcher Development Program — «Проект перспективного устройства для запуска»).

вательные спутники выводит на орбиту ракетой «Титан IV».

Следует отметить, что МТКС «Спейс Шаттл» не оправдала возлагавшихся на нее надежд как на дешевую транспортную систему. Удельная стоимость выведения ПГ с помощью МТКС не ниже, чем при эксплуатации одноразовых РН. Основные причины этого — в использовании одноразового ПТО, низком темпе пусков, значительных трудозатратах на межполетное техническое обслуживание ОК и усложненном цикле предстартовой подготовки МТКС.

торая после 2005 г. заменит РН «Титан IV» и будет способна выводить на низкую орбиту ПГ массой от 9 до 22,7 т. NASA также нуждается в новой транспортной системе грузоподъемностью от 22,7 до 68 т. Программа ALDP — продолжение серии проектных исследований по перспективной транспортной системе (ALS), проведенных совместно с NASA министерством обороны и аэрокосмическими фирмами во второй половине 1980-х гг. и приостановленных в конце 1989 г. в связи с отказом в финансировании.

ПРОГРАММА ALS

Основная цель программы Advanced Launch System (Перспективная транспортная система, ALS) — создание функционально гибкой, высоконадежной и экономичной транспортной системы для решения «нормальной» (базовой) и «расширенной» задач по освоению и исследованию космического пространства в ближайшие 15—20 лет. Основным критерием при разработке ALS стало требование, чтобы удельная стоимость выведения ПГ не превышала 660 долл./кг.

«Нормальная» задача предусматривала наращивание годового темпа пусков РН с 20 полетов в 1996 г. до 30 — в 2005 г. Средняя масса ПГ, доставляемого на низкую орбиту, составит 50 т. В «расширенной» модели планировалось осуществлять ежегодно 10—20 полетов с ПГ массой 50 т и 10 полетов с ПГ массой 90 т.

Транспортная система ALS, по замыслу разработчиков, должна состоять из центрального кислородно-водородного блока, твердотопливных и жидкостных ускорителей, спасаемых модулей двигательной установки, (ДУ) приборного отсека,

маршевых ЖРД и обтекателей ПГ. Из этих основных элементов может быть образован ряд беспилотных одно-разовых РН ALS с элементами многоразового использования (двигатели и радиоэлектронное оборудование).

Для всех РН ALS характерна одновременная работа ступеней (ускорителей и центрального блока) и сохранение работоспособности при выходе из строя одного из маршевых двигателей в многодвигательных ДУ ступеней.

К работам по программе ALS были привлечены семь ведущих аэрокосмических и три двигателестроительные фирмы. Особое внимание уделялось разработке маршевого ЖРД STME с тягой 263 тс, отвечающего главным требованиям программы: низкая стоимость, высокая надежность, живучесть и безопасность.

В течение 1987—88 гг. NASA выделило на программу 104 млн долл., а ВВС — 71 млн долл. Однако в 1990 г. работы, проводившиеся по трем проектам РН системы ALS были прекращены, а оставшиеся фонды направлены на исследование новейших технологий.

ТЯЖЕЛЫЙ ГРУЗОВОЙ НОСИТЕЛЬ «ШАТТЛ-С»

Предварительные разработки по проекту РН «Шаттл-С» («Shuttle Cargo») — беспилотной модификации МТКК «Спейс Шаттл» — проведены NASA в 1983 г. Эта программа быстрее, чем ALS, способна обеспечить потребности NASA при сборке на орбите элементов КС «Фридом».

РН «Шаттл-С» отличается от обычных пилотируемых кораблей использованием вместо ОК грузового контейнера, в котором на низкую орбиту может быть выведен ПГ массой 68 т. Проектные исследования 1988—89 гг.

фирмами «Мартин Мариетта», «Рокуэлл интернешнл» и «Юнайтид технолоджиз» подтвердили реальность создания к середине 1990-х гг. РН «Шаттл-С» на базе элементов МТКК «Спейс Шаттл».

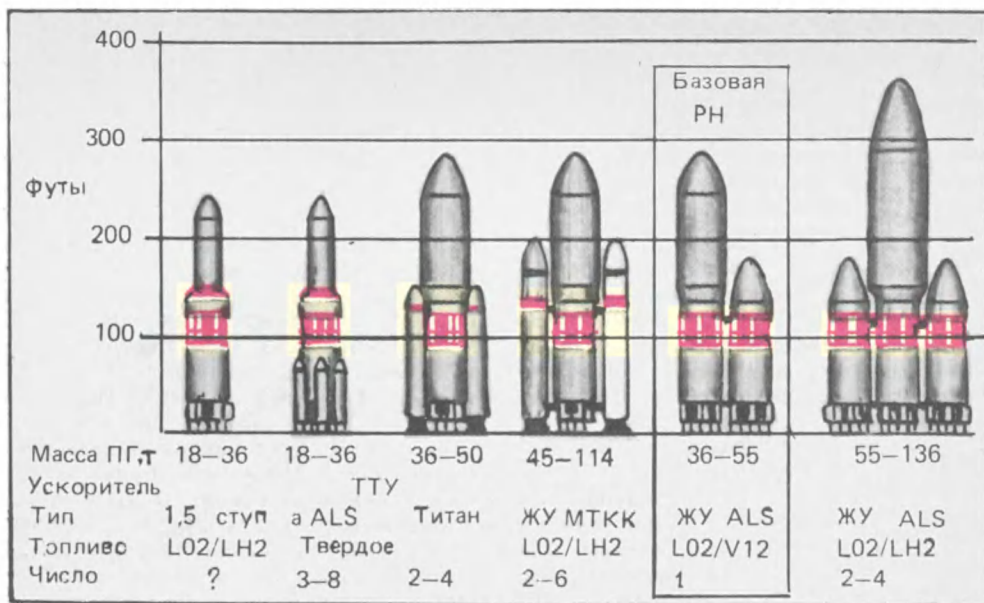
Для первых РН «Шаттл-С» планируется использовать маршевую двигательную установку, состоящую из двух или трех невозвращаемых двигателей SSME, выработавших свой ресурс в составе пилотируемых МТКК. В начале 1990-х гг. предполагалось, что двигатели SSME, установленные на нынешних «Шаттлах», будут использоваться по 10 раз каждый, но теперь NASA рассчитывает к началу эксплуатационных полетов РН «Шаттл-С» увеличить рабочий ресурс SSME, т. е. на «Шаттле-С» установят двигатели, стартовавшие в космос 12 и более раз.

По оценкам специалистов, использование РН «Шаттл-С» (пять пусков) для монтажа КС «Фридом» снизит потребность в пилотируемых полетах МТКК «Спейс Шаттл» с 20 до 7 и сократит время на полную сборку станции с 36 месяцев до 19.

На геостационарную орбиту с помощью «Шаттла-С» может быть выведен ПГ массой 9 т, что почти вчетверо превышает возможности современных американских РН.

Используя РН «Шаттл-С» для лунных экспедиций (если РН будет состоять из двух усовершенствованных ускорителей, обычного ПТО и трех двигателей SSME с 104 %-ным уровнем тяги), на орбиту КС «Фридом» можно будет вывести 71 т полезного груза (габариты ПГ 4,6×25 м). Возможно увеличение габаритов грузового контейнера до 7,6×27 м. В этом случае масса выводимого ПГ составит 61 т.

Расчеты показывают, что при ежегодных пусках 2—3 РН «Шаттл-С» в течение 10 лет удельная стоимость



Семейство ракет-носителей перспективной транспортной системы ALS

выведения ПГ будет ниже, чем у МТКК «Спейс Шаттл» и составит около 4400 долл/кг (стоимость пуска — примерно 235 млн. долл). Затраты на разработку РН «Шаттл-С» оцениваются в 750—1500 млн долл.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МТКК ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

Планируемое расширение космической программы США в начале следующего столетия (эксплуатация КС «Фридом», создание лунной базы, пилотируемые полеты на Марс, развертывание космических средств СОИ) требует существенного увеличения числа пилотируемых полетов, которое превысит теоретические возможности МТКК «Спейс Шаттл» (14 полетов в год). Кроме того, на

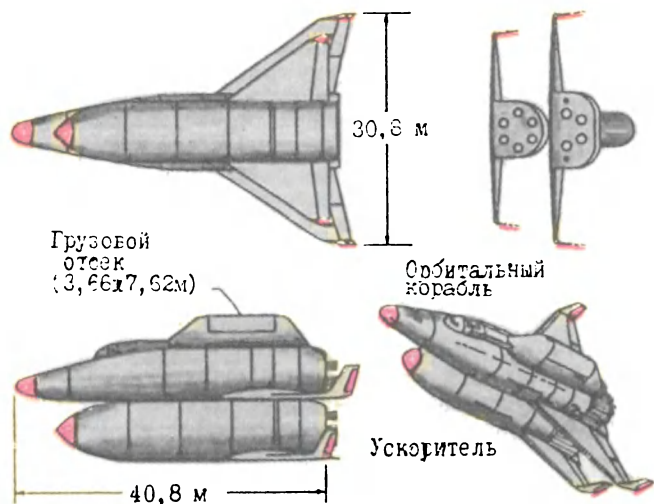
смену системе «Спейс Шаттл», когда будет исчерпан рабочий ресурс ОК, должна придти новая, более совершенная и экономичная транспортная система.

В 1985 г. NASA предложило вариант космического аппарата AMLS («перспективная пилотируемая транспортная система») — полностью многоразового двухступенчатого крылатого носителя с вертикальным стартом. Его стартовая масса — около 1120 т, грузоподъемность на орбиту КС «Фридом» ($H=407$ км, $i=28,5^\circ$) — 9,07 т, а на низкую полярную орбиту — 5,44 т. Главное назначение системы AMLS — обслуживание спутников и платформ, выводимых на орбиту тяжелыми РН, а также двухсторонние перевозки людей и компактных грузов между Землей и КС «Фридом».

На обеих ступенях РН AMLS будет применяться кислородно-водородное топливо и маршевые двигатели STME, упрощенная модификация маршевого ЖРД SSME МТКК «Спейс Шаттл».

При старте двигатели беспилотного ускорителя (первая ступень) и пилотируемого ОК (вторая ступень) запускаются одновременно. В полете топливо из баков ускорителя перекачивается в баки ОК. Число двигателей в маршевых ДУ ступеней выбирается в соответствии с требованием обеспечить выведение ПГ на орбиту даже при выходе из строя одного из двигателей на ускорителе и ОК. Обратный полет ускорителя к стартовому комплексу (также, как и ОК после схода с орбиты) осуществляется в безмоторном режиме планирующего снижения и заканчивается горизонтальным приземлением на посадочную полосу.

Грузовой отсек (модуль ПГ) монтируется на фюзеляже ОК и имеет собственный аэродинамический обтекатель. Все операции предстартовой подготовки ОК, ускорителя и модуля ПГ можно осуществлять в горизонтальном положении, что упрощает доступ к конструкции. Собранную систе-



Так, возможно, будет выглядеть перспективный многоэтапный транспортный космический корабль второго поколения

му буксируют на стартовую позицию, где устанавливают в вертикальное положение аналогично системе «Энергия—Буран».

Наиболее критичные элементы конструкции РН AMLS — криогенные топливные баки многоэтапного использования из литий-алюминиевого сплава.

Важная особенность конструкции ОК AMLS — использование кабины экипажа, автоматически отделяемой от фюзеляжа ОК, если на участке выведения возникнет опасная для жизни космонавтов аварийная ситуация. Хотя «отстрел кабины» увеличит на 1,4 % массу конструкции ОК, после гибели «Челленджера» это нововведение считается обязательным. В результате увеличения эксплуатационных расходов стоимость полета РН AMLS может составить 30 % от стоимости пуска МТКК «Спейс Шаттл», а в конечном итоге может быть снижена до 10 %.

На создание флота изделий AMLS, по подсчетам NASA, потребуется 20—30 млрд долл.

Таблица 1
Основные характеристики МТКК «Спейс Шаттл»

Характеристика	Комплекс в целом	Орбитальный корабль	Твердотопливные ускорители	Подвесной топливный отсек	Двигатели ОК
Стартовая масса, т	2040	94	590	750	—
Масса конструкции, т	—	68,5	—	—	3,0
Масса топлива, т	—	—	502	721	—
Средняя тяга двигателя, тс:					
на Земле	—	—	1200	—	170,1
в вакууме	—	—	—	—	213,2
Время работы, с	—	—	123	—	522
Общая длина, м	56,2	37,2	45,5	47,2	4,25
Диаметр (размах крыла ОК), м	—	23,8	3,77	8,4	2,87
Высота ОК (по стабилизатору), м	—	17,25	—	—	—
Расчетное количество запусков	—	100	20	1	55 (7,5 ч)

ОДНОСТУПЕНЧАТАЯ РН ДЛЯ ПРОГРАММЫ СОИ

В августе 1990 г. Управление по программе стратегической оборонной инициативы (SDIO) заключило четыре контракта стоимостью 2,4—3,0 млн долл каждый с аэрокосмическими фирмами «Боинг», «Дженерал дайнемикс», «Макдоннелл Дуглас» и «Рокуэлл интернешнл» на конкурсную разработку альтернативных проектов многоэтапной одноступенчатой ракеты-носителя SSTO (Sing-

Таблица 2
Грузоподъемность РН «Шаттл-С» (масса ПГ, т)

Параметры орбиты (Н — высота; i — наклонение)	Два двигателя SSME		Три двигателя SSME	
	Тяга 100 %	104 %	100 %	104 %
H=407 км, i=28,5°	32,4	40,0	64,3	66,0
H=203 км, i=28,5°	42,5	44,9	68,7	70,3
H=203 км, i=98,7°	—	—	24,3	25,9

le Stage To Orbit), предназначенной для выведения на орбиту космических перехватчиков «Бриллиант Пибблз» и решения ряда других задач. Фирмы проведут анализ трех концепций носителя SSTO: вертикальный старт и вертикальная посадка, вертикальный старт и горизонтальная посадка, горизонтальный старт и горизонтальная посадка.

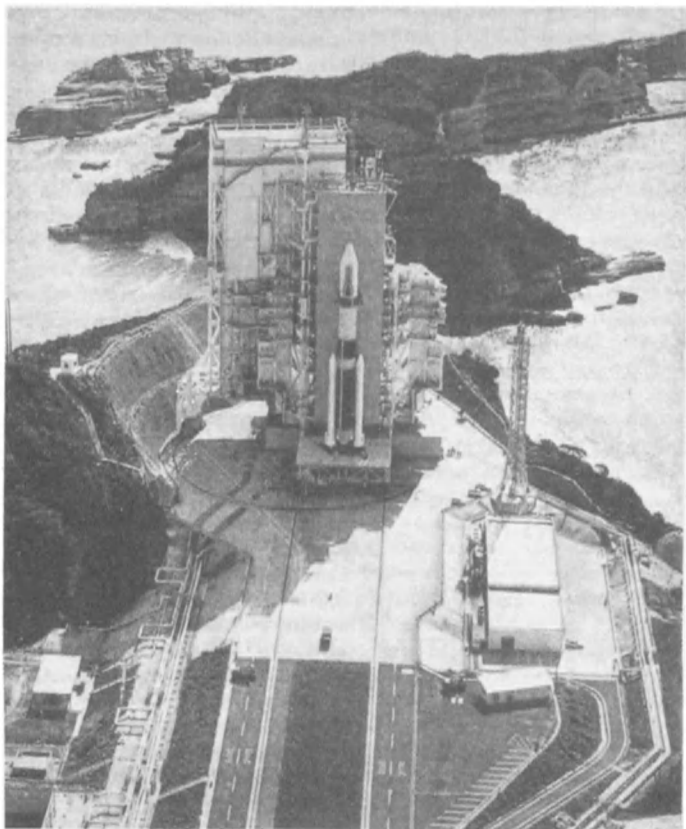
Ракета SSTO должна быть пилотируемой и обеспечить возможность спасения экипажа из двух космонавтов при выведении на орбиту и возвращении на Землю, а также продолжение полета в случае отказа двигателя в любой точке траектории выведения. Системы жизнедеятельности будут рассчитаны на 4-дневный орбитальный полет экипажа.

Продолжительность предстартовой подготовки РН SSTO — не больше 7—10 сут. Удельная стоимость выведения ПГ может составить 110 долл./кг.

По планам Управления SSTO, первые демонстрационные полеты могут состояться в 1994 г., а первый полет эксплуатационного изделия — спустя 2—3 года.

В августе 1991 г. заключен двухлетний контракт стоимостью 58,8 млн долл. с фирмой «Макдоннелл Дуглас», победившей в конкурсе проектов по РН SSTO. Фирма предлагает создавать ЛА баллистической схемы с вертикальным стартом и вертикальной посадкой. При стартовой массе около 500 т обеспечивается выведение на низкую орбиту ПГ массой до

9 т. Вход в атмосферу после завершения орбитального полета осуществляется с ориентацией носовой части по вектору скорости. Затем выполняется разворот посадочного аппарата с последующей вертикальной посадкой. При посадке можно будет использовать подъемно-маршевые ТРД для приземления в посадочном круге диаметром 15 м. Планируется изготовить экспериментальную модель РН в масштабе 1:3 длиной 11,8 м и максимальной шириной 3,7 м. В ходе испытательных полетов модель будет выполнять взлет, посадку и демонстрировать безопасное возвращение при отказе одного двигателя на участке выведения.



Из новостей зарубежной космонавтики

Японская ракета-носитель: не все идет гладко

Под угрозой задержки оказалась японская программа создания новой мощной ракеты-носителя «Н-2» (Земля и Вселенная, 1992 г., № 3, с. 40).

Новая мощная ракета «Н-2», которой предстоит стать основой космического флота Японии, на стартовой площадке космодрома Танегасима. Испытательный запуск двухступенчатого варианта этой ракеты (показан на рисунке) планирует произвести в этом году

В 1992 г. неудачей закончились все четыре пробных запуска первой ступени ракеты. По мнению специалистов Национального управления по исследованию космического пространства (NASDA), неполадки в работе криогенного двигателя LE-7 происходили из-за отказа в работе насосов, подающих жидкое топливо в камеру сгорания. Испытания этого нового двигателя, ведущиеся с 1987 г., оканчивались пожарами и преждевременным выходом из строя, а однажды привели к гибели одного человека из обслуживающего персонала. Эти неудачи оттягивают момент первого запуска, теперь уже запланированного на 1993 г.

Ракета-носитель «Н-2», как ожидается, станет основным средством доставки японских спутников на околоземную орбиту (предыдущий, менее мощный аналог ракеты «Н-1» строился с использованием американской технологии). Первый летный образец «Н-2» проходит сейчас наземные испытания на космодроме Танегасима. К основной ступени последовательно были присоединены два твердо-топливных ускорителя и вторая ступень. После ее сбор-

ки ракета-носитель была установлена на стартовой площадке космодрома и, если технические трудности с двигателем LE-7 удастся преодолеть, до старта останется совсем недолго.

Spaceflight, 1992, 34, 6

Европейский космоплан: прыжок в космос

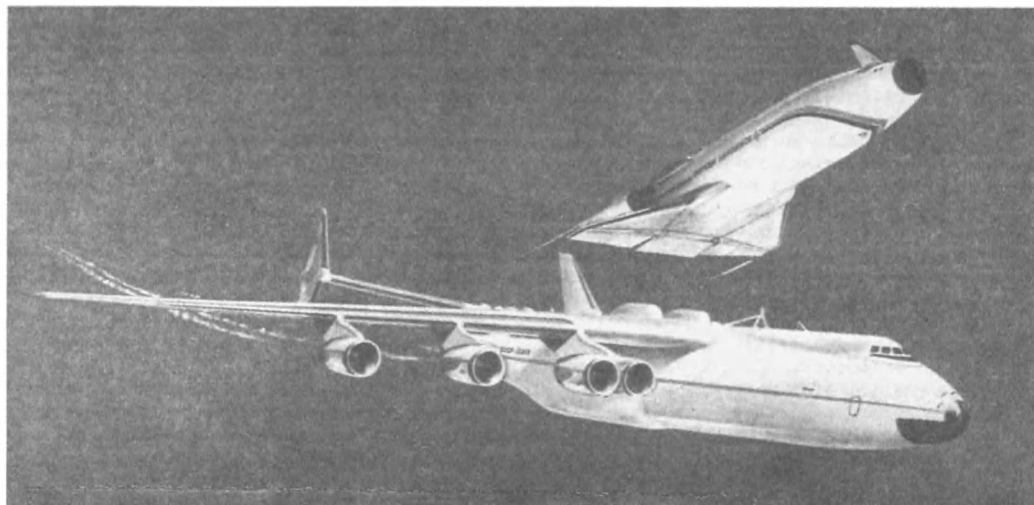
В соответствии с планами английского космического ведомства Великобритании намерена в рамках Европейского космического агентства (ESA) сосредоточить усилия на разработке перспектив использования сверхзвукового космоплана. Такая дальновидная политика, рассчитанная на период, последующий за эпохой ракеты-носителя «Ариан», свидетельствует о

серьезных планах европейских стран в отношении освоения космоса.

Космоплан, проект которого был предложен британской аэрокосмической фирмой «Бритиш Аэроспейс», представляет собой летательный аппарат многоцветного использования, запуск которого, возможно, будет осуществляться с борта российского самолета Ан-225. После полета в космосе аппарат может приземляться на обычном аэродроме. На программу изучения этой возможности планируется затратить три года. Но поскольку проекту еще только предстоит быть принятым ESA, до его осуществления пока далеко. На космические программы по изучению космоса в 1993 г. Великобритания ассигновала 167 млн фунтов (около 256 млн долл.).

Space News, 1992, 3, 44

Так изобразил художник момент старта европейского космоплана



Загадка солнечных нейтрино остается

Двадцать лет назад детекторы, установленные в бассейне заброшенной золотодобывающей шахты Хоумстейк (США), заполненном перхлорэтиленом, впервые зарегистрировали нейтрино солнечного происхождения, которые с тех пор служат объектом активной дискуссии среди астрофизиков и геофизиков. Однако в ходе хоумстейкского эксперимента была зарегистрирована лишь одна треть таких частиц, предсказываемых «стандартной солнечной моделью».

В 1990 г. в шахте Камиока (Япония), где давно прекращена добыча металлических руд, установили детектор иного типа, работающий на воде. Его измерения подтвердили «дефицит» нейтрино, но здесь он достигал всего 50 %.

В обоих экспериментах улавливались только высокоэнергичные нейтрино, возникающие при распаде бора-8 (в Хоумстейке еще и бериллия-7). Интенсивность «производства» бора-8 зависит от температуры в ядре Солнца, поэтому объяснить недостаток нейтрино можно неким эффектом, слегка изменяющим эту температуру.

С другой стороны, нейтрино с более низкими энергиями выделяются в ходе первичных протон-протонных реакций во всех 100 % случаях превращений. Здесь интенсивность реакции тесно связана со светимостью Солнца, а это хорошо известный параметр, так что частота выброса низкоэнергичных нейтрино также известна. Дефицит нейтрино можно объяснить и тем, что частицы на пути сквозь солнечную материю каким-то образом меняют свою природу, и детекторы теряют способность их улавливать.

Все это натолкнуло ученых на идею создания новых детекторов, основанных на использовании галлия, обладающего чувствительностью к низкоэнергичным протон-протонным нейтрино.

В 1991 г. первые результаты поступили от участников проекта «SAGE» («Soviet-American Gallium Experiments»), проведенного в Баксанской лаборатории на Кавказе. «Стандартная модель» предсказывает, что галлиевый детектор должен регистрировать от 125 до 132 солнечных нейтрино. Тогда же пришло сообщение об обнаружении 20 таких нейтрино, но уровень возможной ошибки был слишком высок.

В июне 1992 г. в Гранаде (Испания) состоялась международная конференция «Нейтрино-92», на которой были доложены результаты эксперимента «Gallex», поставленного в подземной лаборатории Гран-Сассо (Италия). В течение 295 сут зарегистрировали 80 солнечных нейтрино. Это весьма близко к тем 74 нейтрино, которых следует ожидать от протон-протонных реакций, описываемых теорией.

И все же загадка солнечных нейтрино остается нерешенной. Даже если галлиевые эксперименты и привели к обнаружению предсказанного их числа, все равно дефицит, наблюдавшийся в Хоумстейке и Камиоке, требует объяснений.

New Scientist, 1992, 135, 1829

Закрывается подземная лаборатория

Существует гипотеза, согласно которой протон, а следовательно, и вся материя, не могут быть «бессмертными». Первоначально предполагалось, что период спонтанного полураспада протона составляет около 10^{30} лет. Дальнейшие эксперименты в различных лабораториях мира увеличили этот срок еще на два порядка.

Для поиска частиц, свидетельствующих о процессе протонного распада, в 1980 г. Институт фундаментальных исследований (Бомбей, Индия) совместно с городским университетом г. Осаки (Япония) создали специальную лабораторию. Она расположена на глубине 2,3 км в золотодобывающей шахте Колар (Южная

Индия). Здесь были установлены детекторы частиц, представляющие собой железные плиты массой 140 и 350 т. Глубоко залегание детекторов сводило к минимуму помехи от космических лучей, которые могут как маскировать признаки протонного распада, так и давать ложные сигналы о их присутствии.

За 12 лет работы подземной лаборатории Колар было зарегистрировано пять событий, которые в принципе могли расцениваться как свидетельства протонного распада. Однако их нейтринное происхождение тоже полностью отвергать нельзя. Это требовало дальнейших наблюдений и накопления добавочного фактического материала.

Но в сентябре 1992 г. администрация шахты объявила о ее закрытии: запасы золота там почти истощились и его добыча стала нерентабельной. Вместе с шахтой закрывается и самая глубокая физическая и астрофизическая лаборатория мира.

New Scientist, 1992, 135, 1841

Углекислый газ не отступает

В мае 1992 г. Совет министров Европейского сообщества принял решение свести к 2000 г. уровень выброса автотранспортом двуокиси углерода в атмосферу к уровню 1990 г. Казалось бы, нет необходимости принимать для этого особые меры. Достаточно, чтобы во всех транспортных средствах была повышена эффективность работы двигателей внутреннего сгорания. Однако в январе 1993 г. Европейское сообщество опубликовало «Белую книгу», в которой утверждается: концентрация «транспортного» углекислого газа в воздушном пространстве континента будет возрастать до конца текущего века. При сохранении нынешних тенденций выброс двуокиси углерода автомашинами между 1990 и 2000 гг. должен увеличиться примерно на 24 %. К 2010 г. дорожный транспорт создаст 30 % всего углекислого газа, который поступит в атмосферу Европы.

Авторы «Белой книги» считают, что технические меры, предназначенные для увеличения эффек-

тивности двигателей, к сожалению, сами по себе не в состоянии стабилизировать положение. В документе даются рекомендации ввести прогрессивный налог, высчитываемый по километражу каждой легковой машины за год ее эксплуатации, а получаемые средства направлять на экологические цели.

New Scientist, 1992, 137, 1584

Динозавровое общество

Речь идет, конечно, не о сборище давно вымерших ископаемых. Трое известных американских «любителей древних ящеров» — П. Додсон из Пенсильванского университета, сотрудник университета им. Джона Гопкинса Д. Уэйшампел и автор нескольких книг о динозаврах Д. Лессем — собравшись в городке Нью-Бедфорд, что в штате Массачусетс, с грустью констатировали: из государственных фондов не удастся получить средства, необходимые на раскопки, реставрацию и изучение скелетов гигантских ящеров. Палеонтологам — и специалистам, и любителям — следует больше уповать на собственные силы. Так родилось Динозавровое общество. Сейчас оно насчитывает более 600 членов, при нем также начал работать детский Динозавровый клуб — в нем 3 тысячи мальчиков и девочек.

Членские взносы невелики, так что не они приносят главный доход обществу. Более выгодным оказалось другое: Динозавровое общество, официально зарегистрированное в качестве «организации, не ставящей целью получать прибыль», имеет право принимать дары, а у дарителя стоимость их исключается из суммы, облагаемой налогом. Кроме того, Общество дает платные консультации о том, как выглядел при жизни тот или иной динозавр, чем он питался, волочил ли хвост

или гордо нес его над землей.

Все эти сведения необходимы многочисленным компаниям, использующим изображение популярной марки или собирающимся изготавливать игрушечных динозавров и безделушки с их «портретом». Без экспертов из Динозаврового общества не удастся снять и приключенческий фильм, действие которого происходит в юрскую эпоху.

На собранные средства Общество субсидировало, например, поездку художника Б. Франчака в Аргентину. Там он сделал первые зарисовки недавно найденного амаргазавра — девятиметрового растительного ящера.

New Scientist, 1992, 136, 1845

След древнейшего цунами

В 1989 г. австралийские геофизики и геологи установили, что около 105 тыс. лет назад вблизи Гавайских островов зародилась волна цунами высотой до 375 м, которая обрушилась на окружающие острова (она была вызвана гигантским оползнем на дне океана). Научные сотрудники Вуллонгонгского университета (штат Новый Южный Уэльс) Б. Янг и Т. Брайант пришли к выводу, что волна цунами дошла и до тихоокеанского побережья Австралии.

Весь ее юго-восточный берег окаймлен полосой древних дюн, за исключением участка берега к югу от Ньюкасла (Новый Южный Уэльс) — здесь дюны встречаются лишь на западных оконечностях мысов. Это позволило ученым предположить, что первоначально сплошная кайма дюн была позднее местами прорвана и смыта мощным цунами, пришедшим с Гавайских островов. По всей вероятности, величайшая коралловая постройка Земли — Большой барьерный риф у северо-восточных берегов Австралии, а также острова Новые Гебриды, Фиджи и Новая Каледония,

как шитом, прикрыли Австралийское побережье от мощнейшего цунами.

Самые убедительные доказательства того, что его волны все же достигали побережья, обнаружались при изучении скалистых платформ, увеличивающих мысы в Новом Южном Уэльсе. На всех этих прибрежных скалах, если их высота менее 40 м, отсутствует дюнный песок древнего возраста. На платформах также просматриваются глубокие желоба и расщелины, которые могут создаваться только быстро несущимися потоками воды.

Geology, 1992, 28, 3

Катастрофа «отменяется»

Во второй половине 1992 г. вторично открыли комету Свифта-Туттля. Предварительные расчеты показали: 14 августа 2126 г. комета появится вновь и — с некоторой степенью вероятности — «лоб в лоб» столкнется с Землей. Последствия такого катастрофического события трудно даже представить...

Группа научных сотрудников в Гарвардско-Смитсоновского астрофизического центра (США), возглавляемая Б. Марсденом, проанализировала все имевшиеся сведения об этом небесном теле. Ученые пришли к выводам о том, что, во-первых, комету Свифта-Туттля уже наблюдали в 68 г. до н. э. и в 188 г. н. э. Во-вторых, наибольшее сближение кометы Свифта-Туттля с Солнцем состоится 11 июля 2126 г. Затем 31 июля она пересечет земную орбиту. Правда, наша планета прибудет в эту точку лишь 15 суток спустя, так что грозное «свидание» не состоится — нас разделят примерно две недели. И, наконец, по мнению ученых, «существовать весьма малая вероятность столкновения этой кометы с Землей и в течение всего предстоящего тысячелетия».

New Scientist, 1992, 136, 1851

Астрономический атлас школьника



Эта красиво изданная книга содержит пять глав — «Ступени познания», «Преодоление земное притяжение», «Солнечная система», «Безграничная Вселенная», «Заглядывая в будущее». Каждая глава включает несколько мини-очерков, представляющих собой очень краткий текст с несколькими

цветными иллюстрациями, размещенными, как правило, в пределах полосы или «разворота» атласа. Например, очерки первой главы, в основном посвященной истории астрономии, озаглавлены так: «Из глубины веков», «Древний Египет», «Древний Вавилон», «Античная астрономия», «Страны ислама», «Древние цивилизации Америки», «Средневековый Китай», «Астрономия — точная наука», «Эра телескопов», «Закон всемирного тяготения», «За пределами Солнечной системы», «Рождение астрофизики», «Первые фотографии небесных тел», «За границей земной атмосферы».

В таком же ключе детализации раскрывается материал и других глав книги, рассказывающих о достижениях космонавтики (вторая глава), небесных телах Солнечной системы (третья глава), строении и эволюции «Звездной Вселенной» (четвертая глава).

Заключительная глава книги показывает юным читателям, что «окружающий нас

Комитет по геодезии и картографии Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации сделал детям прекрасный подарок, выпустив в 1992 г. атлас «Человек и Вселенная» (текст А. А. Гурштейна, художественное оформление Б. М. Котляра, ответственный редактор И. В. Мучникова).



мир не знает границ. Не знает границ и человеческий разум, постигающий Вселенную. То, что когда-то казалось совершенно недостижимым, в ходе прогресса человечества становится известным и будничным». И когда-нибудь появятся и «электростанции в небе», «космические города», базы на Луне, люди на Марсе, первые звездолеты... А пока космонавтика готовится к осуществлению этих сложнейших проектов, ученые и конструкторы трудятся над осуществлением еще одной мечты человечества, предпринимая различные попытки обнаружить хотя бы какие-нибудь признаки существования и деятель-

ности внеземных цивилизаций. О поисках внеземных цивилизаций и повествуют последние страницы атласа.

Пусть дети, которым посчастливится приобрести или хотя бы просмотреть атлас, почувствуют романтику науки о Вселенной, а мы, взрослые, приложим все силы к тому, чтобы у каждого ребенка были хорошие детские книги. Мы сделаем доброе дело, если все-таки создадим серию «Ученые — детям», в которой книги по астрономии и космонавтике займут подобающее им место.

Е. П. ЛЕВИТАН

НОВЫЕ КНИГИ

К сфере разума

В 1993 г. вышла в свет новая книга А. Д. Урсула — президента Академии ноосферы и Академии космонавтики им. К. Э. Циолковского (Москва, «Луч»). Она называется «Путь в ноосферу (Концепция выживания и устойчивого развития цивилизации)».

Автор, основываясь на реальных тенденциях развития и анализе кардинальной трансформации общества и природы, попытался сформулировать и обосновать оригинальную концепцию становления ноосферы. Со становлением сферы разума автор связывает возможность выхода нашей цивилизации из кризиса и переход к устойчивому развитию.

Книга содержит «Введение», четыре основных главы («Выжи-



вание человечества и становление ноосферы», «Переход к информационной цивилизации», «Выход из экологического кризиса» и «Космическое направление ноосферогенеза»), «Заключение».

Автор подчеркивает, что «путь в ноосферу не прост, и его поиск связан с усилением системно-синергетических процессов планетарного и даже космического масштаба во всех областях социальной и социоприродной деятель-

ности. И приоритет в решении этой проблемы должен быть отдан изменению природы самого человека, возможности созидания общечеловеческого интегрального интеллекта на базе информатизации и становления глобально-планетарного управления всем цивилизационным процессом. Эти задачи... беспредельно сложны, быть может, в принципе даже невыполнимы, и важно выявить реальность ноосферной перспективы для человечества».

В создании концепции становления ноосферы заинтересовано все мировое сообщество (включая, конечно, Россию!), поскольку «сейчас важно заполнить тот теоретический вакуум, который образовался после отвержения коммунистических и иных социальных утопий и осознания того, что человеческая цивилизация может даже погибнуть».

В мае 1990 г. при Международной ассоциации «Космос и философия» был создан Международный институт ноосферы, учредителями которого, кроме нашей страны, стали Болгария, Греция, Франция и США. Национальные центры этих стран начинают проводить ноосферные исследования в русле изложенного в книге понимания проблемы.

Легенды о звездном небе

Парус

Созвездие Парус названо в честь легендарного корабля Арго, на котором Ясон со своими спутниками отправился в Колхиду за золотым руном. Двигался корабль с помощью весел, но был на нем и парус. На парусах аргонавты преодолели Пропонтиду (современное Мраморное море) и причалили к полуострову Кизик, где греческих героев приняли дружелюбно и гостеприимно.

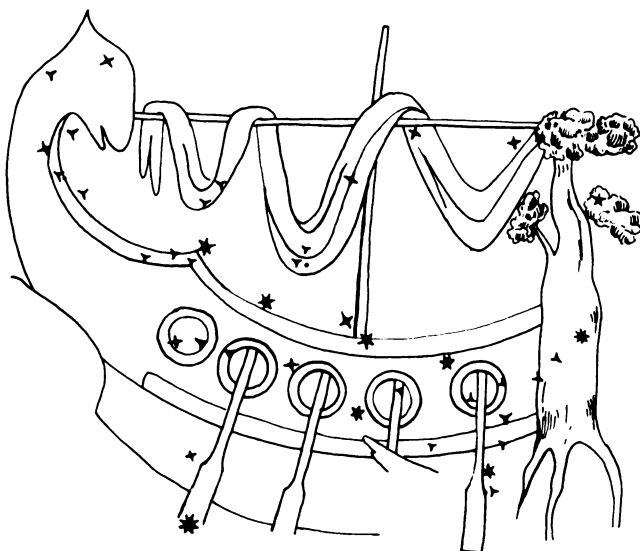
Арго вновь вышел в море и, подгоняемый попутным ветром, устремился к заветной цели. Но ветер ночью внезапно переменился, и паруса сыграли с аргонавтами плохую шутку. В кромешной тьме ни кормчий Тифий, и никто другой на корабле не заметили, как его понесло в обратном направлении, и вскоре он вновь причалил к полуострову Кизик. В темноте жители полуострова не

узнали своих вчерашних друзей и приняли их за морских разбойников. Завязался бой, в котором Ясон убил юного царя.

Когда занялась утренняя заря, сражавшиеся поняли, что произошло страшное. Клейто, жена царя Кизика, не перенесла смерти мужа и пронзила себя острым мечом. Друзья и близкие долго оплакивали павших и на кострах жгли оружие, принесшее смерть.

Возможно, поэтому в созвездии Паруса звезда γ (гамма) раньше называлась именем богини трофеев Луарты. Теперь звезда носит имя Регор, что означает «направляющий», «управляющий» (кораблем). Звезду λ (лямбда) арабы нарекли Альсухейль — «Плоскость» (для Паруса это вполне подходящее определение).

И. И. НЕЯЧЕНКО



Есть ли шанс выжить?

В 1992 г. в серии «Человек и окружающая среда» вышла книга И. И. Мазура и О. И. Молдаванова «Шанс на выживание» (ответственный редактор доктор географических наук В. И. Саломатин).

Это одна из немногих книг, в которой популярно рассказывается о сущности и роли инженерной экологии. Авторы убеждают читателей в том, что на Земле — нашем общем доме — необходим единый для всех людей порядок, напоминают слова из «Маленького принца» Антуана де Сент-Экзюпери: «Тут есть



такое правило... Встал поутру, умылся, привел себя в порядок — и сразу же приведи в порядок свою планету». По мнению авторов, «стержнем процветающей экономики является не голый рубль, а уровень жизни народа, прежде всего здоровье человека, его физический и духовный потенциал». Резкое обострение экономической обстановки на Земле поставило вопрос о выживании человечества. Автор в каждом из 10 очерков, составляющих книгу, стремится ярко показать «к чему может прийти человечество уже в скором будущем, если оно не возьмет на себя ответственность за судьбу Природы уже сейчас. А ведь шанс у нас есть, и он в наших руках. Но время не ждет, и этот шанс нельзя упустить».

Предлагаем телескопы и принадлежности к ним, а также детали и узлы для самостоятельного изготовления телескопа, механические узлы montiroвок, приспособления для различных видов астрономических наблюдений.

**Чтобы получить подробный каталог нашей продукции высылайте подписанный конверт по адресу:
607200, г. Арзамас-16, Нижегородской обл., а/я 635.**

Возвращение

В. П. ЛИШЕВСКИЙ

Звездолет шел к Земле. Позади остались миллиарды километров пути, чужие незнакомые звезды и их безжизненные планеты. Они встречали исследователей, то холодным ледяным безмолвием, то грозовыми разрядами и потоками лавы, но никогда астронавты не видели на них что-либо хотя бы отдаленно похожее на жизнь. Несколько дней работы, очередное разочарование и снова в путь.

Долгие перелеты от звезды к звезде заполнялись научной работой, чтением, просмотром видеофильмов, а когда уже совсем становилось невмоготу, члены экипажа погружались в анабиотический сон, передоверив управление кораблем автоматом.

Теперь они возвращались домой. Надо было доставить на Землю огромный объем собранной информации, но главная цель экспедиции — обнаружение жизни во Вселенной — не была достигнута.

Космонавтов в полет отби- рала вся Земля. Это были

три супружеские пары, все специалисты высшей категории. Молодые, здоровые, сильные — они сознательно шли на подвиг. И он заключался не в опасностях, которые подстерегали их на долгом пути, а в том, что они добровольно отказывались от нормальной жизни: детей, любви родителей, общения с друзьями — всего земного и обрекали себя на многолетнее пребывание в ограниченном пространстве ракеты-тюрьмы. По сути дела, это было пожизненное заключение, так как вернуться на Землю они должны были глубокими стариками.

Каждый из членов экспедиции умел делать многое, но по основным специальностям они делились на пилота (он же командир), штурмана, инженера, врача, геолога и лингвиста. Первыми тремя профессиями владели мужчины, остальные — их жены.

Теперь возвращались пилот, штурман и врач. Первой погибла геолог. На одной из планет ее погребла под со- бой внезапно рухнувшая ска- ла. Затем, несмотря на стро-

гий психологический отбор, не выдержав «одиночества вшестером», покончила жизнь самоубийством лингвист. Третьим погиб инженер.

Случилось это так. Последняя посадка прошла неудачно, и часть двигателей оказалась поврежденной. Чтобы взлететь, пришлось приспособить наружные ускорители, а управлять ими можно было только находясь вне ракеты. Поэтому одному надо было остаться на планете. Вызвался инженер — муж погибшей под обвалом.

Старт прошел успешно. Запаса кислорода у инженера было на два часа, и все это время он разговаривал с улетевшими товарищами, а затем еще раз попрощался с ними, сорвал шлем скафандра и раздавил ампулу с ядом, чтобы не мучиться от удушья.

Возвращение проходило спокойно. У пульта управления дежурил пилот, два других члена экипажа спали.

Путь домой лежал мимо небольшой планеты К-16, которая еще на Земле была включена в число объектов



исследования. Так как теперь звездолет мог только садиться, но не взлетать, то было решено просто облететь планету (без посадки), чтобы хотя бы издали познакомиться с ней.

Планета приближалась. Вскоре ее изображение заняло весь экран. Командир перевел корабль на круговую орбиту и начал облет планеты. Одновременно он включил аппаратуру, которая должна была разбудить штурмана и врача.

Корабль мчался над планетой, и перед сидящими у экрана разворачивались картины древнего доисторического мира, известного им из учебников и книг Конан Дойля, Обручева и других земных писателей. На планете все было так, как на Земле миллионы лет назад.

Они видели густые хвощевые леса, древовидные папоротники, топкие болота, от которых поднимались влажные испарения, и голубые реки, по берегам которых бродили стада травоядных ящеров. Вот она жизнь, которую они искали столько лет! Правда, планета находилась во власти чудовищ и, следовательно, людей на ней не могло быть.

Но что это? Космонавты отчетливо увидели звездолет странной формы и палатки рядом с ним. Какая-то другая экспедиция? Откуда?

Пилот включил еще большее увеличение, и все увидели похожих на людей существ, которые стояли у палаток, запрокинув головы. Вероятно, они видели или слышали летевший корабль.

— Будем садиться, — сказал командир. — Это, безусловно, разумные существа.

— А ты подумал о взлете? — спросил штурман.

— Они помогут нам подняться, а если нет, то я останусь на планете. Вы вдвоем вернетесь на Землю.

— Почему ты?

— Как командир я при-

нимаю такое решение. Давай, штурман, действуй.

В компьютер ввели координаты желаемого места посадки, и корабль ушел на второй круг. В расчетное время включились тормозные двигатели и звездолет стал снижаться. Легкий толчок показал, что корабль сел на планету.

Всех охватило лихорадочное нетерпение. Десятки лет они ждали встречи с братьями по разуму, и вот до нее остались считанные минуты. Все не скрывали своей радости. Они уже давно не верили в такую удачу.

Анализатор показал состав атмосферы за бортом, температуру, влажность, наличие микроорганизмов. Зажглось табло: «Безопасен выход без скафандров».

— Вначале я выйду один, — сказал командир. — А вы в случае чего прикроете меня.

Он открыл люк и стал спускаться по трапу. Навстречу ему бежали люди.

— Кто вы? — спросил командир рыжего бородача, подбежавшего первым. — Из какой части космоса? С какой планеты?

— Мы, как и вы, земляне, — ответил рыжеволосый. — Мы знаем Вас. Ведь ваш корабль называется «Полюс»? Мы учили про вас в школе.

— Земляне? Знаете нас? — Командир ничего не понимал. — Как же вы очутились здесь?

— В ваше время знали лишь один способ передвижения в космосе — реактивное движение. Но пока вы летали, придумали другой метод перемещения в пространстве при помощи искривления его. Он позволяет в считанные секунды оказываться там, где вам нужно. Ракета с экипажем готовится на Земле. Затем — раз! И она в любой заранее рассчитанной точке Вселенной. А потом уже при по-

мощи обычных реактивных двигателей корабль садится на планету. Я режиссер. Мы снимаем здесь фильм из далекого прошлого Земли. На К-16 природные условия очень похожи на те, какие были на Земле сто миллионов лет назад. Вот нас и отправили сюда, на К-16. Еще неделю назад мы были на матушке Земле.

Командир стоял и молчал. Он постепенно осознал случившееся и ему трудно было сразу выразить словами все охватившие его мысли и чувства. Отказаться от многих радостей жизни, заключить себя на долгие годы в тесное пространство ракеты, подвергаться опасностям, терять друзей... И все это только ради того, чтобы в конце пути встретить землян, которые за то время, что они летали, придумали более совершенный, более быстрый способ передвижения в пространстве?!

Командир смотрел на возбужденное, раскрасневшееся лицо бородача и мрачнел все больше. «Понимает ли он, — подумал звездолетчик, — что для нас в действительности означает эта встреча. Ведь она — крушение главной цели нашего полета. Она показала бессмысленность его, ненужность всех этих лишений и жертв. В один миг исчез смысл всего нашего существования. Эта катастрофа сильнее той, после которой мы потеряли способность взлетать самостоятельно». И неожиданно возник вопрос, который всегда волнует настоящего человека: «На что же я потратил свою жизнь?».

Командир повернулся и, ни слова не говоря, пошел назад к «Полюсу». Рыжебородый с удивлением смотрел ему вслед.

Стационарна ли Вселенная!

Наиболее распространенная среди астрофизиков теория утверждает, что Вселенная возникла в результате Большого взрыва, происшедшего около 10—15 млрд лет назад, и с тех пор постоянно расширяется. В 1965 г. теория нашла себе подтверждение, когда было обнаружено однородное фоновое микроволновое излучение — свечение, возбужденное Большим взрывом.

Однако около трех лет назад группа ученых, возглавляемая Х. Арпом из Института физики и астрофизики им. Макса Планка (Германия), предложила свою альтернативу теории Большого взрыва. Первоначально она не выглядела убедительной. Но теперь три ее соавтора — член Лондонского Королевского общества Ф. Хойл, Д. Бербидж из Университета штата Калифорния (США) и Д. Нарликар из Межуниверситетского Центра астрономии и астрофизики в Пуне (Индия) развили ее и назвали «квазистойчивой моделью Вселенной».

Впервые подобная модель была предложена тем же Ф. Хойлом с соавторами еще в 1948 г. Ученые исходили из того, что у Вселенной не было никакого «начала» и возраст ее бесконечен. Чтобы подкрепить принятое ими допущение и объяснить, почему плотность наблюдаемой Вселенной остается постоянной величиной, они выдвинули предположение, согласно которому во Вселенной постоянно идет процесс создания материи, компенсирующей расширение.

Теперь же новая группа Ф. Хойла внесла изменения в эту гипотезу, предполагая, что значительные количества новой материи рождаются в ходе отдельных взрывов, именуемых «событиями творения». Такие взрывы происходят в особых «центрах творения» — областях, где уже существуют плотные скопления

материи и сильные поля тяготения. «События творения» могут обладать различной интенсивностью, но чем они сильнее, тем реже случаются.

Ф. Хойл и его коллеги полагают, что 10—15 млрд лет назад произошла целая серия крупных «событий творения», вызвавшая расширение нашей части Вселенной. А так как эти «события» разрушили другие потенциальные «центры творения», то полоса крупных взрывов на этом и закончилась. Однако в будущем расширение нашей области Вселенной завершится, станет возможным создание новых «центров творения», и наступит новый период крупных «событий творения». Более мелкие подобные «события» случаются и ныне. Они приводят к рождению высокоэнергетических объектов, таких как квазары и радиогалактики.

Новая модель может объяснить и существование микроволнового фонового излучения, не вписывающегося в классическую гипотезу стационарной Вселенной. Авторы высказывают предположение: по всей Вселенной должны встречаться небольшие металлические «иглы», которые для излучения в оптической и радиообластях диапазона прозрачны.

Эта гипотеза способна объяснить и существование легких элементов — водорода, лития и гелия. Согласно вычислениям, предполагаемые «события творения» должны привести к появлению этих элементов как раз в наблюдаемых количествах.

Такая модель может быть проверена. «События творения» должны возбуждать гравитационные волны, в принципе поддающиеся регистрации (создание соответствующих высокоточных приборов не за горами). Гравитационные волны, очевидно, воздействуют на звезды, вызывая к жизни быстро вращающиеся (миллисекундные) пульсары.

Оппоненты новой гипотезы, в том числе известный астрофизик Д. Пиблс из Принстонского университета (США), подчеркивают, в частности, ее несоответствие измерениям теплового спектра Вселенной и высокую степень изотропии микроволнового фонового излучения. Дискуссия продолжается.

Nature, 1990, 346, 807
The Astrophysical Journal,

20.06.1993

New Scientist, 1993, 137, 1862

Секунда за три миллиона лет

В апреле 1993 г. в Национальном институте стандартов и технологии США вступили в строй одни из наиболее точных часов во всем мире, получившие наименование «NIST-7». Они будут уходить вперед (или отставать) не более чем на 1 с за 3 млн лет.

Другие точнейшие приборы хранения времени — часы британской Национальной физической лаборатории в Теддингтоне и Германской национальной лаборатории стандартов в Брауншвейге. Их точность составляет 1 с в 1 млн лет.

Все эти механизмы основаны на измерении вибраций в излучении атомов цезия. Точность прибора «NIST-7» может быть еще более высокой благодаря тому, что в нем на атомы цезия воздействует не магнитное поле, как в других часах, а лазер.

Но мировыми «рекордсменами» точности (по крайней мере, на коротких временных дистанциях) являются те часы, в которых для возбуждения атомов водорода используются мазеры (т. е. микроволновые лазеры). Эти часы могут давать ошибку в пределах лишь 1 с за 30 млн лет. Пока еще, правда, такие часы не вышли из «младенческого» возраста.

New Scientist, 1993, 138, 187

Новая задача «Сакигаке»

Через семь лет после запуска японский космический зонд «Сакигаке», совершивший в 1986 г. в составе интернациональной флотилии космических аппаратов пролет вблизи ядра кометы Галлея, переведен на новую орбиту. Когда он пролетал в 90 тыс. км от Земли в январе прошлого года, его гелиоцентрическая орбита была скорректирована таким образом, что из эллиптической она превратилась в почти круговую с параметрами, близкими к земным. Теперь, двигаясь недалеко от Земли, «Сакигаке» изучает ее магнитосферу и солнечный ветер.

Spaceflight, 34, 2

тельские», причем, как правило, обнаруженные при визуальных наблюдениях. В западных странах даже возникло новое направление деятельности любителей — визуальный поиск сверхновых. Наблюдатели во многих странах мира просматривают по нескольку десятков наиболее близких галактик — тех, где вспыхнувшие сверхновые могут достигать в максимуме блеска 13—14^m. Первое место по числу открытий в этой области принадлежит Р. Эвансу из Австралии,

который за двадцать с небольшим лет наблюдений открыл около двадцати сверхновых. Последнее открытие любителей — сверхновая 1991Т, обнаруженная в галактике NGC 4527 в созвездии Девы сразу пятью любителями (Эванс также был в их числе).

Центральное бюро немедленно разослало сообщение о сверхновой в М81 во все крупные обсерватории мира, и астрономы принялись за наблюдения, ведь по блеску SN 1993J, а именно под таким обозначением она была зарегистрирована, оказалась самой яркой вспышкой такого рода с 1972 г., если не счи-

тать сверхновой 1987А в Большом Магеллановом облаке (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 22). Она была отнесена к сверхновым II типа, а изучая сделанные в прошлом снимки М81, ученым удалось установить, что, скорее всего, до вспышки эта звезда была красным сверхгигантом с массой около десяти солнечных.

В спектре излучения сверхновой обнаружены линии водорода, характерные для II типа. Они появляются, когда ударная волна от «обрушивания» металлического ядра сверхгиганта, где выгорел весь гелий и водород, распространяясь во все стороны со скоростью 10—15 тыс. км/с, разогревает газ во внешних слоях звезды, выдувая его в межзвездное пространство.

Через двое суток после открытия спутник-обсерватория IUE (International Ultraviolet Explorer — «Международный исследователь ультрафиолетового диапазона») обнаружил излучение ионизованного азота, свидетельствующее о том, что ударная волна столкнулась с облаками газа в окружающем сверхновую пространстве и разогрела его до 100 тыс. градусов. Излучение SN 1993J было зарегистрировано и в радиодиапазоне (максимум оно достигло 8 апреля), и в рентгеновском (наблюдения 3 апреля на борту рентгеновского спутника ROSAT). Последнее было неожиданностью: ведь подобное излучение от SN 1987А появилось лишь спустя четыре месяца после вспышки.

Астрономы-любители проявили большой интерес к необычному явлению. Во многих странах наблюдатели выполняли фотометрические и спектральные наблюдения, пока звезда оставалась в пределах чувствительности приборов.

Фотометрические наблюдения сверхновой 1993J

Дата (UT)	Блеск, m	Наблюдатель, страна, город, инструмент	
Март	26,9	>14,0	Ф. Гарсия, Испания, Луго
	28,86	12,0	»
	28,89	11,8	Э. Родригес, Испания, Луго
	29,85	11,1	Ф. Гарсия
	30,84	10,3	П. Шмюер, Германия, Бишмихайм
Апрель	7,56	11,70	Ч.-Ю. Ченг, Д. Чжоу и Х. Ву, Китай, Пекин
	9,61	11,43	»
	12,64	11,10	»
	14,62	10,96	»
	15,80	10,6	А. Остапенко, Россия, Москва,
	16,81	10,5	» 20-см рефлектор
	21,87	10,7	А. Баранский, Украина, Владимир-Волынский,
			» 11-см рефлектор
	22,82	10,8	»
	25,02	11,1	»
Май	29,20	12,0	С. Жуйко, Россия, Москва,
	1,84	12,1	» 20-см рефрактор
	3,89	12,3	А. Остапенко
	6,97	12,2	С. Жуйко
	8,89	12,3	»
	10,89	12,3	А. Баранский
	13,87	12,3	»
	16,87	12,39	Г. Микуц, Словения, Любляна
	17,89	12,37	» 20-см камера Бейкера-Шмидта + ПЭС
	20,94	12,4	А. Баранский
Июнь	22,93	12,7	С. Жуйко
	24,96	12,5	А. Баранский
	31,93	12,53	Г. Микуц
	1,88	12,62	Г. Микуц
	5,89	12,67	»
			»

Примечание: Фотоэлектрические (в системе V) оценки выделены жирным шрифтом.

А. Ю. ОСТАПЕНКО,
129224 Москва, ул. Широкая,
д. 25/24, кв. 356





«НАУКА»
ЦЕНА 45 р.
ИНДЕКС 70336