

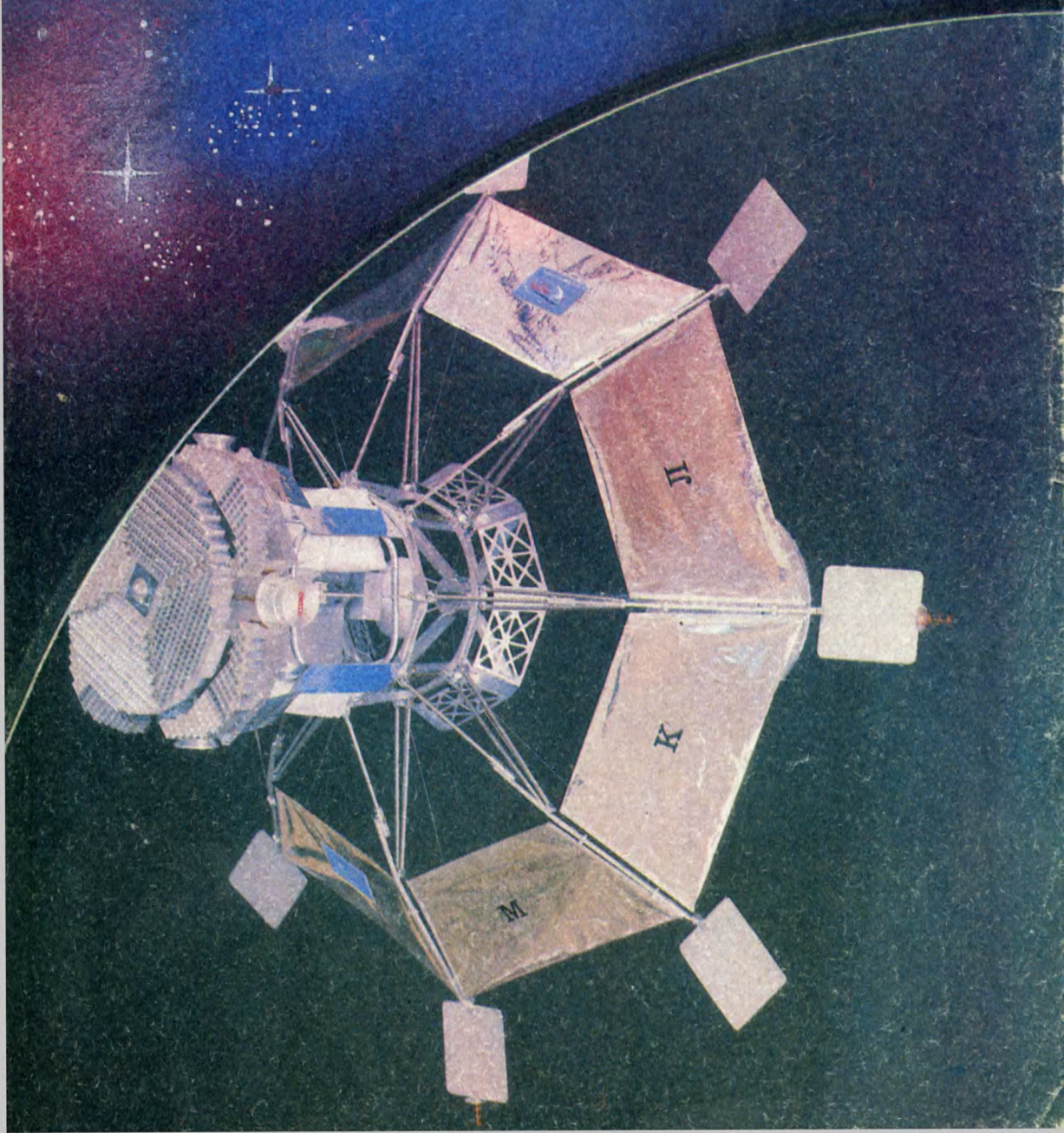
ЗЕМЛЯ И

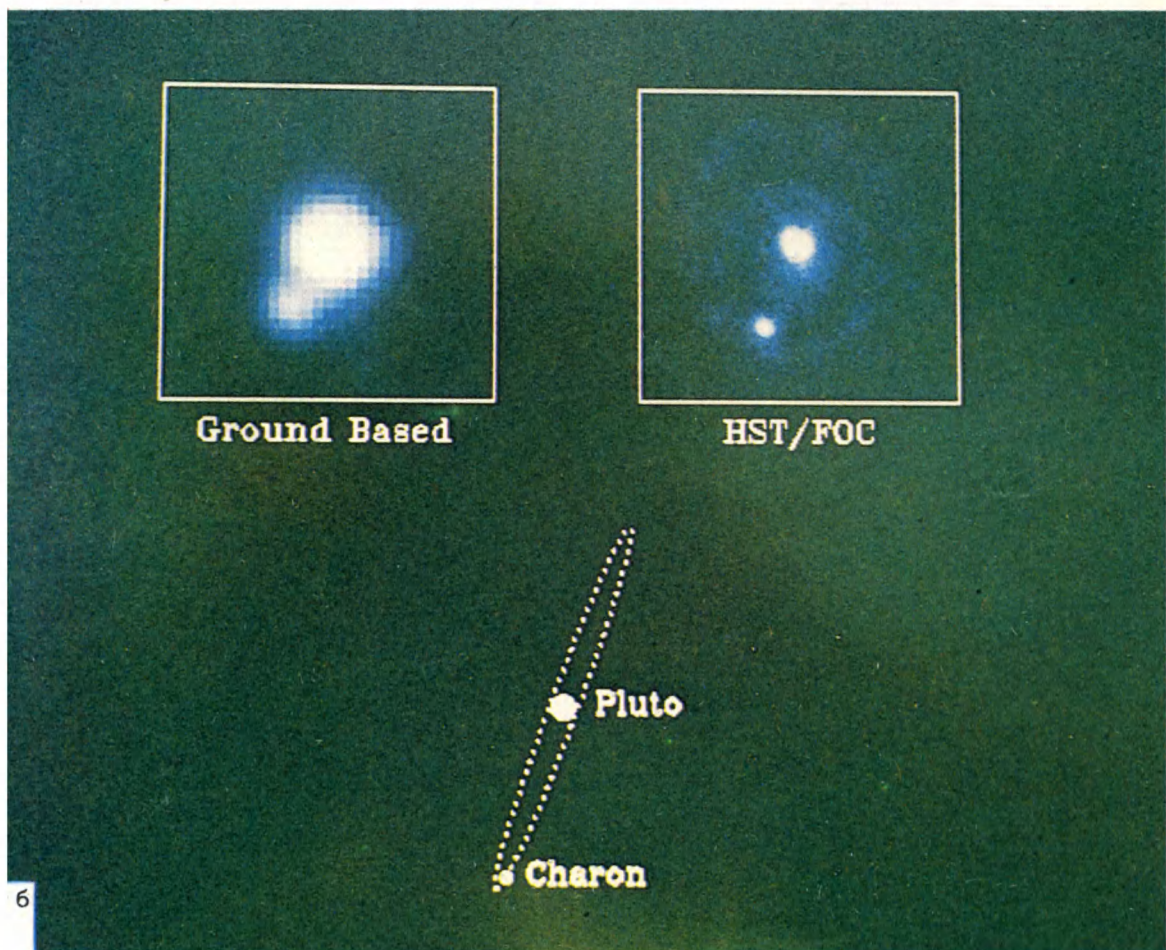
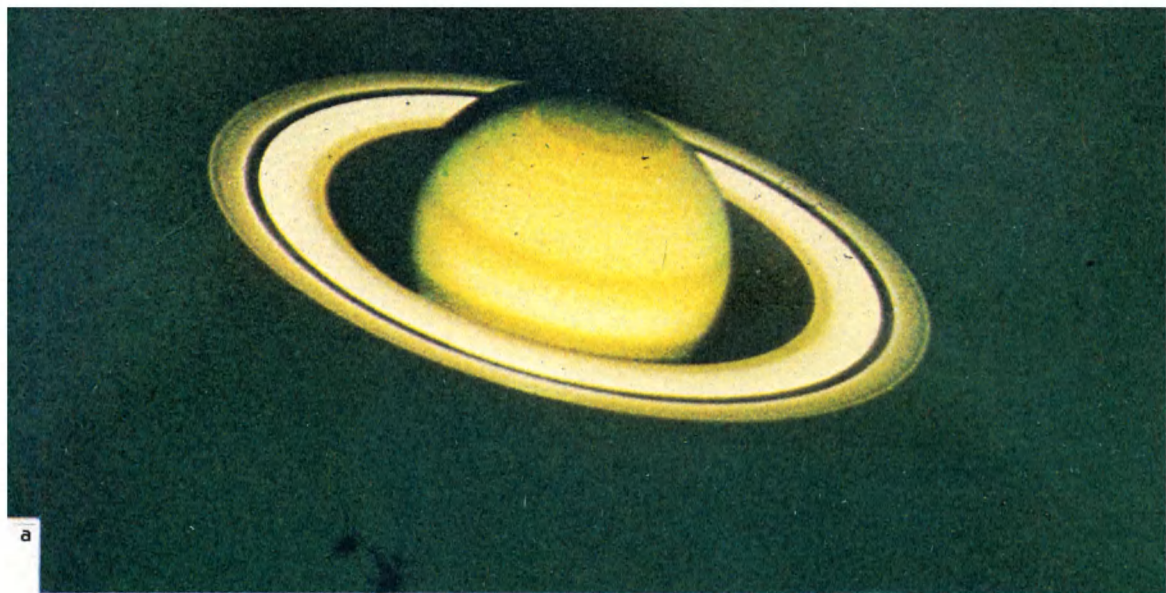
ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ 1/91

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ВСЕЛЕННАЯ





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



Редакционная коллегия:

Главный редактор
член-корреспондент АН СССР
В. К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора
член-корреспондент АН СССР
В. М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора
кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Академик
В. А. АМБАРЦУМЯН
Академик
А. А. БОЯРЧУК
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор физико-математических наук
А. А. ГУРШТЕЙН
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕНКО
Доктор физико-математических наук
И. Н. МИНИН
Член-корреспондент АН СССР
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
Г. С. 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. ЧЕРЕПАЩУК
Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
Кандидат географических наук
В. Р. ЯЦЕНКО

В номере:

- 3 АВАНЕСОВ Г. А., КОСТЕНКО В. И. В космический полет под солнечным парусом
- 9 ГАВРИЛОВ В. П. «Черное золото» Арктики
- 16 МАЛОВ И. Ф., МАЛОФЕЕВ В. М. Пульсары: двадцать лет исследований
- 23 КУРТ В. Г. Самый большой в мире звездный каталог
- 26 ЯСАМАНОВ Н. А. Климат Земли в прошлом и в будущем

ЭКОЛОГИЯ

- 33 АЙБУЛАТОВ Н. А. Шельф в опасности

ЛЮДИ НАУКИ

- 39 АБАЛАКИН В. К. Борис Васильевич Нумеров и его время (к столетию со дня рождения)
- 46 НУМЕРОВА А. Б. Из воспоминаний о Б. В. Нумерове
- 48 АССОВСКАЯ А. С. С. Н. Вернов — советский космофизик

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 54 МИРЗОЯН Л. В. Изучаются вспыхивающие звезды

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

- 58 КУРЛАНОВ А. Д. Чтобы космос оставался мирным

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 69 КОНОНОВИЧ Э. В. Затмение Солнца 22 июля 1990 года: планы и результаты
- 74 АНДРОНОВ И. Л. Неисчерпаемый источник энтузиазма
- 78 ЖУЙКО С. В. Наблюдение кометы Леви на горе Майданак

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 80 САТУЕВ Ш. «Алькор» — гид и астрограф
- 82 КАШИРИН В. А. Простой астрограф

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 86 ИПАТОВ С. И. Происхождение одного из люков Кирквуда

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 89 **МАКСИМОВ А. А.** Первый пуск на Байконуре
- 94 БОГДАНОВ В. И., ХРЕНОВ Л. С. 150 лет нуля-пункта Кронштадтского футштока

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ

- 98 МЕРЕМИНСКИЙ А. Е. Астрономические программы для микрокалькуляторов

ФАНТАСТИКА

- 102 ТРЕТЬЯКОВ В. Свидетелей обвинения было двое

КНИГИ И ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 107 ЛИХАЧЕВА А. С. «Незабытная память» веков

В ПОМОЩЬ ЛЕКТОРУ

- 109 ДЬЯЧЕНКО С. М. Космос и ГОСТ

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ: Существует ли планета Х1 [22]; Ассоциация преподавателей [32]; Поздравляем юбиляра [53]; На орбите — комплекс «Мир» [57]; Из новостей зарубежной космонавтики [63—68]; Солнце в августе — сентябре 1990 года [72]; Справочник наблюдателя [73]; Фотографируем комету Левин [78]; Снова об астероиде и динозаврах [84]; Сближение Земли с астероидами [85]; Новые книги издательства «Наука» [93]; Совершенствуются нейтринные детекторы [93]; Новые книги [100, 101]; Малопрозрачные спиральные галактики и проблема «скрытой массы» [110]; Первый свет в телескопе Кека [112]

Научные редакторы:

Э. К. Соломатина

(науки о Земле)

Э. А. Стрельцова

(астрономия)

Лит. сотрудник

В. Ф. Блинова

Младший редактор

Г. В. Матросова

Худ. редактор

Е. А. Проценко

Корректоры:

В. А. Ермолаева,

Л. М. Федорова

Обложку журнала оформила

Е. А. Проценко

Номер оформили:

Е. К. Тенчурина,

А. М. Поляк,

М. И. Россинская

Адрес редакции:

117049, 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 USSR Academy of Sciences and the USSR Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the earth and universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V. K. Abalakin, Deputies Editors V. M. Kotlyakov, E. P. Levitan

In this issue

- 3 AVANESOV G. A., KOSTENKO V. I. A Space Flight under a Solar Sail
9 GAVRILOV V. P. The «Black Gold» of the Arctic
16 MALOV I. F., MALOFEYEV V. M. Pulsars: Twenty Years of Research
23 KURT V. G. The World's Largest Star Catalogue
26 YASAMANOV N. A. The Climate of the Earth in the Past and in the Future

ECOLOGY

- 33 AIBULATOV N. A. Shelf in Danger

MEN OF SCIENCE

- 39 ABALAKIN V. K. Boris Numerov and His Time (to mark his birth centenary)
46 NUMEROVA A. B. From Reminiscences about B. Numerov
48 ASSOVSKEYA A. S. S. N. Vernov — a Soviet Cosmophysicist

SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

- 54 MIRZOYAN L. V. Studies of Tinkling Stars

INTERNATIONAL COOPERATION

- 58 KURLANOV A. D. Outer Space Must Remain Peaceful

AMATEUR ASTRONOMY

- 69 KONONOVICH E. V. The Sun Eclipse of July 22 1990: Plans and Results
74 ANDRONOV I. L. An Inexhaustible Source of Enthusiasm
78 ZHUIKO S. V. Observation of the Levy Comet from the Maidanek Hill

AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 80 SATUYEV SH. «Alcor» — a Guide and Astrograph
82 KASHIRIN V. A. A Simple Astrograph

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 86 IPATOV C. I. The Origin of One of Kirkwood's Gaps

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 89 MAXIMOV A. A. The First Launch at Baikonur
94 BOGDANOV V. I., KHRENOV L. S. 150 Years of the Zero-Point of the Kronstadt Tide-Gauge

COMPUTERS TO HELP AMATEUR ASTRONOMERS

- 98 MEREMINSKY A. E. Astronomical Programmes for Microcalculators

SCIENCE FICTION

- 102 TRETYAKOV V. There Were Two Witnesses for the Prosecution

BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 107 LIKHACHYOVA A. S. «Eternal Memory» of Ages

TO HELP LECTURERS

- 109 DYACHENKO S. M. Cosmos and GOST

На 2- и 3-ей стр. обложки: Снимки, полученные космическим телескопом имени Хаббла (КТХ) с помощью камеры слабых объектов Европейского Космического Агентства: а) Сатурн, б) Система «Плутон-Харон». Слева — наилучшее изображение этой системы снятое с Земли (на канадско-французском телескопе), справа — изображение, полученное КТХ. Угловое расстояние между Плутоном и Хароном на снимках КТХ — 0,1 сек. дуги. в) Сверхновая SN1987A. Известно, что внешние области взорвавшейся звезды расширяются со скоростью от 2 тыс. до 30 тыс. км/с. Следовательно, за прошедшие годы Сверхновая должна достичь размеров в 0,1 св. года, что примерно в 100 раз больше всей Солнечной системы. В настоящее время ее угловой размер, видимый с Земли (около 0,1—0,2") слишком мал, чтобы Сверхновую можно было разрешить наземными телескопами. На снимке представлена Сверхновая и две относительно яркие звезды — компоненты. «Гало-сы» — следствие сферической абберации. Изображение получено в линии дважды ионизованного кислорода ($\lambda = 501$ нм), представляет светящееся кольцо, окружающее Сверхновую. Ученые полагают, что это кольцо — не расширяющаяся газовая оболочка, а оно существовало еще за 10 тыс. лет до взрыва, а затем было ионизовано вспышкой Сверхновой. г) Гравитационная линза G2237+0305 («Крест Эйнштейна»). На фотографии — очень далекий квазар, изображение которого «размножилось» из-за сравнительно близкой галактики, играющей роль гравитационной линзы. Угловое разрешение между верхним и нижним изображением около 1,6 сек. дуги. Квазар расположен от нас на расстоянии около 8 млрд св. лет, а галактика — около 200 млн св. лет.



В космический полет под солнечным парусом

Г. А. АВАНЕСОВ,
доктор технических наук,
ИКИ АН СССР
В. И. КОСТЕНКО,
кандидат технических наук,
ИКИ АН СССР

Несмотря на быстрое развитие космической техники и появление все новых типов космических аппаратов, повсеместно возникают задачи, выходящие за рамки возможностей имеющихся средств. Особенно это касается таких специфических областей науки, как исследование солнечно-планетных связей, космическая астрометрия и другие. Исследование космической плазмы возможно, например, только при достаточной собственной «чистоте» КА, которая не обеспечивается на многопрофильных космических объектах. В космической астрометрии главный фактор, определяющий точность измерений, — детерминированность собственного углового движения КА. Она достигается только при минимизации механических возмущений аппарата. В подобных случаях нужны малые и дешевые аппараты для решения задачи «одного эксперимента». Важные предпосылки создания таких космических аппаратов — общий рост уровня техники, доступность современных конструкционных материалов, накопление опыта конструирования приборов, функционирующих в открытом космосе, развитие микроэлектроники и техники связи.

Пример КА «одного эксперимента» — разрабатываемая



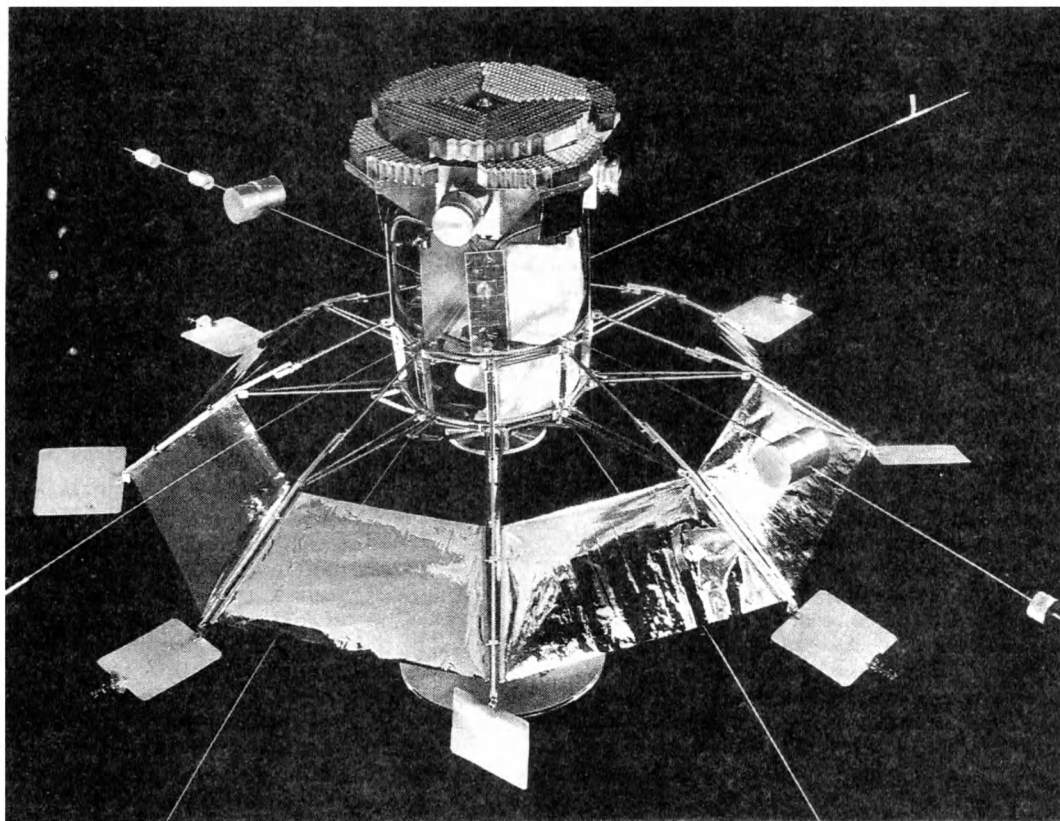
Ученые Института космических исследований АН СССР разрабатывают проект «Regatta», предусматривающий создание Малой космической лаборатории, для ориентации и стабилизации которой в пространстве будет использоваться сила светового давления.

мая в ИКИ АН СССР Малая космическая лаборатория (МКЛ). В ней для ориентации и стабилизации положения в пространстве КА используется сила давления солнечного света. Это позволило упростить служебные системы, уменьшить их массу по отношению к полезной нагрузке, повысить надежность и снизить стоимость. Полезная нагрузка МКЛ может достигать 50 % ее массы.

СИСТЕМА СТАБИЛИЗАЦИИ

Система пассивной ориентации, использующая силы светового давления, в значительной степени определяет облик КА и сферу его возможных применений. Взаимодействие со световым потоком осуществляет солнечный парус, включающий две части — неподвижную (стабилизатор) и подвижную (рули)¹. Кроме паруса, в состав системы ориентации входит жидкостный демпфер нутационных колебаний. Продольная ось МКЛ ориентируется на Солнце. Остальные две оси могут оставаться

¹ С идеей использования солнечного паруса в космических полетах постоянные читатели «Земли и Вселенной» знакомы (см., например, статью В. В. Радзиевского «Световое давление в Солнечной системе» (Земля и Вселенная, 1966, № 3.— Прим. ред.)



Макет Малой космической лаборатории (МКЛ)

неподвижными в орбитальной гелиоцентрической системе координат (постоянная солнечно-звездная ориентация) или медленно (до нескольких оборотов в сутки) вращаться вокруг направления на Солнце (постоянная солнечная ориентация). Оба режима в одинаковой степени благоприятны для поддержания постоянного теплового режима на борту и для работы системы электропитания. Сохранение солнечной ориентации обеспечивается одним стабилизатором (без помощи рулей). Изменяя геометрию паруса (при отклонении рулей), можно закручивать МКЛ с необходимой угловой скоростью. Рули используются также на участке начального успокоения, когда требуется погасить угловые скорости, полученные аппаратом при отделении от разгонного блока (РБ). Заме-

тим, что изучение динамики космического аппарата, стабилизируемого давлением солнечного света, представляет собой самостоятельный научный интерес.

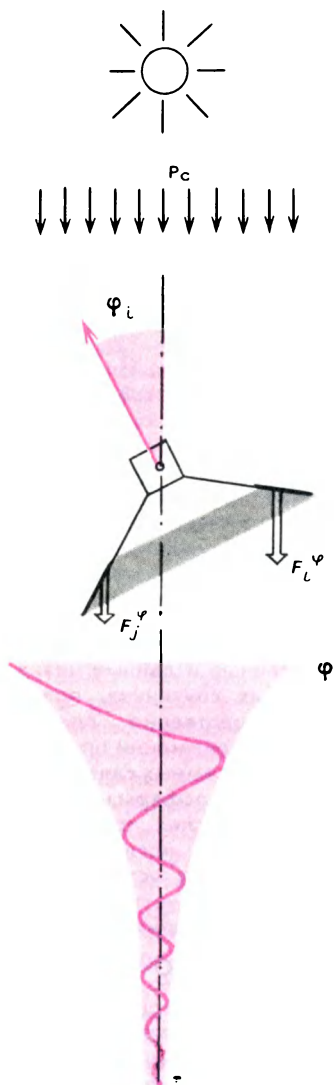
Специфика ориентации и стабилизации МКЛ позволяет использовать этот КА наиболее эффективно в областях космического пространства, где гравитационные воздействия на ориентацию МКЛ со стороны Земли и других небесных тел существенно ниже влияния давления солнечного света. В околоземном космическом пространстве такие условия надежно выполняются на расстояниях от Земли больше пяти ее радиусов.

Некоторые из планируемых на МКЛ экспериментов требуют быстрого вращения

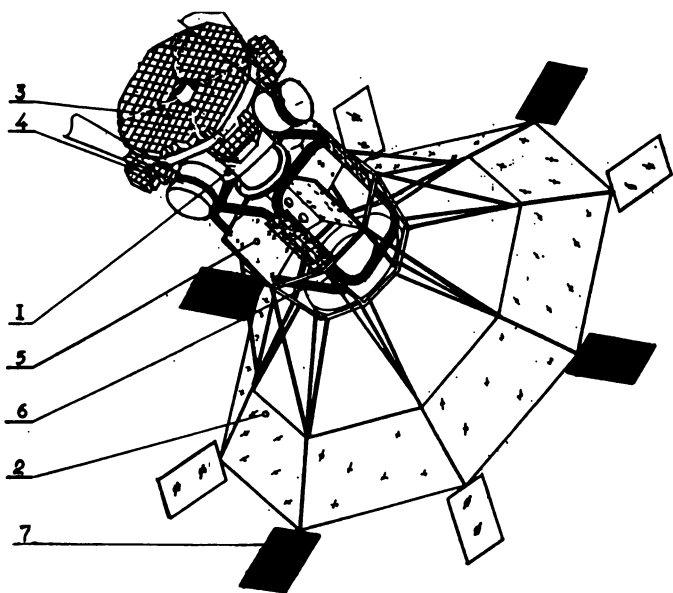
датчиков. Поэтому отдельные модификации МКЛ содержат массивную **вращающуюся платформу** с установленной на ней научной и служебной аппаратурой. Ось вращения платформы направлена на Солнце и совпадает с продольной осью космического аппарата. Масса полезной нагрузки на платформе составляет 35—45 кг. Скорость вращения до 15 об/мин. Действующий на КА со стороны платформы гироскопический момент компенсируется маховиком, вращающимся навстречу платформе.

«РЕГАТА-ПЛАЗМА»

На первом этапе использования МКЛ (1994—1997 гг.) наиболее важным будет проект «Регата-Плазма» (РП). Цель проекта — исследование солнечно-планетных связей (солнечной активности, механизмов передачи сол-



Принцип ориентации МКЛ на Солнце.
 В начальной стадии полета МКЛ после отделения от последней ступени ракеты продольная ось МКЛ может отклониться от направления на Солнце на угол φ_i . За счет сил светового давления P_c на солнечный парус действуют разные по величине, в зависимости от положения паруса силы F_j^φ и F_L^φ , которые стремятся сориентировать ось МКЛ на Солнце. Показан и закон возможного движения продольной оси МКЛ (угол φ) относительно направления на Солнце в зависимости от времени. При начальном угле $\varphi \approx 40^\circ$ за $\tau = 50$ ч величина этого угла достигает $\approx 1^\circ$.



нечных влияний через межпланетную среду и реакций околопланетного пространства на солнечные возмущения).

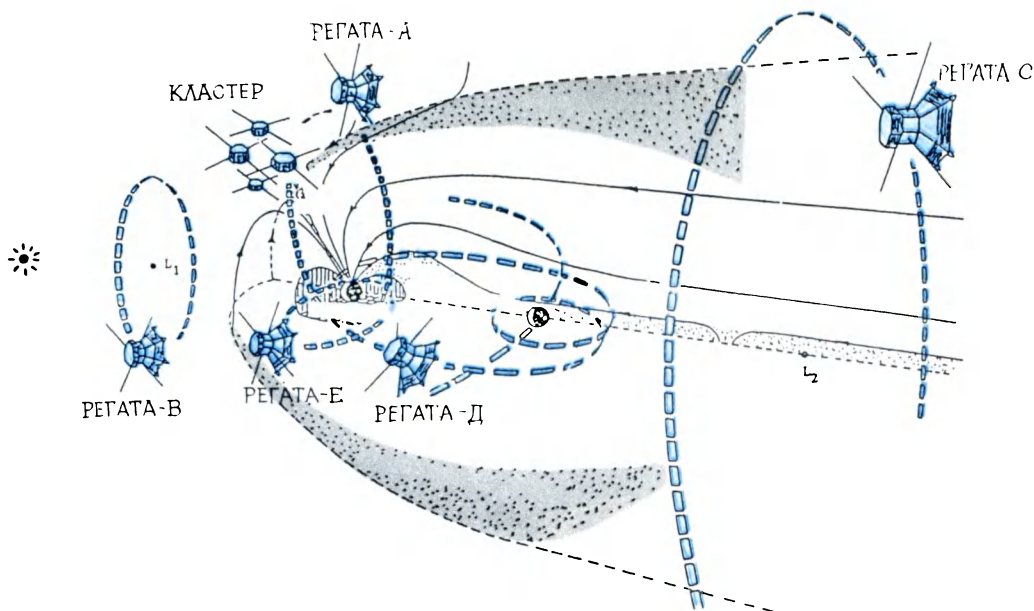
Солнечная активность уже давно изучается наземными средствами, а в последние двадцать лет и с помощью космической аппаратуры, позволяющей исследовать ультрафиолетовую и рентгеновскую части спектра, непосредственно регистрировать корпускулярное излучение.

Однако до сих пор неясен механизм цикличности активности Солнца, механизм солнечных вспышек и ускорения в них частиц до весьма больших энергий, не отработаны способы прогнозирования солнечных вспышек, только начинается экспериментальное изучение внутреннего строения Солнца. Немало задач предстоит решить экспериментаторам и в исследовании солнечной короны. Несмотря на крупные успехи в изучении солнечного ветра, его пространственная структура и ряд характеристик известны явно недостаточно.

Особый интерес представляют плазмфизические эксперименты для обеспечения программы исследова-

Общий вид МКЛ в проекте «Регата-Плазма» (РП). Основная особенность этого типа МКЛ — наличие вращающейся платформы (1) и паруса (2) из отражающего «зеркального» материала. Продольная ось МКЛ направлена на Солнце солнечной панелью (3), являющейся основным источником питания. Вращающаяся платформа (15 об/мин) имеет свои солнечные панели (4). Научная и служебная аппаратура располагается на термостатированной раме (5), на которой укреплено жидкостное демпфирующее устройство (6), гасящее поперечные колебания МКЛ. Для компенсации ошибок наведения, а также для программных разворотов и вращения вокруг продольной оси МКЛ используются управляемые солнечные паруса (7), имеющие двухстороннее покрытие: «зеркальное» и «черное» (поглощающее).

ния Марса. Необходимо, во-первых, накопить материал и создать задел для решения научных вопросов марсианской программы. Во-вторых, нужно обеспечить радиационную безопасность полетов к Марсу для будущих космонавтов.



Марс и Земля находятся очень близко друг от друга. Ясно, что закономерности, которые управляют солнечно-земными связями, определяют и связи Марса с Солнцем. Поэтому многие вопросы, связанные с обеспечением марсианской программы, могут быть решены в ходе экспериментов на околоземных орбитах. Нужно только, чтобы космические аппараты большую часть времени проводили вне магнитосферы Земли.

Концепция проекта «Регата-Плазма» предусматривает создание в 1994—1997 гг. экспериментальной спутниковой сети. Она будет включать 4—5 МКЛ, выстроенных вдоль линии «Земля-Солнце» (передняя точка либрации, экваториальная орбита, близкий хвост (20 R), средний хвост (60—70 R), задняя точка либрации). Эта сеть представит собой вытянутую цепочку спутников, которая обеспечит многозондовое исследование магнитосферы совместно с искусственными спутниками Земли Европейского космического агентства «КЛАСТЕР» и «СОХО», а также, возможно, и со спут-

Экспериментальная спутниковая сеть по проекту «Регата-Плазма». Сеть предназначена для плазмофизических исследований взаимодействия Солнца и Земли в следующих зонах:

Проект — МКЛ на полярной «Регата-А» орбите, она взаимодействует с КА Европейского космического агентства (ЕКА, проект «Кластер»)

Проект — МКЛ на орбите «Регата-Е» — близкой к экваториальной. Исследования в радиационных поясах Земли

Проект — МКЛ на орбите «Регата-Д» — с облетом Луны

Проект — МКЛ на орбите «Регата-В» — в передней относительно Земли либрационной точке L_1 ($\sim 1,5 \cdot 10^6$ км)

Проект — МКЛ на орбите «Регата-С» — в задней относительно Земли либрационной точке L_2 ($\sim 1,5 \cdot 10^6$ км)

никами НАСА «ПОЛЯРНЫЙ» и «ВИНД» и японским ИСЗ «ГЕОТАЙЛ». Коррекции измерений, которые будут получены на этих космических аппаратах, а также их совместный анализ, использующий одновременно назем-

ные данные и данные низко-высотных спутников, позволят существенно продвинуться в понимании природы солнечно-земных связей, физики магнитосферы и в решении физических проблем, с которыми исследователи встречаются в астрофизике, физике плазмы, термоядерных исследованиях.

«РЕГАТА-АСТРО»

В тот же период (1994—1997 гг.) МКЛ предполагается использовать для реализации первого этапа проекта «Регата-Астро» (РА). Цель этого проекта — проведение астрометрических и радиометрических космических исследований звезд и других небесных тел.

Решение астрометрических задач с космических платформ имеет ряд существенных преимуществ:

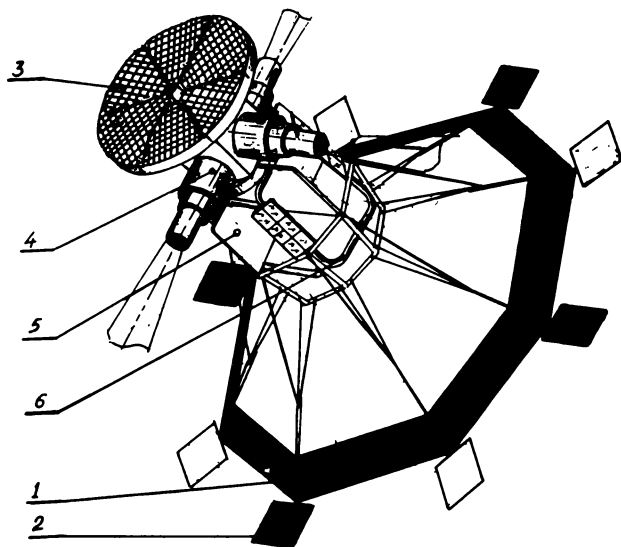
— исключается влияние земной атмосферы, вызывающей рефракцию, дисперсию и поглощение света;

— исключается влияние гравитационного поля Земли, вызывающего деформации как в конструкции КА, так и оптическом инструменте;

- появляется возможность получить все данные в единой системе координат;
- отпадает необходимость учета параметров вращения Земли, неточное значение которых ухудшает с течением времени точность опорной системы координат;
- наблюдения с КА можно вести практически непрерывно в течение многих суток, месяцев и даже лет.

Благодаря этому существенно повысится точность создаваемых звездных каталогов. Проведение прецизионных астрометрических измерений с КА позволит создать координатную основу для изучения развития кинематики и динамики Солнечной системы. Совокупность полученных данных о собственных движениях, параллаксах, радиометрических характеристиках разных типов звезд расширит наши знания в области звездной астрономии и астрофизики (уточнение шкалы расстояний во Вселенной, определение светимости и массы звезд, исследование структуры, динамики, возраста и эволюции Галактики). Проведение астрометрических измерений с точностью до тысячных долей угловой секунды (что недостижимо для наземных инструментов!) даст возможность изучить и некоторые релятивистские эффекты (в частности, релятивистское смещение перигелиев Венеры и Марса).

Прикладное значение данных космической астрометрии и радиометрии состоит, в первую очередь, в существенном повышении точности астроориентации и астронавигации космических аппаратов, а также в обеспечении прецизионного определения координат искусственных и естественных небесных объектов. В частности, при полетах к Марсу повышение точности наведения позволит эффективно использовать аэродинамическое тор-



можение КА и увеличить вес полезной нагрузки за счет сокращения запаса горючего.

Идея использования МКЛ для размещения астрометрических инструментов базируется на следующих основных положениях:

- Движение МКЛ относительно центра масс обеспечивает полный обзор звездного неба и оптимальные условия для определения годичных параллакса и собственных движений звезд. Важно, что постоянная ориентация КА по отношению к Солнцу гарантирует постоянное теплового режима на борту и, следовательно, отсутствие тепловых деформаций измерительных инструментов.

- Конструктивная схема МКЛ предусматривает модификации базовой конструкции. Благодаря выбору орбит и режима работы бортовых систем угловое движение МКЛ приобретает высокую детерминированность. Это, в свою очередь, открывает возможность использовать статистическую обработку больших массивов измерений, объединяющих далеко отстоящие по времени наблюдения одних и тех же звезд.

Общий вид МКЛ в проекте «Регата-Астро»

В этом проекте для МКЛ необходимо обеспечить минимальные возмущающие факторы. Для этого выбираются орбиты, удаленные на несколько млн км от Земли, и вводятся некоторые конструктивные изменения. Основные паруса (1) делаются из поглощающих «черных» материалов, а в управляемых парусах (2) — материал с двухсторонним покрытием («черным» и «зеркальным»).

На рисунке показаны: солнечная панель (3), блок телевизионных звездных камер (4), приборная рама (5), демпфирующее устройство (6). Медленное вращение МКЛ (1 об/сут) вокруг продольной оси (в направлении на Солнце) и использование четырех звездных камер (4) (установленных в плоскости, перпендикулярной направлению на Солнце) позволит получить карты звездного неба за полгода орбитального полета

При выполнении астрометрических измерений нужно точно знать положение инструмента в момент измерения или определить его в процессе обработки измерений. Традиционно в астрометрии используется первый подход. Высокая степень детерминированности углового

движения МКЛ позволяет использовать второй подход, в котором положения звезд, параметры инструмента и ориентация КА определяются совместно, в едином процессе статистической обработки измерений.

Выбор орбиты МКЛ в проекте «Регата-Астро», в первую очередь, подчинен требованию минимизации возмущений в угловом движении. Учитываются, конечно, и условия организации связи с Землей. Поэтому требуется, чтобы во время своего активного существования (5 лет) КА не сближался с Землей до расстояний, меньших 1 млн км, и удалялся бы от нее более чем на 10 млн км. Выведение на рабочую орбиту с промежуточной должно осуществляться однократным включением разгонного блока, а дальнейший полет должен происходить без орбитальных коррекций. Этим и другим условиям удовлетворяют квазиспутниковые орбиты (КСО) в системе «Солнце-Земля». Они намного ближе к Земле, чем к Солнцу, но располагаются далеко за границами сферы действия Земли (движение по ним определяется в основном притяжением не к Земле, а к Солнцу). КСО в проекте «Регата-Астро» имеет малую полуось 5 млн км и наклонение к плоскости эклиптики 10° . Удаление КА от Земли меняется в пределах 2—10 млн км.

Основные характеристики астрометрической МКЛ, ее орбита и ориентация позволяют эффективно использовать этот тип КА для решения ряда других задач, в частности, для картографирования небесной сферы в тепловом ИК и миллиметровом диапазонах электромагнитных волн. Картографирование небесной сферы в тепловой ИК-области целесообразно провести в трех спектральных зонах (2—7, 10—

12 и 15—20 мкм) с пространственным разрешением $6'$ с охватом звезд до 15-ой звездной величины. Составление радиоярких карт небесной сферы может быть осуществлено на основе измерений в областях трех длин волн (1,0—1,5—3,0 мкм) с пространственным разрешением не хуже 0,5!

Картографирование небесной сферы в тепловом ИК и миллиметровом диапазонах позволит обнаружить и исследовать не регистрируемые в видимой ближней ИК-области источники излучения, изучить процессы звездообразования, а также решать другие задачи астрофизики, звездной астрономии, космологии.

Для решения указанных астрофизических задач необходимы две МКЛ — одна с радиометрической и вторая с ИК аппаратурой. Они могут функционировать на одинаковых орбитах и иметь тождественные режимы ориентации, принятые для МКЛ проекта «Регата-Астро».

ПОЛЕТЫ К АСТЕРОИДАМ И КОМЕТАМ

На последующих этапах реализации проекта «Регата» (после 1997 г.) предполагается не только продолжить плазмофизические и астрометрические космические исследования, но также использовать МКЛ в качестве платформы для осуществления сближения и облета малых тел Солнечной системы и проведения их астрофизического исследования.

Для сопровождения малых тел (астероидов, ядер комет) и, тем более, посадки на них потребуется снабдить МКЛ реактивным двигателем, способным создавать импульс большой тяги. Собственно говоря, сблизить МКЛ с малым телом можно в принципе и с помощью солнечного паруса, но тогда практически исключается возмож-

ность оперативной коррекции орбиты. Поэтому осуществлять тесные сближения придется с помощью корректирующих реактивных двигателей.

Траекторию КА можно выбрать так, чтобы обеспечить в одном пуске облет нескольких малых тел. Для КА с парусным двигателем их число, как правило, равно двум (старт — облет первого астероида — гравитационный маневр в поле Земли — облет второго астероида). Продолжительность полета по таким траекториям составляет один-два года.

Интересно направить к малому телу космический аппарат, ранее выведенный на орбиту у границы сферы действия Земли, например, на гало-орбиту. Такая возможность впервые была продемонстрирована аппаратом ISEE-3, который с гало-орбиты был после нескольких гравитационных маневров в поле Луны переведен на траекторию полета к комете Джакони-Циннера. Планируется в конце 1990-х годов осуществить подобные экспедиции к той же комете или к комете Хонда-Мркос-Пайдушаковой. Полет к последней из названных комет особенно привлекателен, потому что точка встречи располагается на расстоянии всего 0,18 а. е. от Земли, а на гало-орбитах в это время по программе реализации проекта РП должны находиться две МКЛ («Регата-В» и «Регата-С»). Можно будет запустить и специальную МКЛ для полета к комете. Заметим, что практически совместимы требования к участку выведения МКЛ на орбиту перехвата кометы и на орбиты МКЛ «Регата-В» и «Регата-С».

«Черное золото» Арктики

В. П. ГАВРИЛОВ,
доктор геолого-минералогических наук,
Московский институт нефти и газа им. И. М. Губкина

СЛОВНО ГУБКА, ПРОПИТАНЫ НЕФТЬЮ

Первым сигналом для нефтяных разработок в Арктике послужило открытие в 1968 г. нефтяного гиганта на северо-алаякинском побережье моря Бофорта. Многие годы бесплодных поисков у полуострова Аляска породили у американских специалистов нефтяной пессимизм. Добуривалась последняя скважина, стоявшая около 10 млн долл., когда с глубины 2,5 км ударил мощный фонтан нефти (залежь концентрировалась в недрах полуострова, но частично уходила и под дно моря Бофорта). И нефтяные вышки вышли в Северный Ледовитый океан. Через 10 лет после открытия месторождения Прадхо-Бей, которое американские нефтяники назвали «открытием века», началась его разработка. Уже в 1976 г. годовая добыча приблизилась к 80 млн т. Сейчас это важный источник нефти для США, только за последнее десятилетие эксплуатация месторождения принесла стране доход в 100 млрд долл. А позднее специалисты, и не только американские, поняли, что недра Арктики, словно пористая губка, пропитаны нефтью и газом.

Главные трудности при освоении Арктики — суровый климат и мощный ледовый панцирь. Лишь самый юг Баренцева моря, куда доходит Гольфстрим, не за-



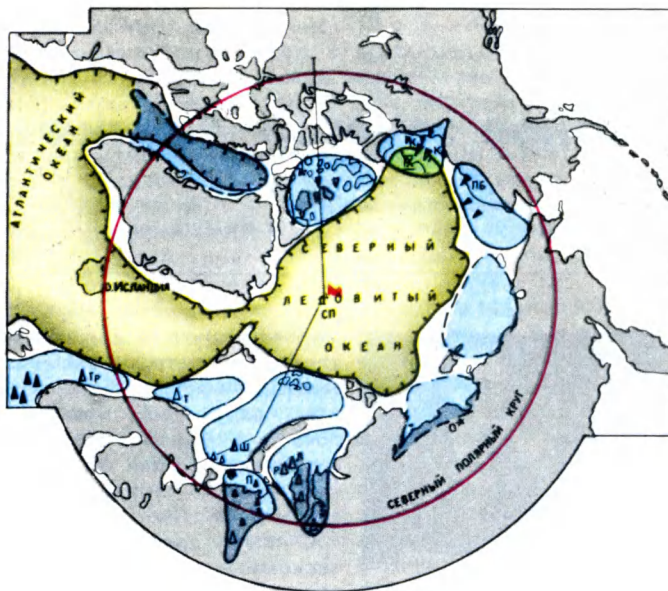
До сих пор развитие энергетики во многом зависит от нефти и горючего газа — эти углеводородные соединения сегодня на 70 % обеспечивают мировое энергопотребление. Хватит ли их ресурсов, пока человечество сможет найти альтернативный, такой же мощный и к тому же экологически чистый источник энергии! Ведь запасы углеводородного сырья конечны. И как считают специалисты, уже довольно явно просматривается дно «нефтяного колодца». Поэтому нефтяники буряют Землю и в знойных пустынях, и во влажных тропиках, и даже в горах. Ажурная конструкция буровой вышки стала неотъемлемой частью пейзажа многих морей Мирового океана. Подбираются нефтяники и к «макушке» Земли, покрытой многометровой толщей льда. Каковы перспективы освоения нефтегазоносных недр Арктики? Как идет это освоение и во что оно обходится? На эти вопросы отвечает в публикуемой ниже статье профессор В. П. Гаврилов — известный специалист в вопросах освоения нефтегазоносных ресурсов континентального шельфа СССР.

мерзает круглый год, но и здесь свирепствуют сильные северные ветры. Есть над чем задуматься, начиная освоение минеральных ресурсов этого края. И возникает вопрос: стоит ли этим заниматься?

С точки зрения геологического строения, Арктика состоит из подводных окраин Евразии и Северной Америки, окаймляющих глубоководные котловины Северного Ледовитого океана. В состав подводных окраин материков входит континентальный шельф, где и разворачиваются сейчас поисковые работы. Шельфовые области — принадлежность континентов, они стали морем всего 10—15 тыс. лет назад, когда стояли мощные ледники и под водой оказались прибрежные равнины континентов. Недра шельфа сложены толщей осадочных пород, мощность которых достигает иногда 20 км (Баренцево море). Осадочная толща не образует сплошного покрова, а состоит из отдельных «пятен» в сотни километров в поперечнике. Пористые пласты этого своеобразно построенного осадочного чехла бывают насыщены нефтью и газом. Специалисты называют их нефтегазоносными бассейнами.

НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ БАСЕЙНЫ

В пределах Арктики выделяются около десятка нефтегазоносных бассейнов. Один из самых крупных — Северо-



800 тыс. км², где мощность осадочных толщ превышает 20 км. С этим бассейном связывают большие надежды на будущее. Но, хотя поисковые работы и проводятся уже 10 лет, геологическая изученность Баренцева моря остается довольно низкой. И все же морским нефтяникам за это время удалось открыть ряд газовых месторождений (**Мурманское, Северо-Кильдинское**). В 1988 г. обнаружено гигантское **Штокмановское** газоконденсатное месторождение в центральной части моря, в 600 км к северу от Кольского полуострова. Большая глубина воды и суровая природная обстановка сильно осложняют и удорожают освоение этого месторождения. Запасы газа, по оценкам, здесь примерно вдвое превышают потенциал норвежского Тrolла, что даст возможность в будущем снабдить газом весь север и северо-восток европейской части страны, а также экспортировать его за рубеж.

К югу от Восточно-Баренцевоморского лежит крупный **Тимано-Печорский** нефтегазоносный бассейн, скрытый на севере водами Баренцева моря. Прямо на побережье выявлены газовые и нефтяные месторождения, уже несколько лет разрабатывается небольшое нефтяное месторождение на острове Колгуев, дающее ежегодно около 1 млн т нефти. В последнее время вблизи берега открыто крупное нефтяное месторождение **Приразломное**, эксплуатация которого вполне реальное и технически не такое уж сложное дело.

Южно-Карский нефтегазоносный бассейн охватывает южную часть Карского моря и полярную тундру полуостровов Ямал и Гыдан. Перспективы этого бассейна весьма велики, здесь «открывается» Западно-Сибирская нефтегазоносная зона, к берегу моря подходят газовые

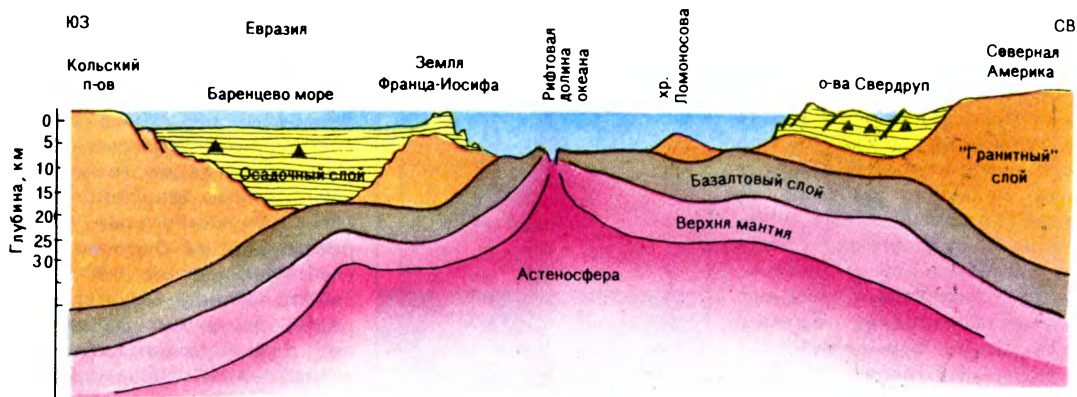
Нефтегазоносные бассейны Арктики (синие области). Пунктиром показаны возможные нефтегазоносные бассейны. На схему нанесены некоторые крупные месторождения: Тр — Тролл, Т — Тромсё, Ш — Штокмановское, Л — Ленинградское, Р — Русоновское, ПБ — Прадхо-Бей, Ко — Копааноар, К — Коакоак, О — Оленекское. Черные треугольники — нефть, белые — газ. Коричневым цветом показана внешняя граница арктического шельфа

Наиболее известные месторождения этого бассейна — **Экофиск, Элдфиск, Брент, Статьфиорд, Озеберг**. Залежи нефти вскрываются на глубинах 2,5—3 км. Характерны высокие дебиты скважин — до 3,5 тыс. т в сутки. В 1979 г. в водах Норвежского моря были обнаружены газовый гигант Тролл с запасами более 1,5 трлн м³, с его разработкой связывают перспективы газоснабжения всей Западной Европы. В последние годы в Северном море ежегодно добывают свыше 170 млн т нефти и около 200 млрд м³ газа.

К востоку от Североморского бассейна, непосредственно в пределах Арктики, расположен **Норвежский** нефтегазоносный бассейн, захватывающий Норвежское и западную часть Баренцева моря. Поисковые работы начаты здесь в 1980 г., они привели к открытию нескольких газовых месторождений (**Тромсё, Хейдрун** и др.).

Большая часть Баренцева и северные районы Карского моря образуют крупный **Восточно-Баренцевоморский** нефтегазоносный бассейн. Это обширная область прогибания площадью до

морский бассейн, примыкающий к арктическим морям. Это огромная чаша прогибания площадью 660 км², заполненная 10-километровой толщей осадков. Первая газовая залежь была обнаружена здесь в 1965 г., а к настоящему времени уже открыто около 200 нефтяных и газовых месторождений. Общий углеводородный потенциал моря (совместно с прилегающей сушей) оценивается в 13,5 млрд т, большая часть этих богатств находится в территориальных водах Великобритании и Норвегии.



залежи Ямала. За последние годы в Карском море поисковики обнаружили два новых газовых гиганта, не уступающих по запасам Штокмановскому — это **Ленинградское** и **Русановское** месторождения. Углеводородные залежи здесь «многоэтажные»: в верхнем «этаже» — газ, ниже — пока еще не выявленные залежи, но скорее всего это нефть. Если прогноз подтвердится, Карское море станет настоящим Клондайком. Правда, взять там нефть — задача наименее труднейшая...

Моря, расположенные восточнее Таймыра, геологически мало изучены. Здесь даже еще не начаты геофизические исследования, которые всегда предшествуют бурению поисковых скважин. Но условно в этом районе можно наметить два потенциальных нефтегазовых бассейна: **Лаптево-морский** и **Восточно-Сибирский**. Косвенные признаки, позволяющие высоко оценить перспективы их нефтегазоносности, — мощные толщи осадочных пород и наличие геологических структур, которые могут содержать углеводороды. На сухопутной периферии Лаптево-морского бассейна имеются небольшие залежи нефти и очень крупное **Оленекское** месторождение битумов, где тяжелая нефть выкачивается прямо на поверхность Земли

Геологический разрез через недра Арктики. Черные треугольники — залежи нефти или газа

(запасы оцениваются в 15 млрд т). Есть все основания считать, что под водами этих арктических морей скрыты крупные скопления нефти и газа.

По другую сторону Северного Ледовитого океана располагается арктический шельф Северной Америки, принадлежащий США и Канаде. К настоящему времени здесь пробурено сотни скважин и найдено 60 морских и прибрежно-морских месторождений. Суммарная оценка потенциальных ресурсов арктического шельфа Северной Америки достигает 4 млрд т нефти и 4,5 трлн м³ газа. Эти запасы распределены по трем нефтегазовым бассейнам.

Северо-Аляскинский нефтегазовый бассейн площадью почти в 500 тыс. км² включает северный склон полуострова Аляска и прилегающие акватории Чукотского моря. Кроме **Прадхо-Бей** (запасы его оцениваются более чем в 1 млрд т нефти)

здесь открыты крупное нефтяное месторождение **Купарук-Ривер** (запасы 200 млн т), а также ряд нефтяных и газовых месторождений: **Милл-Пойнт**, **Сег-Дельта**, **Дак-Айленд** и др.

Второй нефтегазовый бассейн этого региона — **бассейн дельты реки Маккензи — моря Бофорта** — занимает сравнительно небольшую площадь в 120 тыс. км². Первыми скважинами были открыты два газонефтяных месторождения **Адро** и **Гарри**. В 1978 г. в 50 км от берега обнаружено крупное нефтяное месторождение **Копаноар**, извлекаемые запасы которого оцениваются почти в 250 млн т. В 1981 г. в 30 км от этого месторождения обнаружен еще один нефтяной гигант — **Коакоак**. Кроме них установлены нефтегазовые (**Тарсьют**, **Некторалик**, **Иссунгнак**) и газовые (**Укалерк**) месторождения.

Свердрупский нефтегазовый бассейн площадью 280 тыс. км² занимает большую часть арктического архипелага Канады. С 1969 г. в бассейне открыто 18 газовых и нефтяное месторождение. Наиболее крупные — **Дрейк-Пойнт** и **Хекла** имеют запасы газа соответственно 150 и 200 млрд м³. Поисковое бурение в ряде случаев ведется здесь с искусственно намороженных ледяных платформ, по существу прямо со льда морских проливов.

БЕТОННЫЕ ЗАМКИ ИЛИ ПОДВОДНЫЕ ГОРОДА?

Поиск и освоение морских месторождений — задача, не уступающая, пожалуй, по сложности проблеме освоения космоса. Решение ее требует оригинальных инженерных разработок, совершенной техники и полного обеспечения, личного мужества морских нефтяников. Чтобы бурить морские нефтяные и газовые скважины, разведчики используют разнообразные платформы, размеры которых порой достигают размеров Эйфелевой башни или Эмпайр стэйт билдинга. Стоимость платформ составляет до 2 млрд долл. Это настоящие железобетонные замки, устанавливаемые на морском дне и возвышающиеся над поверхностью воды на десятки метров. Так, платформа Стартфиорд рассчитана на бурение 42 эксплуатационных скважин и суточную добычу нефти до 33,5 тыс. м³ (емкость нефтехранилищ, которые сооружены в подводных кессонах, более 300 тыс. м³).

Подобные платформы получили название **гравитационных**. Их строят в глубоких доках, сооружаемых в естественных глубоководных фиордах, а затем буксируют и затопляют на месте бурения. Гравитационная платформа устанавливается на опорной плите (площадь такой плиты у платформы Стартфиорд — 18 тыс. м²). В нижнем ее корпусе устраивают хранилище для добытой нефти, в верхнем размещаются буровые механизмы и жилые помещения. Вертикальная колонна соединяет нижний корпус с верхней палубой, расстояние между которыми иногда более 150 м. Современная гравитационная платформа может устанавливаться при глубине моря до 600 м. Возникает вопрос: рентабельно ли

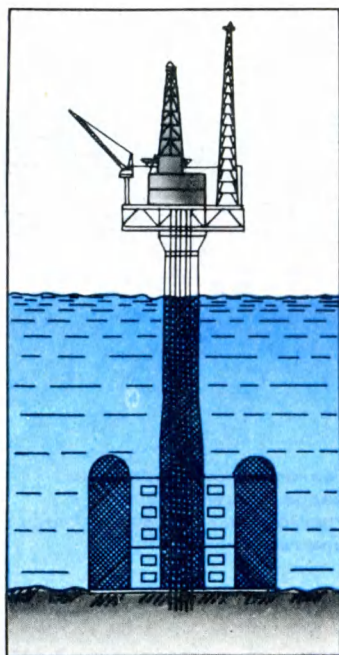


Схема гравитационной эксплуатационной платформы

добывать морскую нефть подобным дорогостоящим образом? Обратимся к опыту работ на Северном море. С начала его нефтяного освоения (с 1962 г.) вложено почти 90 млрд долл. — на принципиально новые технологии, технические средства, флот и комплексные базы обслуживания. Но все это позволило получать ныне в среднем 5—6 долл. прибыли на каждый вложенный доллар.

Однако железобетонные буровые замки могут работать лишь в незамерзающих акваториях — Северное море свободно ото льда круглый год благодаря теплоте Гольфстриму. В условиях же Арктики нужны совершенно другие технические решения. В нашей стране при бурении поисковых скважин в Баренцевом и Карском морях применяется сезонный график работ: бурение производят летом, когда акватория не покрыта льдом. Зимой буровая платформа

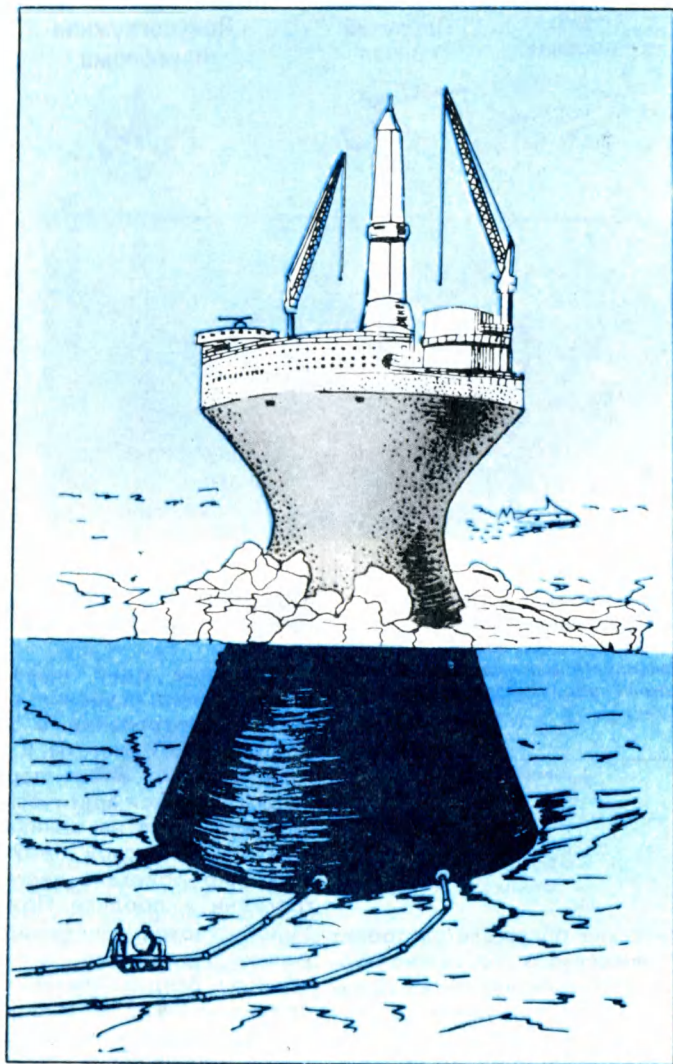
отстаивается в доке, а это дороже удовольствие — судки простая обходятся в среднем в 20 тыс. рублей. В нашей стране применяются специальные буровые суда усиленного ледового класса, построенные финской фирмой «Раума-Репола», они рассчитаны на бурение при глубине воды до 600 м и способны проникать буром в недра до 6 км. В зимний период они уходят на работу в другие — незамерзающие — акватории. На шельфах СССР сейчас работают три таких судна: «Валентин Шашин», «Михаил Мирчинк», «Виктор Муравленко».

Но для эксплуатационных работ буровые суда не годятся, не подходят в арктических условиях и гравитационные платформы. В замерзающих акваториях для этих целей применяют особые **ледостойкие платформы**. Это огромные тяжеловесные сооружения из стали и бетона, способные противостоять настику мощных ледовых полей. Подобно плугу, льды пропахивают дно арктических морей при глубине воды до 50 м, оставляя на нем глубокие борозды. Такие ледостойкие платформы чаще всего напоминают два вложенных друг в друга конуса, верхний конус ломает и откидывает надвигающийся лед (стоимость таких железобетонных платформ — 300—500 млн долл.). Разрабатываются и другие ледорезные системы, способные перемалывать мощные льды. Предлагается также использовать ледокольное патрулирование вокруг морских эксплуатационных платформ. Однако все эти ухищрения имеют свой предел, к тому же они сильно усложняют освоение арктического «черного золота».

В последнее время морские нефтяники накопили определенный опыт использования систем подводного заканчивания скважин, у ко-

торых устье расположено на морском дне. Суть идеи в том, что эксплуатационные скважины, пробуренные с одной платформы «кустом», соединяются гибкими трубопроводами через специальное устройство с единым стоком, выводящим нефть на поверхность воды к плавучему причалу или суднохранилищу. Отсюда, по мере необходимости, нефть забирается и вывозится танкерами. С помощью трубопроводного транспорта продукт можно подать на берег. Как считают специалисты, при глубокой воде в сотни и тысячи метров разработка морских месторождений может производиться только таким способом. Сейчас на мировом шельфе уже работает около 500 подобных систем, из которых почти 30 % — в Северном море. Подводные системы используются в незамерзающих морях, что касается Арктики, то для нее прорабатываются пока только проекты.

Большие перспективы связывают с подводными промыслами. Такой подводный город будет выглядеть скорее всего так. По всему телу месторождения разбросано несколько «кустов» эксплуатационных скважин с тем, чтобы они равномерно дренировали залежь. Для этого их стволы делаются наклонными и горизонтальными. Скважины бурятся в летний сезон, их устья располагаются в специальном бункере (кессоне), вырытом на дне моря и закрытом бетонным колпаком. Гибкие шланги подводят продукт (нефть или газ) к специальным промысловым комплексам, которые также установлены на дне. Это могут быть бетонные полусферы, в чреве которых расположены модульные установки, обеспечивающие очищение продукта и подготовку его к транспортировке. Решать проблему транспортировки можно по-

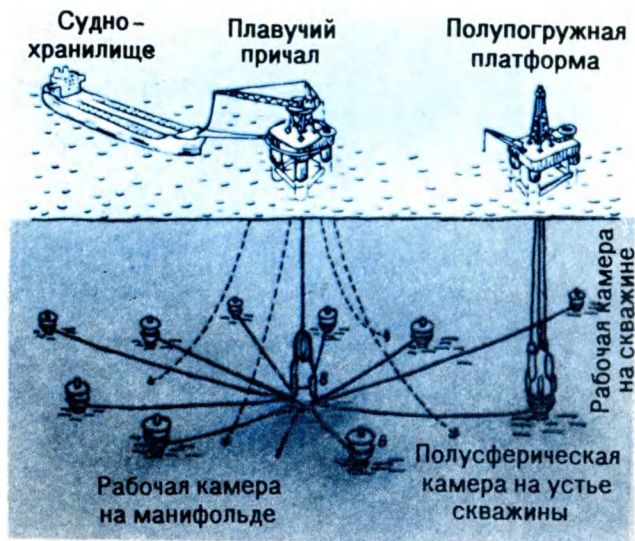


разному: это или трубопровод до берега или беспричальный танкерный налив прямо в море над месторождением. В качестве источника энергии, получения дополнительных помещений под оборудование, а также водолазного обслуживания можно использовать подводные лодки.

Подводные промыслы на дне Баренцева или Карского морей вряд ли мы увидим в текущем столетии, но несомненно, что за ними будущее. Все это, конечно, потребует совершенно новых инженерных решений, созда-

Один из вариантов арктической буровой установки

ния автоматически действующих сложнейших механизмов и систем, которые обеспечат безлюдную технологию добычи нефти и газа. Для решения таких задач необходимы усилия нескольких промышленно развитых стран. Сейчас, например,



большим содержанием нефти в акваторию Каспия приводит к катастрофическому его загрязнению. А ведь природа Арктики гораздо медленнее восстанавливается, чем воды южных морей. И освоение ее богатств нужно проводить намного осторожней.

Но как же гарантировать экологическую безопасность арктическим акваториям? Во-первых, работы на шельфе требуют особо подготовленных специалистов — от геологов до капитанов судов, ведь в большинстве случаев аварии происходят из-за некомпетентности, беспечности, халатного отношения к делу. Во-вторых, буровая должна быть укомплектована необходимыми средствами экологической защиты — бонами, насосами, резервными емкостями, очищающими и противопожарными средствами. В-третьих, при бурении морских скважин и эксплуатации месторождений необходимо применять особые отсекающие клапаны, превенторы и другие противовыбросные устройства повышенного качества и прочности. В-четвертых, места работы нефтяников должны систематически контролироваться природоохранными организациями с использованием спутниковой сигнализации. В арсенале этих служб должны быть эффективные средства борьбы — специальные суда и другие технические средства. В-пятых, работающие в море должны строгойшим образом соблюдать требования техники безопасности и защиты окружающей среды.

Схема подводно-устьевого оборудования скважин, позволяющего вести эксплуатацию месторождений при глубине моря в сотни метров

БУДУЩИМ ПОКОЛЕНИЯМ НУЖНА ЧИСТАЯ АРКТИКА

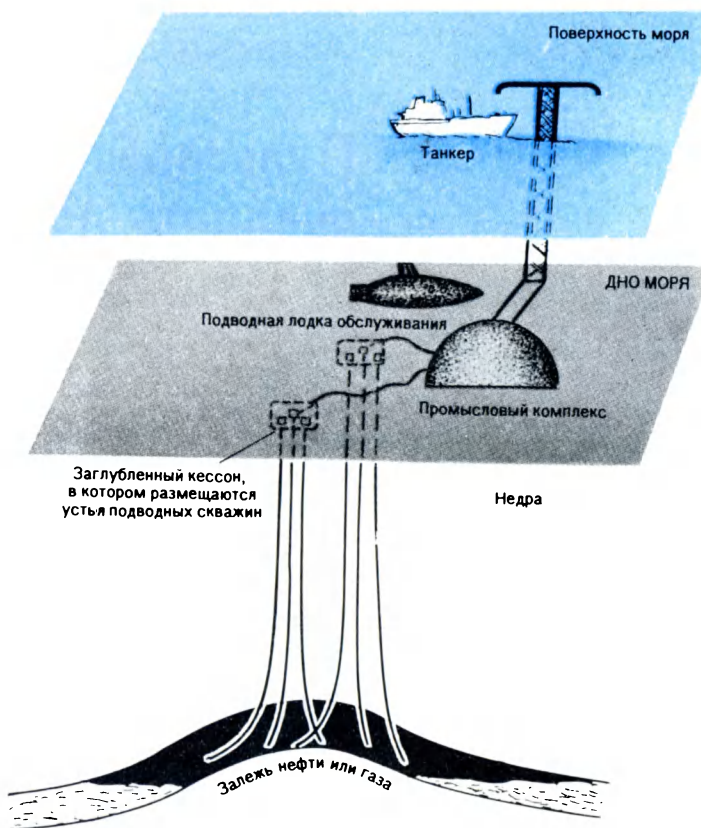
Есть еще один немаловажный аспект освоения Арктики — **сохранение в ней экологической чистоты**. К сожалению, нефтяники порой наносят хрупкой арктической природе долго не заживающие раны. Весной 1989 г. весь мир облетела весть о трагедии в проливе Принс-Уильям у южного побережья Аляски. Из пробоин танкера «Экссон Валдиз» вытекло в пролив около 35 тыс. т нефти, которая покрыла черной пленой многие сотни квадратных километров акватории. Она загрязнила на тысячи километров морское побережье, стала причиной гибели множества птиц и морских животных. По сообщению печати, компания «Экссон» вынуждена будет потратить на ликвидацию последствий не менее 2 млрд долл.

Подобные катастрофы не редки и в наших водах. В мае 1989 г. загорелась морская платформа на Каспии. Немного раньше из-за прорыва нефтепровода в каспийские воды поступило огромное количество сырой нефти, образовавшей гигантское пятно. Систематическое сбрасывание промысловых вод с

активно обсуждается проект совместного советско-норвежско-американского предприятия, создаваемого для освоения Штокмановского гиганта. По оценкам норвежских специалистов, истощение нефтегазовых ресурсов в СССР и возрастающие трудности при поисках крупнейших месторождений могут поставить нашу нефтяную промышленность в критическое положение. Поэтому нам необходимо расширять работы в Баренцевом море. Район этот должен стать долговременным объектом деятельности нефтяной и газовой промышленности. Так что проекты подводного освоения месторождений арктических морей, кажущиеся сейчас только мечтой, могут в скором времени стать реальностью. Но готовиться к этому нужно уже сейчас.

дений. Мы пока находимся именно на этой стадии, которая будет продолжаться еще не менее десятилетия. Одновременно отрабатывается технология освоения месторождений на отдельных полигонах, создаются и совершенствуются технические средства. Это наиболее в экологическом отношении безопасная стадия, требующая к тому же сравнительно небольших затрат. Но ее обязательно нужно пройти до конца, иначе резко замедлится темп всего процесса освоения нефтегазовых ресурсов континентального шельфа.

Освоение запасов «черного золота» в недрах наших северных морей необходимо для развития отечественной нефтяной и газовой индустрии. И вряд ли разумно откладывать его на «потом». С 1988 г. наметилась устойчивая тенденция падения союзной годовой добычи нефти, не последнюю роль тут играет и истощение нефтяных недр. Если такая тенденция сохранится, то к 2000 г. вместо ожидаемых 630—640 млн т нефти в год мы будем добывать порядка 450 млн т. В то же время, по оценкам специалистов, недра Арктики могут давать ежегодно до 100 млн т неф-



ти. Это весьма ощутимая прибавка. Но чтобы ее получить, нужно сегодня многое сделать. Решать проблему необходимо технически грамотно, без спешки, но и без неоправданного промедления, с гарантией экологиче-

Арктический подводный промысел будущего

ской безопасности Арктики — этого сурового и прекрасного края.

С целью создания ассоциации астрономов-любителей Урала прошу откликнуться всех желающих по адресу: 620085 г. Свердловск, ул. Патри-са Лумумбы дом. 23 кв. 6, Бурячку С. В. Будут приниматься все, независимо от возраста

Пульсары: двадцать лет исследований

И. Ф. МАЛОВ,

кандидат физико-математических наук

Астрокосмический центр физического института им. П. Н. Лебедева
АН СССР

В. М. МАЛОФЕЕВ,

кандидат физико-математических наук

Астрокосмический центр физического института им. П. Н. Лебедева
АН СССР

ОТКРЫТИЕ

В июне 1967 г. были обнаружены повторяющиеся радиоимпульсы от первого пульсара PSR 1919+21. Честь открытия нового класса космических объектов принадлежит группе английских радиоастрономов из Кембриджа во главе с профессором **Энтони Хьюишем** (удостоенным за это в 1974 г. Нобелевской премии). Можно, конечно, сказать, что исследователям сопутствовало сказочное везение, которое все чаще называют красивым английским словом *serendipity* (Серендип — древнее название Цейлона). Но не следует забывать, что открытию предшествовала очень большая предварительная работа. Прежде всего Э. Хьюиш выдвинул идею об исследовании межпланетной плазмы с помощью наблюдений мерцания большого числа компактных радиоисточников (квазаров). Такие наблюдения начались в 1967 г. Затем для реализации этой идеи построили новый радиотелескоп, работающий на частоте 81,5 МГц и представляющий собой прямоугольную антенную решетку из 2048 волновых



Пульсары относятся к самым интересным объектам, открытым астрономами в последние десятилетия.

диполей с общей площадью около двух гектаров. Это простое дешевое сооружение, державшееся на деревянных столбиках, оказалось удивительным образом подходящим и по чувствительности, и по диапазону длин волн для того, чтобы зарегистрировать слабые импульсные сигналы. И хотя в мире уже существовали радиотелескопы с близкой чувствительностью, работавшие в том же диапазоне, нужно было еще и догадаться об использовании приемника с очень малым временем интегрирования сигнала

($\sim 0,1$ с) для исследования мерцаний радиоисточников. Это и есть решающий фактор, поскольку обычно в радиоастрономических наблюдениях для повышения чувствительности использовали большие постоянные времени, вплоть до десятков секунд. И, наконец, не последнюю роль сыграла исключительная наблюдательность аспирантки Хьюиша **Джоселин Бэлл**. Она обратила внимание на необычность сигнала: радиоимпульсы следовали периодически, причем появлялись они ночью, когда межпланетные мерцания практически отсутствуют. Вначале они напоминали земные помехи, поскольку наблюдались нерегулярно, да и к тому же казалось, что они смещаются по прямому восхождению. И только повторение этих сигналов в ноябре на том же прямом восхождении и отсутствие измеряемого параллакса показало, что источник находится за пределами Солнечной системы. Можно представить себе волнение и сомнения исследователей, когда они поняли, что обнаружили совершенно новый объект!

Первые же измерения дли-

тельности импульсов (~ 20 мс) позволили оценить размер источника излучения, который оказался близок к земному радиусу. Этот факт наверняка заставил дрогнуть сердца английских радиоастрономов: неужели — сигнал внеземной цивилизации? Тут же было дано название неведомым отправлениям — маленькие зеленые человечки. Но попытки найти разумный код в быстрых вариациях амплитуды импульсов к успеху не привели. Более того, если планета движется, то из-за доплер-эффекта должна периодически изменяться частота следования сигналов. Изменения были обнаружены, но увы, вызывались они... орбитальным движением Земли. Через несколько недель обнаружили еще три источника импульсных сигналов в разных областях неба. Это окончательно убедило исследователей, что новые пульсирующие источники (пульсары) — естественные объекты неизвестной природы.

Сразу же после появления в английском журнале *Nature* в феврале 1968 г. сообщения об открытии быстропеременного пульсирующего радиосточника началась охота за новыми объектами. Так, уже в том же 1968 г. к четырем первым добавилось еще 58 пульсаров, обнаруженных в основном в Грин-Бэнк и Аресибо (США), в Кембридже и Джодрелл-Бэнк (Англия) и в Молонгло (Австралия). Не остались в стороне и советские радиоастрономы. На юге Московской области в городке Пушино расположена радиоастрономическая станция Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР (ФИАН). Один из радиотелескопов станции ДКР-1000 (диапазонный крестообразный радиотелескоп), который работал в том же метровом диапазоне волн ($\lambda = 3 \div 10$ м), что и



решетка в Кембридже, сразу же был использован для поиска пульсаров. Группа молодых ученых под руководством профессора **В. В. Виткевича** приступила к созданию необходимой аппаратуры и наблюдениям новых объектов. И в середине 1968 г. В. В. Виткевичу, В. Ф. Журавлеву, Ю. И. Алексееву и Ю. П. Шитову удалось не только зарегистрировать уже известные пульсары, но и обнаружить новый пульсар — PSR 0943+10. Буквы PSR обозначают слово «пульсар», далее даются прямое восхождение в часах (09^h) и минутах (43^m) и склонение в градусах ($+10^\circ$). Оказалось, что большую часть времени новый источник излучает слабые импульсы, но иногда вдруг выбрасывает в течение нескольких секунд гигантские импульсы — в десятки раз больше обычных. Поэтому довольно долго не удавалось зарегистрировать его в других обсерваториях мира.

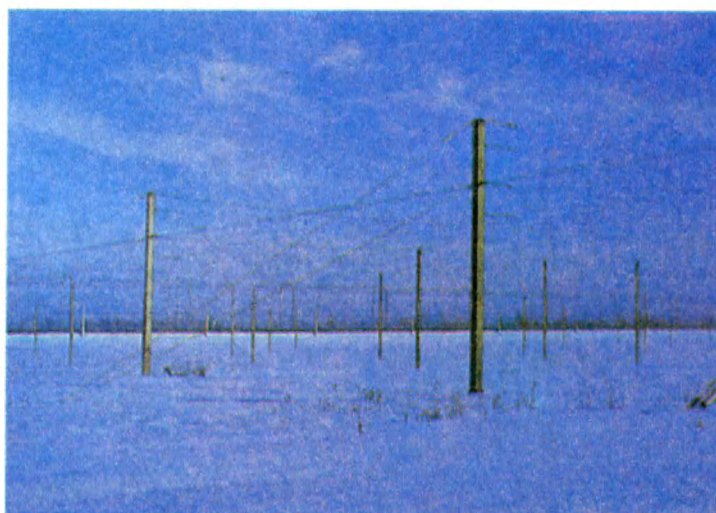
Давно уже ни одно новое открытие в астрофизике не вызывало такого интереса и не приводило к такому всплеску числа публикаций, как открытие пульсаров. Только в 1968 г. появилось более 100 работ, посвященных результатам наблюде-

Крупнейший полноповоротный радиотелескоп с диаметром зеркала 100 м (Бонн, ФРГ). Он используется для исследований пульсаров в диапазоне самых коротких волн

ний и их интерпретации. Ряд материалов о пульсарах публиковался и на страницах «Земли и Вселенной» (см., например, 1971, № 2; 1974, № 2; 1984, № 4 и др.).

МОДЕЛЬ ПУЛЬСАРА

Высокая стабильность периодов пульсаров сразу же привела к выводу о том, что каждый из этих объектов представляет собой единое массивное тело. Известны три типа периодического движения такого тела: колебания (пульсации), орбитальное движение в двойной (кратной) системе и вращение вокруг оси. Что касается **пульсации**, то для белых карликов и больших по размерам объектов с периодами около 1 с она невозможна. К тому же в колебательных системах потеря энергии приводит обычно к уменьшению периода, в то время как у всех радиопульсаров энер-



Большая сканирующая антенна (БСА) Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР (Пушино, Московской обл.). Радиотелескоп работает на волне 3 м; один из самых чувствительных инструментов для исследований пульсаров в диапазоне длинных волн

гия уменьшается, а период увеличивается. **Двойная система** с орбитальным периодом около 1 с из-за излучения гравитационных волн просуществовала бы меньше дня. Ее период должен был бы непрерывно уменьшаться. Пульсары же стабильно излучают энергию, по крайней мере, десятки лет, а их периоды, как уже отмечалось, непрерывно увеличиваются. Вращение белых карликов и нормальных звезд с периодом в 1 с также невозможно из-за центробежного разрушения. Поэтому пульсары должны быть более компактны, чем белые карлики. К моменту открытия пульсаров такие объекты были известны. Еще в 30-е годы теоретики предсказали существование нейтронных звезд ($M \approx 1M_{\odot}$, $R \approx 10$ км), состоящих в основном из нейтронов. Нетрудно под-

считать, что средняя плотность такой звезды составляет $5 \cdot 10^{14}$ г/см³, т. е. порядка плотности вещества в атомном ядре. Здесь уже становятся существенными квантовые эффекты. Так, нейтроны в центральных частях звезды будут находиться в сверхтекучем, а протоны — в сверхпроводящем состоянии. Следовательно, **пульсары — быстровращающиеся нейтронные звезды с необычными свойствами внутренних слоев.**

Открытие излучения нейтронных звезд в радиодиапазоне оказалось неожиданным для астрофизиков. Дело в том, что согласно теоретическим представлениям нейтронные звезды должны быть окружены вакуумом и быстро остывать до поверхностных температур $T \leq 10^6$ К, т. е. из-за малой площади поверхности они должны давать слабое излучение только в ультрафиолетовом и мягком рентгеновском диапазонах.

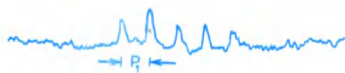
Какова же причина столь высокой активности нейтронных звезд в радиодиапазоне? При сжатии нормальной звезды до размеров нейтронной должен сохраняться магнитный поток HR^2 . Магнитные поля начальных звезд — от 1 до 10^3 Гс, а у

образовавшихся нейтронных звезд — 10^{12} — 10^{13} Гс. Наблюдения рентгеновских пульсаров (см., например, «Земля и Вселенная», 1990, № 6) приводят к выводу о том, что на поверхности нейтронной звезды существуют поля $\sim 10^{12}$ Гс. Это наибольшие из известных полей в космических источниках (не говоря уж о лабораторных, которые в настоящее время не достигают и 10^6 Гс).

Вращающийся намагниченный шар подобен униполярному индуктору: он генерирует разность потенциалов между полюсом и экватором. Соответствующие электрические поля пульсаров достигают значений

$$E = \frac{\Omega r}{c} \cdot H,$$

где Ω — угловая скорость вращения нейтронной звезды, r — ее радиус, c — скорость света. При таких полях (10^{12} В/см) электрические силы, действующие на заряженные частицы, превосходят гравитационные в 10^9 — 10^{13} раз. Следовательно, **структура атмосферы пульсара определяется не гравитационными полями, а электромагнитными процессами.** Там заряженные частицы вырываются с поверхности нейтронной звезды и заполняют ее окрестности плазмой, образуя **магнитосферу пульсара.** Плотность зарядов будет увеличиваться до тех пор, пока созданное ими



Характерная вспышка в радиоизлучении пульсара PSR 0943 + 10. Наблюдения проведены в Пушино 17.01.1969 г., частота 80 МГц

электрическое поле не компенсирует полностью поле униполярного индуктора. В этой модели существует особая поверхность, называемая **световым цилиндром**, где линейная скорость твердотельного вращения (Ωr) приближается к скорости света. Заряженные частицы, которые движутся вдоль силовых линий магнитного поля (предположительно дипольной структуры), не пересекающих световой цилиндр, все время находятся внутри магнитосферы (замкнутые силовые линии). Частицы же, движущиеся по открытым силовым линиям (при дипольном поле в вакууме они должны были бы замыкаться за пределами светового цилиндра), могут выходить из магнитосферы. Именно с этими частицами и связывают все явления, наблюдаемые в радиопульсарах.

МЕХАНИЗМЫ ИЗЛУЧЕНИЯ

За счет больших электрических полей вырванные с поверхности пульсара заряженные частицы ускоряются до релятивистских скоростей. Двигаясь далее по искривленным силовым линиям магнитного поля, они испытывают ускорение и, согласно законам электродинамики, должны испускать кванты с энергией

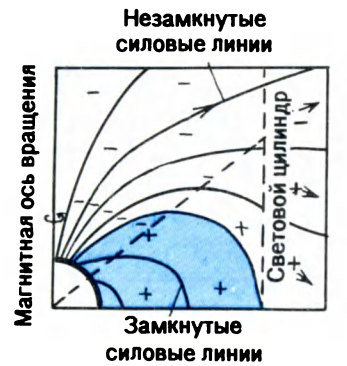
$$\epsilon = h\nu_c = \frac{3h}{4\pi} \gamma^3 \frac{c}{\rho}$$

где $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}}$ — ре-

лятивистский фактор излучающих частиц, ρ — радиус кривизны магнитной силовой линии. В пульсарах электроны могут ускоряться до скоростей (соответствующих $\gamma \sim 10^7$), излучая кванты в гамма-диапазоне. От некоторых радиопульсаров действительно наблюдается заметное гамма-излучение. Но (и в этом еще одно отличие пуль-

саров от других астрофизических объектов) в среде с магнитным полем $\sim 10^{12}$ Гс кванты высоких энергий не могут распространяться свободно. Большая их часть распадается на пары электрон-позитрон, которые, в свою очередь, ускоряются (в тех же электрических полях) до релятивистских энергий, испускают гамма-кванты, и вновь рождают пары и т. д. Так продолжается до тех пор, пока появившиеся электроны и позитроны не покинут зону ускорения. Этот лавинообразный процесс приводит к большим плотностям релятивистских электронов и позитронов, величина вторичных частиц оказывается порядка 10^3 — 10^4 , а излучаемые ими кванты попадают в радиодиапазон. Наблюдения показывают, что принимаемому радиоизлучению соответствуют яркостные температуры до 10^{10} К. Для достижения таких температур излучающие частицы должны иметь энергию 10^{26} эВ и более, что на 13 порядков выше, чем энергия, обусловленная ускорением частиц в электрических полях пульсаров. Это возможно только в том случае, если радиоизлучение пульсаров поддерживается **когерентными механизмами**. Известны два типа таких механизмов: **антенный** и **мазерный**. В первом случае излучение исходит от ступок, размером меньше длины волны, все частицы которых излучают энергию в одной фазе. В результате суммарная излученная энергия оказывается пропорциональной не числу излучающих частиц, а квадрату этого числа. В случае мазерного механизма существенное усиление излучения достигается за счет индуцированного испускания квантов (за счет отрицательного коэффициента поглощения).

Ступки (или слои с продольным размером меньше длины излучаемой волны)



Магнитосфера пульсара с магнитной осью, параллельной оси вращения. Незамкнутые силовые линии пересекают световой цилиндр. Знаками плюс и минус отмечен заряд в отдельных областях пространства. Штриховая диагональная линия разделяет эти области



Модель пульсара

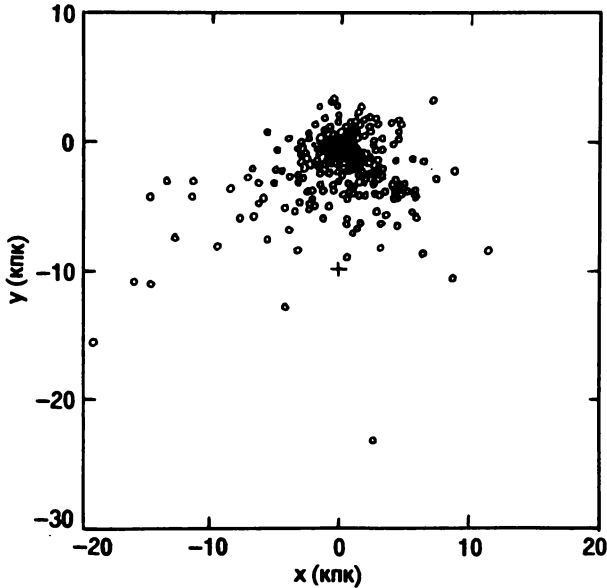
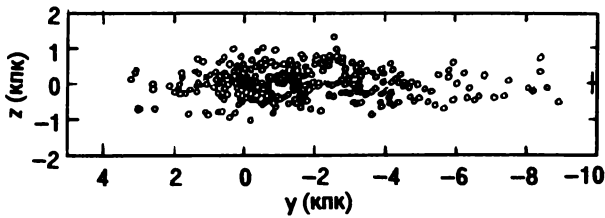


Распределение 415 пульсаров по периодам

ОСНОВНЫЕ НАБЛЮДАЕМЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Обнаружено уже более 450 радиопульсаров. В их поиске участвовало более десяти радиообсерваторий во всем мире. Больше всего новых объектов открыли в Молонгло (Австралия).

Период и его производная. Период (P_1) следования импульсов — это основной параметр, выделяющий пульсары в качестве нового класса космических объектов. У 94 % пульсаров он заключен в интервале от 0,1 до 2 с. Наименьший известный период измерен у PSR 1937+21 (0,0016 с), а наибольший — у PSR 1845—19 (4,3 с). Известно 16 пульсаров, периоды которых менее 12 мс. Первые из них были открыты в 1982 г. и сразу же привлекли пристальное внимание исследователей как уникальные объекты для изучения релятивистских эффектов у пульсаров и эволюции тесных двойных звездных систем. Удивительна та относительная точность, с которой измерены периоды пульсаров, она достигает 10^{-12} для обычных и 10^{-16} — для миллисекундных. У всех пульсаров, кроме одного, период систематически увеличивается со временем. Производная периода (\dot{P}_1) колеблется в широких пределах (от $3 \cdot 10^{-20}$ с/с до $1,5 \cdot 10^{12}$ с/с) со средней величиной, близкой к 10^{-14} . У некоторых пульсаров наблюдались резкие скачки периода в диапазоне от 10^{-10} до 10^{-6} с. После скачка (уменьшения периода) пульсар стремится восстановить период. Этот процесс может длиться от нескольких суток до нескольких десятков лет. У некоторых пульсаров скачки нерегулярно повторяются. Изменения P_1 и \dot{P}_1 во время скачков связаны с перестройкой внутренней структуры нейтронной звезды.



Распределение пульсаров: а) по высоте (Z) над плоскостью Галактики (391 объект). Солнце находится в точке $(0,0)$, а галактический центр — в точке $(-10,0)$, он обозначен значком (+); б) распределение 397 пульсаров, спроектированных на плоскость Галактики. Солнце расположено в точке $(0,0)$, а галактический центр — в точке $(0,-10)$; обозначен значком (+)

могут образовываться из-за нестационарности процессов рождения и ускорения плазмы. Особые свойства магнитосферной плазмы приводят к возникновению и развитию различного рода неустойчивостей, появлению отрицательного коэффициента поглощения возбуждаемых волн и усилению испускаемого излучения.

Как уже говорилось, заряженные частицы движутся

вдоль магнитных силовых линий и излучают в направлении своего движения. Поэтому генерируемое в магнитосфере излучение ограничено конусом открытых силовых линий и при вращении пульсара имеет импульсный характер (эффект маяка). Но оказывается, существует, по крайней мере, еще одна возможность появления импульсного излучения. Если неоднородная структура плазмы образуется вблизи светового цилиндра, то она будет вращаться вокруг нейтронной звезды с релятивистской скоростью. В этом случае интенсивность ее излучения значительно усиливается в направлении движения и ослабевает в противоположном. Для внешнего наблюдателя излучение такого сгустка будет представлять собой узкий луч.

Основываясь на точных измерениях периода, удалось обнаружить 14 пульсаров, входящих в двойные системы, в том числе 5 — миллисекундных. Орбитальные периоды двойных систем, включающих пульсары, заключены в широком диапазоне — от 0,02 до 1232 дней; вероятные массы звезд-компонентов составляют от 0,2 до 2,5 M_{\odot} .

Возраст и пространственное распределение пульсаров. Пульсары — достаточно молодые объекты: по мнению специалистов, их возраст — от тысячи до миллиарда лет. Один из способов оценки этой характеристики основан на величине $T_x = 1/2(P_1/P_2)$, которая называется **характеристическим возрастом** и хорошо согласуется для пульсара в Крабовидной туманности с возрастом самой туманности. Другой способ дает **кинематический возраст** — это время, прошедшее после вылета пульсара из плоскости Галактики (если предположить, что эти объекты рождаются в плоскости Галактики). Измеренные несколькими способами скорости 70 объектов в среднем составляют около 100 км/с. Благодаря таким скоростям эти источники оказались высоко над плоскостью Галактики. Полутолщина пульсарного диска равна 370 пк, а самый далекий пульсар находится на высоте 1,3 кпк. Самый близкий пульсар отделен от Земли примерно на 60 пк (в десятки раз дальше, чем ближайšie звезды), а самый далекий зафиксирован на расстоянии около 25 кпк, т. е. далеко за центром Галактики. Естественно предположить, что пульсары образуются и в других галактиках. Пока открыли по одному короткопериодическому пульсару в Большом и Малом Магеллановых Облаках. 19 пульсаров найдено в шаровых скоплениях.

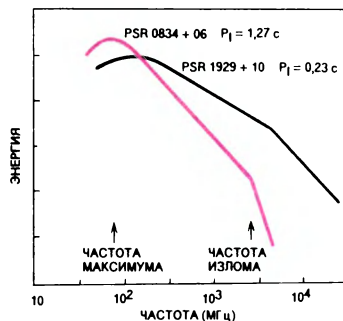
Индивидуальные импульсы. Импульсы пульсаров, как правило, не похожи друг на друга. У многих объектов импульс состоит из двух и более субимпульсов.

Детальные исследования показали, что несмотря на высокую стабильность периодов пульсаров в среднем, разница времен прихода последующих импульсов не совпадает с периодом. Причем у 30 источников наблюдается регулярное смещение времени прихода субимпульсов с периодом P_2 (период второго класса). Несколько пульсаров отличаются субимпульсами, имеющими более тонкую структуру с длительностью отдельных деталей до долей микросекунды.

Средний импульс. Средний импульс, как правило, имеет **стабильную форму**. Это как бы визитная карточка пульсара на частоте наблюдения. Но есть и исключения из этого правила. Несколько пульсаров имеют два характерных средних профиля: один сохраняется большую часть времени, а второй появляется только изредка. Таков, например, пульсар PSR 1237+25.

Длительность средних импульсов составляет, как правило, несколько процентов от периода пульсара, но есть десятки объектов с протяженными импульсами. Рекордно широкий импульс у пульсара PSR 0826—34 (78 % периода).

В последние годы на радиоастрономической станции ФИАН проведены точные измерения времен приходов импульсов на разных частотах. Они позволили обнаружить, что с учетом запаздывания в межзвездной среде импульсы ряда пульсаров на низких радиочастотах (<100 МГц) приходят, позже, чем ожидалось, а на высоких (5—10 ГГц) — раньше. Высокочастотные наблюдения выполнены совместно с радиоастрономами из



Примеры типичных спектров двух пульсаров. Красная линия — спектр пульсара PSR 0834+06 с периодом $P_1=1,27$ с, черная — спектр пульсара PSR 1929+10 с периодом $P_1=0,23$ с. Стрелками указаны характерные частоты в спектре PSR 0834+06.

Бонна.

Зависимость формы среднего импульса и времени его прихода от частоты может быть объяснена в рамках рассмотренной выше модели излучения.

Уже известно девять пульсаров с **интеримпульсным** излучением, наблюдаемым между основными или главными импульсами. Его амплитуда у разных пульсаров колеблется от 0,5 до 70 % от главного импульса. В большинстве случаев такой интеримпульс возникает примерно в середине периода. У половины пульсаров интеримпульсы объясняются излучением из второго полюса, когда угол между магнитной осью и осью вращения близок к 90° ; а у остальных это явление можно объяснить излучением из одного и того же полюса при малом значении этого угла.

Спектр. Зависимость излучаемой энергии от частоты у пульсаров, как правило, имеет **степенной характер**, причем с гораздо более крутым наклоном, чем у других радиоисточников. На метровых волнах спектр имеет максимум, а на сантиметро-

вых волнах у многих пульсаров наблюдается излом в спектре, после которого падение энергии становится еще более сильным с уменьшением длины волны. Для нескольких десятков объектов с хорошо изученными спектрами авторам удалось обнаружить зависимость частоты максимума и частоты излома от периода пульсара и показать, что с увеличением периода спектр пульсара становится уже и смещается в длинноволновую область.

Поляризация. Высокая степень поляризации излучения пульсаров — еще одна важная особенность этих объектов. **Линейная поляризация** среднего импульса, как правило, увеличивается на низких частотах и может достигать 50 %, а степень **круговой поляризации** составляет в среднем только 10 %.

СВЯЗЬ ПУЛЬСАРОВ С ДРУГИМИ АСТРОФИЗИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Частицы, движущиеся по открытым силовым линиям магнитного поля пульсаров, покидают пределы магнитосферы и выходят в межзвездную среду. Если вне

светового цилиндра существуют магнитные поля, то эти частицы будут излучать энергию, и тогда внешний наблюдатель увидит вокруг пульсара туманность. Некоторые частицы покидают пульсар и становятся космическими лучами — релятивистскими электронами и позитронами, блуждающими в межзвездном (и даже в межгалактическом) пространстве.

Основной механизм образования нейтронных звезд — коллапс нормальной звезды. Гравитационные силы вызывают схлопывание верхних слоев и сжатие центральной части звезды до ядерной плотности. При этом происходит сброс оболочки и ее рассеивание в межзвездную среду — наблюдается вспышка Сверхновой. Выделение колоссальной энергии (до 10^{53} эрг) приводит к ускорению частиц до ультрарелятивистских энергий. Такие частицы выбрасываются в межзвездное пространство. Следовательно, пульсары и Сверхновые, по-видимому, главные поставщики космических лучей в Галактике.

В изучении пульсаров существует ряд нерешенных проблем. Так, потеря вращательной энергии нейтронной

звезды приводит к замедлению вращения этого небесного тела. Как происходит это торможение? Пока единой точки зрения нет. Есть механизмы торможения, связанные с процессами испускания нейтрино и с высокочастотным излучением из внутренних слоев нейтронных звезд. Существует взаимодействие токов, текущих в коре пульсара, с его магнитным полем, которое приводит к торможению звезды. И, наконец, вращающийся магнитный диполь испускает электромагнитные волны, теряет энергию и тормозится. Какой механизм играет основную роль? Для всех ли пульсаров причина торможения одна и та же? На подобные вопросы ответы еще предстоит найти. Нет сомнения в том, что эти и многие другие вопросы будут решены в обозримом будущем. Пульсары становятся не только одним из звеньев, связывающих воедино наши знания о протекающих во Вселенной процессах, но уже сейчас используются для решения некоторых прикладных задач (создание новой шкалы времени, синхронизация часов и т. д.).

Информация

Существует ли планета X?

Астрономы всего мира не оставляют попыток найти гипотетическую десятую планету нашей Солнечной системы. Ныне к ее поискам приступил научный сотрудник Астрономической обсерватории Блэк-Берч Р. Хиндсли (США). Так как предполагаемая область, где расположена планета — северная часть созвездия Центавра — плохо наблюдается из Северного полушария Земли, он ведет работу в Новой Зе-

ландии. Проведенное математическое моделирование на ЭВМ позволило существенно сузить район поиска.

Предполагается, что планета X может находиться примерно в 100 а. е. Размеры ее, очевидно, примерно вдвое больше земных. На таком расстоянии от источника тепла поверхность планеты скорее всего покрыта льдом, а следовательно, альbedo (отражающая способность) неизвест-

ного небесного тела должно быть высоким, что облегчит поиски.

Астроном намерен получить не менее тридцати комплектов фотографий «подозрительного» участка неба. Если среди неподвижных звезд на этих снимках обнаружится перемещающееся тело, планету Икс можно будет считать открытой.

New Scientist,
1990, 125, 1712

Самый большой в мире звездный каталог

В. Г. КУРТ,
профессор

Астрономический центр Физического института им. П. Н. Лебедева
АН СССР

Все астрономы в своей работе имеют дело с астрономическими каталогами или атласами. Каталоги положений звезд составляются с античных времен. Известен, например, каталог великого астронома древности Гиппарха, содержащий координаты 850 звезд (II в. до н. э.). Историки астрономии дали очень высокую оценку таким каталогам, как каталог положений 1019 звезд, составленный астрономом средневековья Улугбеком в 1437 г. с предельной для дотелескопической эпохи точностью, достигающей примерно $15'$. До сих пор используется замечательный каталог Шарля Месье (1781 г.), содержащий 103 туманности, шаровых скоплений и галактик. Сегодня каждый астроном располагает сотнями, если не тысячами, самых разнообразных каталогов, атласов и таблиц. Прежде всего это фундаментальные каталоги (FK3, FK4 и FK5) положений звезд, определенные для небольшого числа звезд (несколько тысяч) с предельно возможной из-за дрожания атмосферы точностью, достигающей $0,1''$. Однако это лишь «внутренняя» точность каталогов. Разность положений одной и той же звезды по двум разным каталогам может отличаться на величину до $1''$.



Профессор Барри Ласкер из Института космического телескопа в г. Балтиморе и автор статьи Б. Ласкер держит каталог на оптическом диске

В практике астрономов используются каталоги ярких и ближайших к Солнцу звезд, двойных и переменных звезд. «Общий каталог переменных звезд», составленный сотрудниками Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга и Астрономического совета АН СССР насчитывает почти 30 тыс. звезд. Трудно перечислить все существующие каталоги. Имеется даже каталог каталогов, в котором приведены сведения о всех существующих каталогах и атласах. Объекты, приводимые в каталогах, обычно обозначаются по именам их составителей или по названию обсерватории или спутника, с помощью которого составлен данный каталог. Например, источник HZ43 —

это белый карлик за номером 43 из каталога Хьюмсона и Цвикки, а объект 4U 1843—34 — рентгеновский источник из четвертой версии каталога рентгеновских источников, составленный со спутника «УХУРУ». Координаты объекта: прямое восхождение $\alpha=18^{\text{h}} 43^{\text{m}}$, склонение $\delta=-34^{\circ}$. Огромная библиотека каталогов радиоисточников. Здесь в первую очередь следует сказать о 3-м и 4-м Кембриджских каталогах (3C и 4C), содержащих несколько тысяч объектов. Весьма популярны каталоги внегалактических источников NGC и IC. Туманность Андромеды (M31 из каталога Ш. Месье) в этом каталоге обозначена как NGC 224.

Многие каталоги не являются результатом собственных наблюдений, а составлены путем компиляции литературных данных. К ним относятся знаменитый каталог SAO Смитсоновской астрофизической обсерватории США, содержащий свыше четверти миллиона звезд до 11^{m} ; каталог на 600 рентгеновских источников с их описанием (координаты, спектр, потоки, наличие переменности и т. д.), составленный бакинскими астрофизиками.

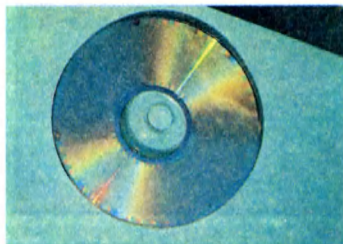
Автор этой статьи не специалист по составлению ка-

талогов, но как и все астрономы частый их потребитель. Как же ученые составляют и используют каталоги или таблицы? «Наивный вопрос!» — скажет читатель. «Измерят что-либо, обработают на ЭВМ, отпечатают во многих толстых томах, которые потом будут пылиться в тихих университетских библиотеках. Потребитель приходит в библиотеку и выписывает на карточки или в тетрадку нужные ему данные, рискуя ошибиться в шестом или восьмом десятичном знаке». Да, так действительно делали лет 10—20 тому назад. Сегодня такая методика почти повсеместно уходит в прошлое. Сейчас сотни или тысячи каталогов и списков хранятся на магнитных лентах, которые могут быть прочитаны ЭВМ. Машина по вашему запросу выведет на экран дисплея или распечатает нужные данные в необходимом формате (форме выдачи). Ну, а таблицы проще и быстрее заново рассчитать по формулам и программам, имеющимся у потребителя. Многие из этих формул, необходимые как профессионалам, так и любителям, содержатся в отличной книге Ж. Мееса¹.

Во Франции в Страсбурге имеется специальный Центр астрономических данных, где хранятся и тиражируются все астрономические каталоги и таблицы. Каждая обсерватория или институт во всем мире могут получить из Страсбурга необходимую копию того или иного каталога. У нас в стране для этой же цели создан Всесоюзный центр при Астрономическом совете АН СССР. За умеренную плату любая организация может здесь заказать магнитную ленту с необходимым материалом.



а



б

Каталог гидирующих звезд (GSC) на оптическом диске
а) обложка каталога,
б) оптический диск

сегодня уже не предел. На смену дискетам пришли лазерные диски. На западе такие компакт-диски полностью вытесняют для записи музыки долгоиграющие пластинки. Емкость таких дисков в 500 раз больше емкости дискетов, т. е. она равна 0,5 Гбайт или 500 Мегабайт. А это соответствует полуторатысячам томов по 300 страниц каждый. Диаметр оптического диска — 120 мм, а толщина всего 2 мм. У оптических дисков пока есть лишь один недостаток: информацию, записанную на них, нельзя стирать. Она может быть лишь один раз записана и неограниченное число раз считываться (ROM — память). Это следствие технологии записи — единички или нули прожигаются лазером в светочувствительном слое оптического диска. Информация на оптическом диске пишется с большой избыточностью для того, чтобы не было ошибок при считывании. Даже если процарапать музыкальные компакт-диски гвоздем, все равно никаких дефектов при воспроизведении не прослушивается. Можно не сомневаться, что не за горами появление новой технологии записи и воспроизведения информации на такие диски и для обычного персонального компьютера.

Повсеместное внедрение персональных компьютеров привело к тому, что каталоги стали тиражироваться на дискетках. Объем их достаточно велик — стандартная дискета диаметром 133 мм имеет емкость 360 килобайт или 1,2 Мегабайта. 89-мм дискета (для персональных компьютеров типа PS/2) имеет емкость 0,7 или даже 1,4 Мегабайта. Это приблизительно соответствует 1000 страницам книги обычного среднего формата. Вы можете засунуть в карман конверт с текстом размером с три толстых тома по триста страниц каждый. Но и это

Именно на такие оптические диски пишутся и копируются сегодня новые каталоги, но для их прочтения необходимы пока специальные считывающие устройства, сопряженные с персональным или другим компьютером. Стоимость такого устройства не превышает 30 % от стоимости среднего персонального компьютера. Они в массовом порядке производятся в Японии, Корее, США и в других развитых странах.

Ну, а теперь после затянувшегося вступления перейдем к описанию нового гигантского каталога. Его наз-

¹ Ж. Меес. Астрономические формулы для калькуляторов. Москва, Мир, 1988 г.

вание «Gide Star Catalog», сокращенно GSC, т. е. каталог гидрирующих звезд. Он составлен в Институте космического телескопа, в США (г. Балтимор) большой группой астрономов и программистов во главе с профессором Барри Ласкером. Главная цель каталога — подбор звезд для наведения (гидрирования) космического телескопа им. Эдвина Хаббла, запущенного на орбиту в 1990 г.

Для составления этого каталога положений и звездных величин почти 20 млн звезд были использованы фотопластинки, покрывающие все небо, снятые на двух похожих широкоугольных, светосильных зеркально-линзовых телескопах системы Шмидта диаметром 120 см. Северное небо фотографировалось в обсерватории Маунт Паломар в Калифорнии (США), южное — в Австралии. Каждая пластинка размером 40×40 см покрывала $6^\circ \times 6^\circ$ на небесной сфере. Их общее число составляло 1477 шт. Примерно за полчаса экспозиции на пластинках регистрировались объекты (звезды, галактики, квазары) вплоть до 21^m в синей области спектра для южного и в зеленой — для северного неба. С помощью специальной измерительной машины PDS все пластинки обрабатывались и их изображение записывалось на большие оптические диски емкостью 40 Гбайт каждый. Таким образом все небо вплоть до 21^m занесено в память ЭВМ и может быть вызвано на экран дисплея. Однако это еще не каталог, а электронная картина неба. Для составления каталога были отобраны звезды и галактики в диапазоне звездных величин от 9^m и до 15^m . Более яркие звезды имели на фотографиях слишком большой размер и их координаты не могли считываться с нужной точностью, которая

равнялась величине около 1 мкм (10^{-3} мм). На каждой пластинке находились несколько сот звезд из фундаментального каталога FK3 или FK4 с известными экваториальными координатами, которые пересчитывались на эпоху 2000 г., т. е. производился учет прецессии. После этого путем довольно сложной математической процедуры измеренные прямоугольные координаты всех звезд (в мм) пересчитывались в экваториальные координаты α и δ , отнесенные, естественно, также к эпохе 2000 г. Многие звезды измерялись 2, 3 и даже 4 раза, так как площадки на небе фотографировались с перекрытием. Всего каталог GSC содержит 18 819 291 объект, из которых 15 169 873 — звезды. Средняя ошибка координат составляет $0,3''$, хотя максимальная ошибка для небольшого числа звезд может достигать и до $1''$. Это неоднократно измеренные звезды, расположенные в углу пластинки. Фотометрическая точность каталога невелика и составляет около $0,3^m$. Для звезд ярче 9^m необходимо пользоваться другими каталогами (например, Смитсоновским каталогом SAO). Каталог записан на двух оптических компакт-дисках отдельно для южного и северного неба. Общий его объем 1 Гбайт. Для удобства поиска звезд каждый объект каталога имеет номер, состоящий из 10 цифр, первые 5 — номер зоны на небе, вторые 5 — номер звезды внутри зоны. Сравнение с данными других каталогов для избранных площадок показывает, что каталог включает все звезды до $14,5^m$, хотя в нем содержится и много звезд до $15,5^m$. Полностью записать каталог на обычную магнитную ленту практически невозможно, он займет 250 катушек весом по 1 кг

каждая. Полная копия каталога на дискетах потребует 750 дискет.

Однако и у GSC есть свои недостатки: первый из них связан с тем, что северное и южное небо фотографировались в разные годы. Северное — в 1982—1984 гг., а южное — в 1975—1980 гг. Второй недостаток — отсутствие данных о собственных движениях звезд. Это приводит к тому, что с годами точность каталога падает, звезды с неизвестными скоростями «убегают» со своих мест. Для существенного улучшения каталога нужна, как говорят, «вторая эпоха», т. е. повторение снимков с достаточно большим интервалом, порядка десяти лет. Разность известных на сегодня координат, поделенная на разность эпох, даст возможность вычислить собственные движения звезд, что продлит на очень длительное время жизнь каталога. Астрономы Института космического телескопа и заняты сейчас решением такой задачи. После этого астрономы, наверное, получат GSC (версия 2,0), который на многие годы и десятилетия обеспечит почти все потребности. Впрочем, не за горами и новый космический каталог, составляемый сейчас с помощью Европейского спутника «Гиппарх». Он будет обладать точностью определения координат в 10—100 раз лучшей, чем GSC, а число звезд, содержащихся в нем, составит около 100 тыс. Останется, как всегда, проблема собственных движений, которая решается лишь с помощью «второй эпохи». Космические исследования начинают давать отдачу и в новый раздел астрономии — в астрометрию.

Климат Земли в прошлом и в будущем

Н. А. ЯСАМАНОВ,
доктор геолого-минералогических наук
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

В ГЛУБЬ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

В первой половине нашего века реконструкции древних климатов основывались, как правило, на наиболее ярких климатических событиях — оледенениях, жесточайших засухах или сильных потеплениях. При таком подходе история климата представляла в драматических тонах, а причина климатических изменений выискивалась среди необычайных природных событий и катастроф. Однако целенаправленное и последовательное изучение климата отдельных геологических эпох и периодов показало: наряду с резкими изменениями в истории Земли происходили и медленные, постепенные климатические колебания.

Найденные в отложениях далекого архея (3,5—2,6 млрд лет назад) следы жизнедеятельности примитивных организмов свидетельствуют о том, что температуры на земной поверхности не выходили тогда за пределы критических температур существования жизни. По данным американских ученых Л. Кнауа и С. Эпштейна, изучавших изотопный состав кремнистых сланцев, эти температуры составляли около 70 °С. На границе архея и протерозоя температуры понизились на-



Неспроста сегодня внимание специалистов приковано к проблемам древней климатологии. Благодаря реконструкциям древнего климата Земли можно восстановить физико-географическую обстановку, существовавшую на нашей планете десятки и сотни миллионов лет назад, познать условия формирования климата и раскрыть причины его изменения. Проникновение в прошлое Земли помогает также понять, как формируется современный климат, и дать обоснованный прогноз его ближайшего и отдаленного будущего.

столько, что на земных полюсах возникли ледниковые покровы. Гуронское оледенение, случившееся 2,5—2,6 млрд лет назад, оставило после себя в Северной Америке, Африке, Индии и Западной Австралии мощные толщи древних морен — тиллитов. Затем, после сильного похолодания, длившегося около 150 млн лет, наступило потепление.

Динамичные климатические условия существовали и в рифейское время (1600—680 млн лет назад). Наряду с типичными ледниковыми образованиями ученые находят здесь и показатели жаркого климата. Значит, в те далекие времена на Земле существовала климатическая зональность, и одни типы климата со временем сменялись другими. По составу осадочных пород и по их геохимическим особенностям удалось определить, что в конце рифейского времени на территории теперешнего Прибайкалья, Восточных Саян и Афганистана среднегодовые температуры мелководных участков морей составляли 35—45 °С.

Среди рифейских отложений выделяются два ледниковых комплекса, представленные моренами, а также водными и морскими ледниковыми отложениями. Оба эти комплекса известны в Гренландии, Норвегии, Анг-

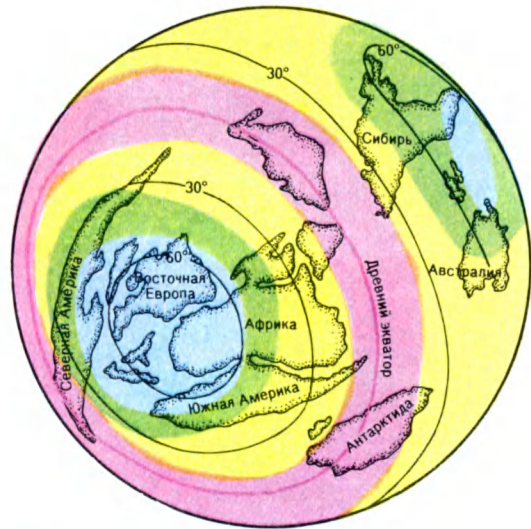
лии, на Шпицбергене, Урале, в Казахстане, Китае, Австралии, Северной и Южной Америке, Африке. Однако, несмотря на столь обширное распространение оледенения в рифее, ни в коей мере нельзя думать, что ледниками тогда были покрыты огромные территории. Существуют определенные критические широты, ниже которых распространение материковых льдов вызывает необратимые изменения природной среды. Спустившись за эти широты, ледники могли бы самопроизвольно расти, даже если температуры у земной поверхности и начали бы вдруг увеличиваться. Вся вода на Земле превратилась бы в лед, водяной пар атмосферы перешел бы в твердое состояние и поверхность планеты покрылась бы мощным ледяным панцирем. К счастью, никогда в истории Земли подобных катастроф не происходило. Ледниковые

эпохи разделялись фазами потепления длительностью в несколько миллионов лет.

Последнее докембрийское оледенение завершилось новым потеплением, которое произошло примерно 650 млн лет назад. Это время знаменито тем, что появились и широко расселились первые многоклеточные организмы, еще не обладавшие твердым скелетом. Но чтобы эти хрупкие остатки организмов могли сохраниться в ископаемом состоянии до настоящего времени, на Земле должны были быть благоприятные условия. Одно из мест, где находят остатки подобных удивительных животных, — Австралия, другое — побережье Белого моря.

На протяжении **фанерозойского времени**, которое длится уже 570 млн лет, климат Земли неоднократно менялся — от холодного (ледникового) до весьма теплого. Ледниковый тип клима-

та характерен для позднего ордовика и начала силура (460—430 млн лет назад), позднего карбона и начала перми (300—280 млн лет назад), а с конца олигоценовой эпохи (20 млн лет назад) начался новый ледниковый период, который продолжится и сейчас. В остальные эпохи геологического прошлого на Земле температуры были значительно выше современных. Средняя глобальная температура сегодня немногим превышает 14 °С, тогда как в эоценовую эпоху (40—50 млн лет назад), большую часть мезозойской эры, в девоне (400—350 млн лет назад) средние глобальные температуры на земной поверхности достигали 24—26°, а иногда и 28 °С. Это, правда, не означает, что и на экваторе Земли температуры в два с лишним раза превышали современные. Просто тропический и экваториальный пояса были тогда намного шире. На полюсах

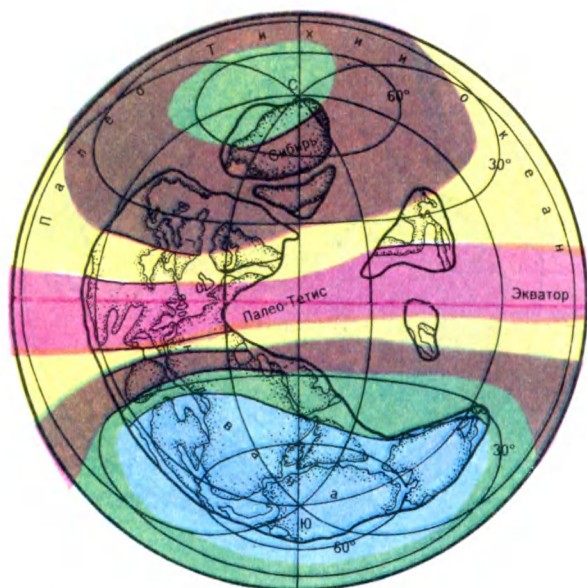


- Экваториальный и тропический
- Субтропический
- Умеренный
- Нивальный

Климатическая зональность и положение материков в конце протерозоя (680—570 млн лет назад). В южном полушарии Земли располагались объединенные в один материк Северная Америка, Восточная Европа, Африка и Южная Америка; Сибирь и Австралия — в средних широтах северного полушария. Широтная климатическая зональность (нивальный, умеренный, субтропический, тропический и экваториальный климатические пояса) установлена на основании палеоклиматических индикаторов — тиллитов, различных литологических типов горных пород и руд

не только не было ледяных шапок, но даже далеко за полярным кругом произрастали широколиственные (в эоцене) и вечнозеленые тропические растения.

В холодные периоды широтная климатическая зональность была контрастной и характеризовалась значительными температурными градиентами в меридиональ-



- Экваториальный
- Тропический
- Субтропический
- Умеренный
- Нивальный

Климатическая зональность и положение материков в конце каменноугольного периода (280 млн лет назад). В это время произошло новое похолодание и стало развиваться обширное оледенение. Климатическая зональность установлена по тиллитам, а также по аридным красноцветам и солям, образовавшимся в условиях жаркого засушливого климата; показатели влажного климата — пласты каменного угля и разнообразная растительность; бокситы и рифовые массивы послужили свидетелями существования тропического и экваториального климата

ном направлении. В теплые периоды широтная климатическая зональность не была столь резкой, а меридиональный температурный градиент снижался до минимума. Это, в свою очередь, снижало интенсивность теп-

лообмена между низкими и высокими широтами Земли. Как известно, для поддержания теплого климата в высоких и средних широтах в современную эпоху требуется усиленный теплообмен. При таком климате в геологическом прошлом изменения касались не только структуры атмосферной и океанической циркуляции, но и радиационного баланса.

Это, впрочем, не единственный климатический парадокс. Достоверные следы позднеордовикского оледенения мы встречаем чуть ли не в самом центре пустыни Сахары, на Аравийском полуострове и даже среди тропических джунглей Амазонки. Ледниковые образования позднего карбона располагаются в Южной

Америке, Южной Африке, в Австралии и Индии, не говоря уж об Антарктиде.

Привычно считать Антарктиду, этот огромный ледниковый материк, полюсом холода. Однако так было далеко не всегда. Еще сравнительно недавно, в эоценовую эпоху (30—50 млн лет назад), на территории Антарктиды было настолько тепло, что там располагались обширные лесные массивы и саванны, водились пресмыкающиеся, а в морях жили теплолюбивые, в том числе и рифостроящие, организмы. Все изменилось за последние 20—25 млн лет. Сначала в Западной Антарктиде возникли горные ледники, а затем весь материк покрылся толстым ледниковым панцирем. Чем вызваны столь сильные климатические изменения?

Есть и другие вопросы, не относящиеся к Антарктиде. Например, почему в современной экваториальной зоне сохранились не только следы движения ледников, но и древние морены? На подобные вопросы мы постараемся ответить, рассматривая причины климатических колебаний. А пока обратимся к более близкому прошлому нашей планеты.

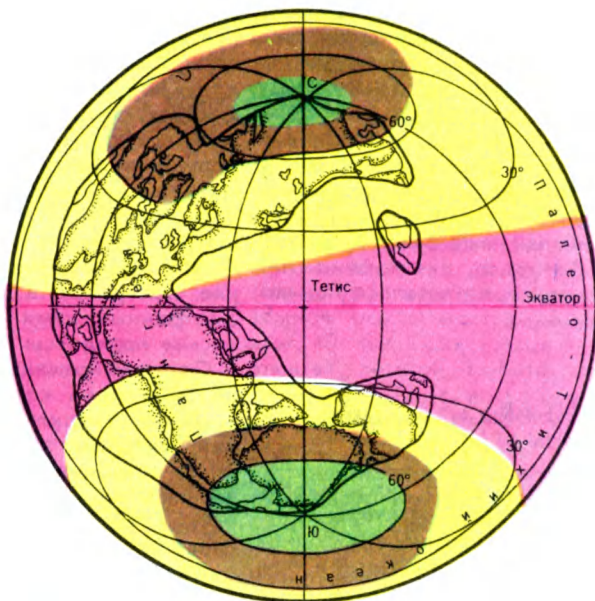
КЛИМАТЫ ЧЕТВЕРТИЧНОГО ПЕРИОДА И ИСТОРИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО

Сильнейшие изменения климата происходили в четвертичном периоде — последнем периоде жизни Земли. Неоднократно в это время температуры на земной поверхности сильно понижались, разрастались ледниковые шапки на полюсах и обширные территории Евразии и Северной Америки покрывались ледниками. В отдельные промежутки ледниковый покров в Европе был таким мощным, что ледники преодолевали Альпы и доходили до побережья Средиземного моря. Спустя

некоторое время суровые климатические условия смягчались, ледники таяли, и опять далеко в сторону полюсов распространялась теплолюбивая растительность.

Холод, снег, ледники создавали трудности для жизни первобытных людей, которые вначале появились в тропиках. Но со временем периодически наступающие потепления расширяли области с комфортными условиями жизни и способствовали расселению людей. Климатические условия изменялись и в периоды существования первых цивилизаций, влияя на экономику и мощь государств.

После вюрмского оледенения, максимум которого прошел 18 тыс. лет назад, вновь наступило потепление. На начальной его стадии — субарктической (13—15 тыс. лет назад) тундровая растительность в Европе сменилась хвойно-широколиственными лесами, а субтропический пояс сместился к северу. Климатический оптимум наступил около 6 тыс. лет до н. э. Температура воздуха в то время была на 2—3 °С выше современной, и на побережье Северного Ледовитого океана произрастали хвойные и хвойно-лиственные леса. Ледниковый покров по сравнению с вюрмской эпохой сократился вдвое. На территории современных пустынь влажность была весьма высокой — в Сахаре, например, плескались многочисленные водоемы, росли влаголюбивые леса. 5,5 тыс. лет назад снова произошло небольшое похолодание, но вскоре опять наступило потепление с кульминацией около 4 тыс. лет назад. Следующее похолодание климата совпало с периодом Троянской войны (1200 лет до н. э.). Климатический оптимум начался около 1500 лет до н. э., а закончился около 500 лет до н. э.



- Экваториальный
- Тропический
- Субтропический
- Умеренный

Новая волна потепления, названная малым климатическим оптимумом, продолжалась все первое тысячелетие нашей эры. Это время иногда называют эпохой забытых географических открытий. Норманны открыли тогда много островов в Северной Атлантике (в том числе и Гренландию), добирались до устья Северной Двины и Новой Земли, побывали на островах Канадского Арктического архипелага и в прибрежной зоне Северной Америки. Значительная территория Гренландии немногим более 1000 лет назад покрывалась луговой, а возможно и древесной растительностью — норманнские поселенцы кроме рыбной ловли занимались и скотоводством. Однако под натиском наступающего льда они вынуждены были в XIV в. покинуть Гренландию. Похолодание, начавшееся тогда и длившееся до начала XX столетия, носит название малого

Климатическая зональность и положение материков в конце палеозоя — начале мезозоя (250—200 млн лет назад). Потепление охватило всю планету. На полюсах господствовал умеренный климат. Сильно расширились пояса экваториального и тропического климата. Зона субтропического климата, в отличие от современной, располагалась в пределах 45—30° ю. ш. и 25—15° с. ш.

ледникового периода. Холод и снегопады, неустойчивые погодные условия резко ухудшили условия жизни в Европе. Замерзали водоемы, многие селения и дороги надолго были перекрыты льдом. Жители высокогорных сел покидали свои жилища — поселения уничтожались снежными лавинами и ледниками. Неурожай и последовавшие вслед за этим голод и эпидемии вызывали гибель людей.

С помощью инструментальных наблюдений, раз-

вернувшихся в течение XIX в., было отмечено новое потепление, две волны которого падают на XX в. Первая — с максимумом в 20—30-х годах (потепление началось в конце XIX в.) — сменилась похолоданием 40—60-х годов. Новое потепление, начавшееся в конце 60-х годов, для многих специалистов оказалось неожиданным.

ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Несомненно, что многие **космические факторы** — изменение светимости Солнца и угла наклона земной оси, изменение формы земной орбиты и даже скорости вращения Земли прямо или косвенно в разные периоды жизни нашей планеты влияли на ее климат. Однако пока ограничимся рассмотрением земных факторов изменения климата.

Тепло- и влагообмен, эти основные определяющие климат физические явления, осуществляются через атмосферу, гидросферу и биосферу Земли. Атмосфера ответственна за изменчивость погоды в течение от нескольких часов до многих дней. С гидросферой связаны изменения климата на временных отрезках от десятков лет до тысячелетий. Под влиянием же биосферы климат изменяется в течение периодов от нескольких тысячелетий до десятков миллионов лет.

Климатическая зональность подчинена важнейшему географическому закону: смена каждого типа климата и ландшафтов происходит последовательно от экватора к полюсам. Если рассматривать древнюю климатическую зональность, учитывая современное расположение материков на земном шаре, то окажется, что закон широтной кли-

матической зональности более или менее удовлетворительно соблюдается только для кайнозойской эры. По мере же углубления в геологическую историю и при допущении, что положение материков никогда не менялось, широтная климатическая зональность искажается все сильнее, все рельефнее выступают в ней рассмотренные нами климатические парадоксы.

Сформулированная в начале 60-х годов новая геологическая теория — **глобальная тектоника литосферных плит** позволила разрешить все известные палеоклиматические парадоксы и обосновать наблюдаемые при фиксированном положении материков изменения климатической зональности. Если полученную климатическую зональность перенести на карты с мобилистской основой (показывающие положение материков в разные эпохи), то окажется: в каждый интервал геологического времени зональность полностью соответствует всем географическим закономерностям. Более того, положения экватора и полюсов, установленные по палеоклиматическим индикаторам, удивительно точно совпадают с их положением, вычисленным по палеомагнитным данным.

Но вернемся к причинам, вызывающим колебания климата. Исследователи указывают множество таких причин. В свое время автор статьи отмечал две главные. Одна из них связана с **соотношением водной поверхности и суши** на земной сфере. И в самом деле длительное нахождение материковой суши в полярном районе Земли, например положение Антарктиды в современную эпоху, должно вызывать похолодание. И в этом случае материки должны были играть роль своеобразного глобального холо-

дильника. Это могло быть связано с тем, что отражательная способность земной поверхности (альbedo), максимальная для оголенной суши или льда (от 0,95 до 0,7), должна вызвать охлаждение приземного воздуха. В то же время из-за низкого альbedo водной поверхности (все-го 0,1), ее большой поглотительной способности и теплоемкости, моря и океаны, располагавшиеся в полярных районах, должны были служить своего рода аккумуляторами тепла.

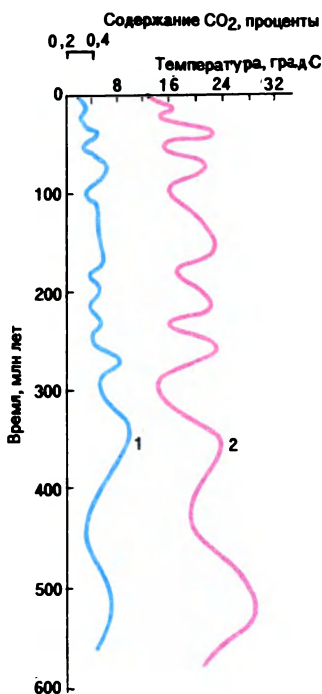
Казалось, что движения материков — одна из самых главных причин изменения климата. Однако последние данные, в частности данные о развитии оледенения в период нахождения в обоих полярных районах Земли водной поверхности (например, в ордовикском периоде) или о появлении материковой суши в южнополярном районе в девонском периоде, когда на Земле существовал высокий термический режим (средняя глобальная температура составляла 26—28 °C), позволили сделать следующий вывод. Наличие суши в полярных районах не может служить «спусковым» механизмом для развития оледенения. Это всего лишь один из предрасполагающих факторов, который способствует более сильному понижению температур. Основные причины изменения климата, как теперь выясняется, связаны с периодическими колебаниями **содержания углекислого газа в атмосфере и циклическими изменениями космических факторов**.

Рассматривая температурный режим земной поверхности за последние 600 млн лет и сравнивая ход его изменения с содержанием углекислого газа в атмосфере в отдельные геологические периоды, мы приходим к выводу об их полном соответствии. Чем больше углекис-

лого газа в земной атмосфере, тем сильнее действует парниковый эффект атмосферы и тем выше температуры ее приземной части. В те геологические периоды, когда содержание углекислого газа в атмосфере было в 15—20 раз выше современного (кембрий, девон, ранний карбон, мезозой, эоцен), температуры приземной части атмосферы в средних и высоких широтах Земли были в два с лишним раза выше. Когда же содержание атмосферной углекислоты падало до минимума, неотвратно начиналось похолодание.

Но если это действительно так, то почему же тогда наблюдаются разнопериодические изменения климата? Дело в том, что количество углекислого газа в атмосфере зависит от интенсивности **вулканической деятельности и различных биосферных процессов**. Активные перемещения литосферных плит сопровождаются интенсивной вулканической деятельностью, охватывающей целые регионы. Выброшенные в атмосферу водяной пар, углекислый газ и другие газы усиливают парниковый эффект. Хотя вулканическая пыль, пепел и различного рода аэрозольные частицы, попадающие в атмосферу, оказывают противоположное воздействие, увеличивая отражательную способность атмосферы и лишая ее прозрачности. Однако частицы постепенно оседают на земную поверхность, и прозрачность атмосферы спустя некоторое время после извержения восстанавливается. И, следовательно, после сравнительно короткого похолодания вновь на длительное время усиливается действие парникового эффекта — приземные слои атмосферы и земная поверхность нагреваются.

Спад вулканической дея-



Изменение содержания углекислого газа в атмосфере Земли (1) и палеотемператур (2) за 600 млн лет жизни Земли. Ход концентрации атмосферной углекислоты удивительно точно повторяет изменение средних глобальных температур. Это дает основание считать, что углекислый газ в земной атмосфере, создающий парниковый эффект, непосредственно влиял на температуру приземной атмосферы

тельности приводит к стабилизации климатических условий, и именно в это время, когда расширяются площади с благоприятными ландшафтно-климатическими условиями, резко увеличивается объем биомассы тех организмов, которые в процессе своей жизнедеятельности используют фотосинтез. Сокращается подача углекислоты в атмосферу — и растительность снижает ресурсы углекислого газа, а это приводит к развитию похолодания.

Описанный глобальный фактор действует с периодичностью в сотни тысяч и миллионы лет. Но существуют и более короткие периоды изменения климата, которые могут быть связаны с **периодическими изменениями формы орбиты Земли, изменениями наклона земной оси и ее ориентации в пространстве**. Наклон земной оси меняется каждые 40 тыс. лет, эксцентриситет земной орбиты — через 90—92 тыс. лет, а время перигелия — через каждые 21 тыс. лет. Более отвесное положение земной оси ослабляет контрасты зимы и лета, переход от круговой орбиты к эллиптической увеличивает временные удаления Земли от Солнца, а с изменением положения Земли в космическом пространстве изменяется и распределение солнечной радиации на ее поверхности. Все эти элементы часто сочетаются, и климатические последствия, накладываясь друг на друга, взаимно усиливаются или, наоборот, гасятся. Более мелкие периодические колебания климата зависят от изменения солнечной активности, которая, как известно, имеет 11- и 22-летнюю, а также вековую, 400-летнюю и более крупные цикличности.

ПРОГНОЗЫ НА БУДУЩЕЕ

Установив причины глобального изменения климата, можно попытаться предсказать ход колебаний температур и влажности на ближайшее будущее. Делая такие прогнозы, многие исследователи опираются главным образом на данные об изменении количества атмосферной углекислоты, поскольку другие факторы — вулканическая активность и биосферные процессы — сказываются на климате планеты только через весьма длительное время.

Если в геологическом прошлом колебания углекислого газа в атмосфере имели лишь естественные причины и эти колебания происходили весьма медленно, то в XX в. в действие вступила такая мощная сила, как деятельность человека. Развитие человеческого общества и его прогресс на данном этапе неизбежно связаны с резким увеличением объема сжигаемого топлива, и потому в земную атмосферу все больше выбрасывается углекислого газа. Зная перспективы роста промышленного производства, перспективы развития атомной, тепловой и водной энергетики, а также учитывая возможность усиления роли альтернативных видов энергии, можно подсчитать степень увеличения количества углекислого газа в атмосфере в ближайшем будущем, а затем и уровень ожидаемой глобальной температуры воздуха и распределение влажности в различных регионах.

Расчеты показывают, что скорость нарастания углекислоты в атмосфере к началу XXI столетия намного превзойдет его естественную убыль. В связи с этим среднегодовые температуры повысятся в среднем на $1,5^{\circ}\text{C}$. За последние 25 лет именно с ростом атмосферной углекислоты из-за хозяйственной деятельности человека (содержание CO_2 увеличилось с $0,029\%$ до

$0,034\%$) средняя глобальная температура воздуха возросла на $0,8^{\circ}\text{C}$.

Можно представить такой «сценарий» развития событий. Как и ныне, в ближайшем будущем наибольшее потепление скорее всего произойдет в высоких широтах. В Арктике, например, среднеянварские температуры могут увеличиться на $8\text{--}15^{\circ}$, на севере же Европейской части СССР — на $4\text{--}6^{\circ}\text{C}$. Среднеиюльские температуры на Таймыре, по мнению некоторых специалистов, поднимутся до $+10^{\circ}\text{C}$, а в степных районах, например в Казахстане, они возрастут всего на $1\text{--}3^{\circ}\text{C}$.

Существенно изменится и общее количество атмосферных осадков, к тому же их распределение в течение года станет более равномерным. Ныне засушливые области — степные, полупустыни и пустыни, особенно пустыни Средней и Центральной Азии, станут увлажняться, а сам засушливый пояс будет смещаться к северу.

Не исключено, что в связи с возможными климатическими сдвигами сильно изменится и ландшафтная обстановка, и границы существующих природных зон начнут перемещаться. В общем-то это наблюдается и сегодня: например, северная граница распространения леса в Сибири уже сместилась в сторону Северного

Ледовитого океана на $100\text{--}150$ км. В недалеком будущем граница лесной зоны Европейской части СССР, возможно, продвинется к северу на $300\text{--}500$ км. Ледниковый покров в Арктическом бассейне будет изменяться по сезонам, исчезнет тундра, которая в Азиатской части СССР сменится темнохвойной тайгой.

Сегодня невозможно однозначно оценить предстоящие климатические изменения и степень их воздействия на ландшафты. Будет ли это благом для человечества или такие изменения принесут новые беды? На это следует ответить так. В одних районах Земли могут произойти катастрофические, трудно предсказуемые изменения природной обстановки, например, может сильно развиться опустынивание, в других эти изменения могут стать благоприятными — увеличится увлажнение в степных и особенно в полупустынных и пустынных областях.

Нельзя сегодня категорически отрицать и связанную с потеплением возможность нового стремительного повышения уровня Мирового океана со всеми вытекающими отсюда негативными последствиями. Правда, за прошедшие годы в результате потепления уровень Мирового океана повысился весьма незначительно.

Информация

Ассоциация преподавателей

Для успешного решения проблемы подготовки учителей астрономии необходимо общение преподавателей педагогических институтов между собой и с различными комиссиями, занимающимися школьным астрономи-

ческим образованием. Эту задачу в качестве одной из основных ставит перед собой новая Ассоциация преподавателей астрономии пединститутов СССР (АПА).

Учредительное собрание АПА под эгидой Астрономического общества СССР состоялось 15—18 октября 1990 г. в Липецком пединституте. На собрании, где присутствовали 55 преподавателей из 52 институтов, обсуждался и был принят Устав АПА; избраны президент, Совет АПА и другие руководящие органы Ассо-

циации. Комиссии АПА возглавили: научно-методическую — доцент Е. П. Разбитная (Владимирский пединститут), программную — доцент В. В. Порфирьев (Москва), материально-технического обеспечения — И. М. Хейфец (Николаев). В члены Ассоциации приняты 78 преподавателей из 71 педувуза.

*А. Б. ПАЛЕЙ, президент АПА,
доцент
(адрес: 398020, г. Липецк, Ленина,
42, пединститут)*

Шельф в опасности

Н. А. АЙБУЛАТОВ,
доктор географических наук
Институт океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР

ДОБЫЧА ИСКОПАЕМЫХ, ДАМПИНГ, РЫБОЛОВСТВО

Экологическая ситуация на шельфе в индустриальных странах год от года становится все острее. Особенно это заметно на внутренних морях нашей страны, что было отмечено в постановлении Верховного Совета СССР от 27 ноября 1989 г. «О неотложных мерах по экологическому оздоровлению страны». Там сказано: «на грани экологического кризиса бассейны Черного, Азовского Каспийского и Балтийского морей...»

Влияние хозяйственной деятельности человека на шельф может быть прямым и косвенным, или опосредованным. Прямые формы воздействия сказываются практически мгновенно, влияние же опосредованных факторов порой проявляется спустя несколько лет или даже десятилетий. Так что сейчас даже трудно сказать, какая доля береговой зоны и шельфа морей и океанов пока еще не подверглась антропогенному воздействию.

Самое прямое влияние человека на экологические условия рассматриваемых зон — **искусственное перемещение осадочного материала в пределах шельфа**. Процесс этот возникает при добыче полезных ископаемых со дна, вычерпывании грунта в портах и каналах, создании искусственных островов, пляжей, террас, при



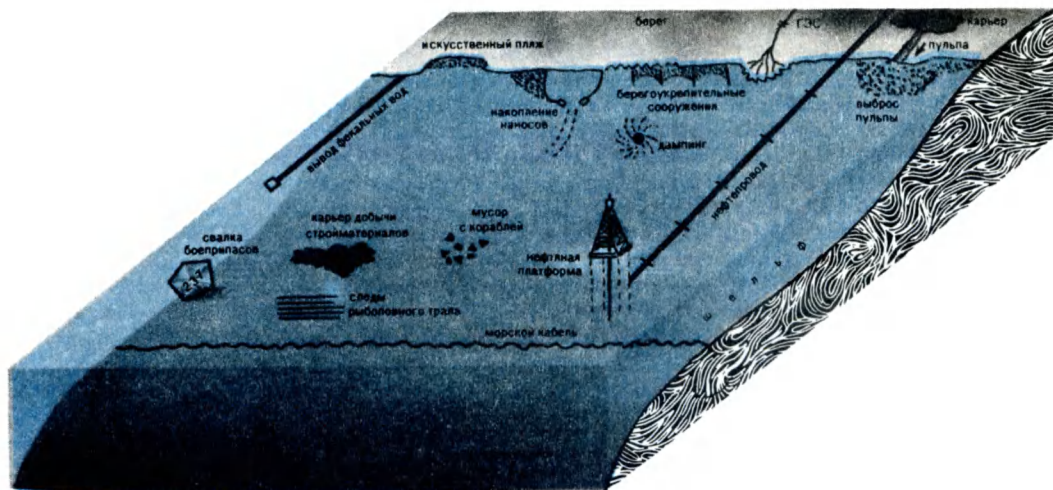
Шельф занимает только около 8 процентов площади Мирового океана. Но значение его необычайно велико, ведь это самая близкая и легко доступная людям подводная территория, к тому же территория, богатая полезными ископаемыми и пищевыми ресурсами. В последние десятилетия масштабы хозяйственной деятельности на шельфе в индустриальных странах стали измеримы с деятельностью на суше. На шельфе предполагается развивать новые отрасли хозяйства. На искусственных островах вблизи берегов ведется промышленное строительство, здесь собираются размещать не только нефтяные и химические предприятия, но и международные аэропорты...

Как отвечает шельф на эту мощнейшую антропогенную нагрузку!

сбросе в море отходов предприятиями горнодобывающей промышленности, тралении дна во время лова рыбы.

Когда на шельфе идет добыча полезных ископаемых (россыпи, стройматериалы и т. д.), образуются подводные карьеры. Эти ловушки для движущегося потока твердого вещества негативно сказываются на общем динамическом состоянии шельфа и берега. Так, на черноморском дне близ Сакского озера-лимана для комбината бетонных конструкций было изъято около 15 млн м³ обломочного материала. Ямы, образовавшиеся на дне, заполняются наносами с соседних участков шельфа и берега. В результате здесь создан дефицит обломочного материала, который вызвал отступление берега на 200—300 м (скорость отступления — 11 м/год). Чтобы берег восстановился в своем прежнем виде (при условии полного прекращения изъятия наносов на склоне), потребуется не менее 200 лет.

Добыча строительных материалов на шельфе близ Ялты (около 6 млн т) привело к углублению дна и последующему размыву в прибрежной части. Ширина пляжей в этом курортном районе сократилась на 30—40 %. Массовый вывоз обломочного материала с самих пляжей (на строительные нужды) также вызывает интенсивный размыв берега и рост скоростей



накопления осадков на шельфе. Например, на Северном Кавказе, в районе Анапа-Туапсе за два-три десятилетия ширина пляжей уменьшилась вдвое, в Дивноморске — на 75 %, а Архипо-Осиповке и бухте Песчаной — на 50 %. Цифры тут простые — изъятие 1 млн м³ пляжевой гальки и песка равносильно уничтожению 30-километрового пляжа средней ширины.

В результате добычи песка на океанском побережье провинция Буэнос-Айрес (Бразилия) за последние пять лет потеряла 24 млн м² своей территории: это примерно 400-километровый участок шириной в 60 м.

Искусственные карьеры шельфа не только нарушают стабильность дна и береговой линии, они пагубно отражаются на природных нерестилищах, загрязняют грунт, изменяют циркуляцию вод шельфа. При добыче твердых ископаемых на шельфе образуются «хвосты» (или «султаны») взвеси, которые переносятся течениями по всей зоне. Масштабы этого процесса грандиозны, тонкая взвесь может разноситься на многие десятки километров.

Другой вид прямого антропогенного воздействия на рельеф и осадки шельфовой зоны — **транспорт-**

Виды хозяйственной деятельности на шельфе

ровка и захоронение (дампинг) материала, вычерпанного из акваторий портов и каналов, на больших глубинах. Такая работа периодически бывает необходима, поскольку порты и каналы часто подвержены заносности осадками, и мощность потоков измеряется сотнями, а то и миллионами кубометров обломочного материала в год. Особенно ярко это проявляется на шельфе Балтийского моря, в таких крупных портах, как Балтийск, Клайпеда, Лиепая, Вентспилс.

Чтобы углубить акватории портов и поддерживать нужную глубину каналов, в СССР ежегодно вычерпывается и захороняется около 40 млн т грунта, что составляет до 80 % всех сбрасываемых в море твердых отходов. Дампинг обычно производится в 10—20 км от берега, но тонкий материал свалок вымывается течениями и переносится на еще большие глубины. В результате на дне открытой части водоема образуются своеобразные техногенные отложения, отличающиеся от природных отсутствием слоистости, не-

упорядоченностью, наличием грубого материала. Нет сомнений, что подводные свалки играют существенную роль в осадконакоплении на шельфе.

Поскольку материал черпания загрязнен нефтью, тяжелыми металлами и др., то дампинг грунтов на шельфе изменяет экологические условия зоны. Углеводороды и тяжелые металлы переносятся со взвесью, так что фактически район их захоронения в несколько раз превышает площадь дампинга. Дампинг влияет и на донную биоту: исследования, проведенные в Рижском заливе, показали, что в районе действующей свалки сильно уменьшается биомасса животных, а кроме того обедняется видовой состав донной фауны. Восстановление ее в местах сброса грунта — процесс длительный, требующий многих лет.

Одним из видов дампинга можно считать разгрузку в море пульпы из прибрежных карьеров. Яркий пример — деятельность Янтарного комбината, расположенного на Самбийском полуострове Балтийского моря. Более ста лет здесь из карьера сбрасывается отмытая от янтаря «голубая земля». К настоящему времени в этом районе выброшено с суши в море

около 90 млн м³ рыхлой породы, что соизмеримо с годовым твердым стоком всех рек, впадающих в Балтийское море. Это своеобразный антропогенный источник «питания» осадочного материала, самый крупный в СССР, а возможно, и во всем мире. В результате в прибрежной зоне западной части полуострова образовалась солидная толща техногенных отложений, и на протяжении 40 км берег превратился из абразионного (разрушающегося) в намывной.

Морское захоронение материала, вычерпанного у берега, практикуется многими высокоразвитыми странами, однако способность океана к переработке свалок далеко не безгранична. Сброс, произведенный в шельфовой зоне с нарушением принятой технологии, вызывает негативные последствия в экосистемах не только данной страны, но и соседней. В связи с этим международная конференция в рамках ООН, проведенная в 1972 г. в Лондоне, разработала специальную конвенцию по дампингу. Район действия конвенции — весь Мировой океан, включая территориальные моря прибрежных государств.

Дампинг в море — временная дань общества несовершенству технологии захоронения отходов. Некоторые страны, например Голландия, пошли по пути захоронения материала черпания в сухопутных карьерах, обеспечив тем самым чистоту прибрежных вод. Предполагается также больше применять на практике метод захоронения загрязненных грунтов под слоем «чистых».

Громадные количества обломочного материала искусственно перемещаются сейчас для устройства рукотворных пляжей. Они защищают берег от размыва и одновременно служат рекреационной зоной (материал берут из подводных и



сухопутных карьеров). В США, например, искусственные пляжи протянулись на несколько десятков километров, созданы они и в Италии, Бельгии, ФРГ, Кубе. В нашей стране тоже созданы искусственные пляжи в Одессе, Геленджике, Таганроге, на побережье Грузии, на Балтике. В районах рукотворных пляжей создается иная экологическая обстановка, меняются геологические и гидродинамические условия.

Весьма существенным фактором в ухудшении геоэкологической обстановки на шельфе можно считать воздействие **донного траления при рыболовстве**. Наши исследования на крымском и болгарском шельфах Черного моря с помощью подводного аппарата «Аргус» и гидролокатора бокового обзора показали: в средней и нижней частях шельфа тралы оставляют борозды 2—3-метровой ширины и почти метровой глубины. По краям таких борозд образуются брустверы из осадочного материала, выпаханного траловой доской. Они напоминают линию обороны, состоящую из прямолинейных рядов свежевырытых окопов. Такие борозды служат своеобразными ловушками для осадков, перемещающихся вдоль и поперек шельфа, старые следы траления, как правило, частично заполнены осадками. Это хлопья рыжего цвета, которые очень легко

Распределение концентрации взвеси по оси «султана» при загрузке осадочного материала на поверхности океана. Концентрация дана цифрами на изолиниях

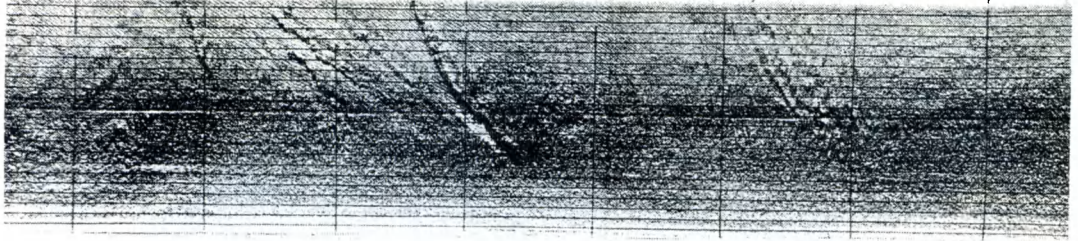
взмучиваются под действием течений.

Наши наблюдения в подводном аппарате «Аргус» на шельфе вблизи острова Сардиния показывают, что следы тралов пересекают весь шельф и уходят вплоть до подводного склона (глубина 550 м). Здесь весь слой наилка до нижнего слоя плотных илов сгребается тралами, что приводит к значительному взмучиванию осадков до сна и последующему их переносу течениями.

Конечно, перепахивание тралами верхнего слоя донных отложений губительно влияет на донные биоценозы, уничтожая их механически, а также вынося нижние слои осадка, часто зараженного сероводородом, на поверхность. В итоге в зоне интенсивного траления на шельфе ухудшаются экологические условия.

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

Рост концентрации двуокиси углерода в земной атмосфере (за последние 30 лет на 25 %) усилил ее парниковый эффект, благо-



даря чему на планете идет неуклонное потепление климата. Такое потепление, конечно, не может не сказаться на жизни Мирового океана. Международная комиссия, возглавляемая премьер-министром Норвегии Г. Х. Брундтланд, высказала мнение, что уровень океана за счет парникового эффекта в ближайшие десятилетия может повыситься в пределах от 0,25 до 1,4 м. Однако на международном симпозиуме метеорологов и геофизиков, посвященном изучению последствий парникового эффекта (Сан-Франциско, 1989 г.), ученые пришли к выводу: подъем уровня океана к 2030—2050 гг. не превысит 0,3 м.

По мнению академика А. Л. Яншина, потепление не будет сопровождаться сильным таянием ледников и уровень Мирового океана поднимется лишь на несколько сантиметров. Крупнейший советский климатолог член-корреспондент АН СССР М. И. Будыко считает, что вообще не будет возрастать парниковый эффект (океан успеет поглотить большую часть двуокси углерода). Чем же подъем уровня угрожает шельфу?

Из-за повышения уровня моря **сократятся площади прибрежных низменностей, ускорится абразия** — разрушение волнами морских берегов. Подъем уровня на 1—2 м неизбежно разрушит большинство увлажненных и заболоченных мест. Особенно уязвимыми станут дельты

Следы рыболовного трала на болгарском шельфе. Запись сделана локатором бокового обзора

таких многоводных рек, как Миссисипи, Ганг и Нил.

Сильно пострадают при повышении уровня моря прибрежные районы, подверженные наводнениям в результате штормов. Так, если уровень моря повысится на 1,6 м, то в районе Чарлстона (штат Южная Каролина, США) область, затопляемая штормами в среднем раз в 100 лет, будет затопляться каждые 10 лет. Повышенный уровень воды увеличит также минерализацию эстуариев и водоносных слоев. В Филадельфии и Пенсильвании приемники питьевой воды из реки Делавэр окажутся под угрозой при повышении уровня менее, чем на 1 м, так же как и прилегающие водоносные слои в Нью-Джерси, которые пополняются за счет пока еще пресноводной части реки.

В нашей стране прежде всего пострадают все участки отмелых побережий Черного моря — на северо-западном шельфе, Таманском полуострове, Колхидской низменности. Чрезвычайно уязвимо восточное побережье Азовского моря, район Арабатской стрелки, косы северо-западной части моря. Можно ожидать значительных изменений в динамическом состоянии береговой зоны южной и юго-восточной Балтики, а также

берегов Северного Ледовитого океана, западной Камчатки.

Трагичность ситуации состоит еще и в том, что материал абразии грязной суши, насыщенный тяжелыми металлами, различными пестицидами и другими загрязнителями, вместе с усилившимися волновыми процессами осядет на дно и пагубно повлияет на донную биоту, планктон. А это может серьезно сказаться на состоянии рыбного хозяйства. Подобный процесс идет в настоящее время на Каспии, где в результате подъема уровня (не связанного, правда, с парниковым эффектом) море захватывает все новые и новые площади загрязненной суши. Здесь уже резко сократился прибрежный лов рыбы.

Подъем уровня моря сейчас сильно осложнил проблему сохранения и научно обоснованного освоения побережий. Активный размыв пляжей и связанное с ним **отступление береговой линии** характерен даже для тех участков побережий, где раньше происходило накопление обломочного материала. Как свидетельствуют данные Комиссии по береговой среде Международного совета географов, более 70 % аккумулятивных берегов, ранее нараставших, отступает в сторону суши, и скорость этого отступления превышает 10 см/год (около 20 % песчано-галечных побережий отступает даже более чем на 1 м в год). Это

обстоятельство в корне меняет методологию современного исследования береговой зоны и стратегию берегозащиты (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 12.—Ред.).

РЕЧНОЙ СТОК УМЕНЬШИЛСЯ

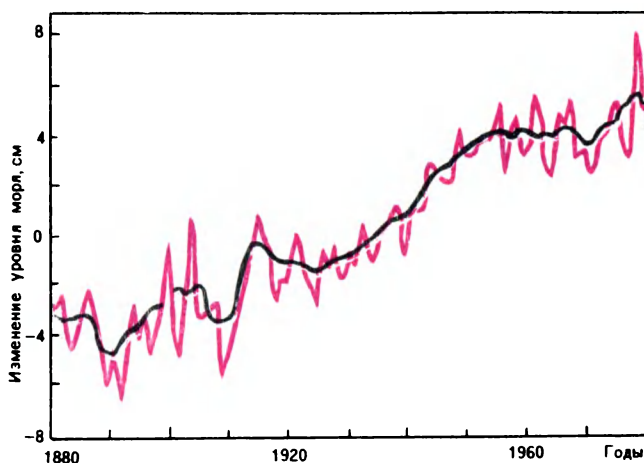
В последние десятилетия оказалась **зарегулированной** (плотины, электростанции, мелиорация) **значительная доля стока рек**. В нашей стране сильнее всего уменьшился сток в бассейны Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей. Годовой сток рек Днепра, Дона, Кубани, Днестра, Урала, Терека и Сулака, Сырдарьи и Амударьи к 1975 г. снизился по сравнению с естественным (данные за 1940 г.) на 17—25 %. Тенденция к сокращению стока рек сохранится и впредь: предполагается, что к 2000 г. он сократится примерно на 50 %. К этому же времени ожидается и резкое уменьшение твердого стока рек — на порядок величины.

Сокращение твердого стока, т. е. уменьшение выноса реками обломочного материала, вызвало повсеместно в дельтах и придельтовых участках интенсивный размыв берега и дна в верхних частях шельфа. Так, в районе реки Самур с 1954 г., когда там началось строительство Самурско-Апшеронского канала, берега на дельтовом участке стали разрушаться со средней скоростью от 15 до 30 м/год. Создание Мингечаурского водохранилища (1953—1959 гг.) в долине Куры привело к сокращению ее твердого стока вдвое. В результате прекратился рост дельты реки и начался интенсивный размыв берегов к северу и югу от устья Куры.

В результате зарегулирования Дон и Кубань не доносят до Азовского моря около 7 млн т аллювия. И это сказалось на режиме

переноса осадков на акватории: в настоящее время роль речного аллювия в объеме грубозернистого материала ничтожно мала. Дельта реки Кубань в последние годы испытывает размыв со скоростью до 5 м/год. Зарегулирование рек имеет для Азовского моря и другое вредное последствие: изменилась **структура биоценозов** и **продуктивность бентоса**. В жизни Азовского моря главную роль всегда играли моллюски. Но теперь из-за изменившихся экологических условий они вытеснены из своих обычных ареалов и экологических ниш. И это привело к сокращению биопродуктивности водоема. До 60-х гг. суммарный сток Амударьи и Сырдарьи в Аральское море составлял примерно 50 км³ воды в год, в 1961—1980 гг. он снизился в среднем до 20 км³, с начала же 80-х гг. Сырдарья больше не приносит свои воды в Арал, а сток Амударьи уменьшился до чисто символических размеров. В результате уровень моря упал на 12,5 м (Земля и Вселенная, 1990, № 3, с. 33.—Ред.).

Зарегулирование стока рек вызывает интенсивные процессы переотложения обломочного материала в дельтовой зоне. В связи с этим баланс осадков на



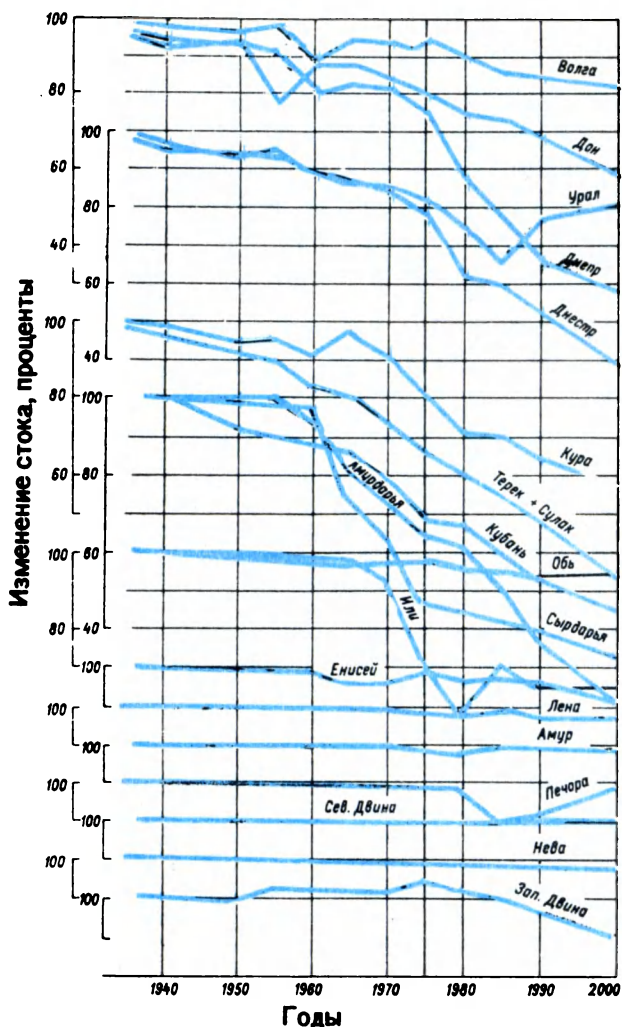
Кривая изменения уровня моря за последнее столетие (показана красным цветом.) Черная кривая — усредненные значения

шельфе в целом, по-видимому, пока мало нарушается. «Недодача» осадочного материала реками, по-видимому, пока еще компенсируется его поставкой благодаря мощной абразии берегов близ дельт и в самих дельтах. Однако в недалеком будущем пагубное влияние зарегулированности рек обязательно скажется на режиме осадконакопления в зоне всего шельфа.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ШЕЛЬФА

Антропогенный пресс на шельфовую зону весьма существенно ухудшает состояние прибрежных вод в смысле их загрязнения. На многих участках морских побережий борьба с загрязнениями становится главной заботой в поддержании в надлежащем порядке рекреационных зон.

По данным 1983 г., **антропогенный выброс в океан** таких тяжелых металлов, как медь, никель, цинк, кадмий превышала поступление их туда из естественных источников более чем вдвое, а поступление свинца оказалось выше естественного в 17 раз.



Уменьшение среднего годового стока рек СССР за последние десятилетия под влиянием хозяйственной деятельности

13 тыс. Большую опасность представляют нефтяные загрязнения.

В результате сейчас тяжелые металлы в Мировом океане по токсичности значительно опережают радиоактивные загрязнения и загрязнения органическими веществами. Загрязненность вод и осадков тяжелыми металлами приводит к опасным заболеваниям. Так, в конце 1982 г. число зарегистрированных на японских пляжах случаев болезни Миномата — болезни, вызванной ртутным отравлением, было более

Всемирная организация здравоохранения относит к одной из наиболее распространенных и опасных групп загрязнений окружающей среды **пестициды**, особенно **хлорорганические**. Наряду с нефтепродуктами, тяжелыми металлами, детергентами они служат основными загрязнителями морской среды. По данным ЮНЕП, среди морских токсикантов пестициды имеют второй индекс приоритетности с точки зрения опасности для человека (первый индекс имеют радионуклиды и ртуть). Загряз-

нение морской среды хлорорганическими пестицидами приобрело уже глобальный характер. В основном они сконцентрированы в поверхностной микропленке воды, где их в 600—950 раз больше, чем в водной толще. Значительное загрязнение пестицидами отмечается на шельфе Черного, Балтийского и даже Баренцева морей. Сложность экологической ситуации на шельфе усугубляется и тем, что основная доля загрязнителей успевает оседать именно в его пределах. По существу эта зона океана является аккумулятором нефтепродуктов, тяжелых металлов, пестицидов и других загрязнителей, поступающих с суши.

Таким образом, ясно, что негативное влияние человека на зону шельфа огромно. Но в деталях картина пагубных последствий такого влияния пока не ясна. В нашей стране требуется дальнейшее уточнение реальной ситуации. Без этого мы не выработаем обоснованную программу действий на шельфе. Необходима экологическая паспортизация всех шельфов СССР, создание банка данных об основных их характеристиках. В ближайшее пятилетие нужно провести экологическое районирование шельфов СССР, что станет базой для последующего нормирования человеческого воздействия на шельфовую зону и прогнозирования его эволюции. Свои действия на шельфе человек должен приспосабливать к природным законам. И помнить: «Биосфера и человек», а не «Человек и биосфера». Этот принцип, сформулированный выдающимся биологом нашего времени Н. В. Тимофеевым-Ресовским, должен в конце концов лечь в основу взаимоотношений людей с окружающей средой.

Люди науки

Борис Васильевич Нумеров и его время

(к столетию со дня рождения)

Времена изменяются, и мы меняемся вместе с ними. Справедливость этой формулы особенно ясна в наши дни, когда на глазах одного-двух поколений происходили и происходят значительные перемены в государственной, социальной и культурной жизни гигантского, но неуклюжего Советского Союза. Передовые, как их называли в иные времена, люди боролись с царским самодержавием, при котором, если уж сильно начинала «прижимать» царская охранка, можно было убежать за границу. Однако на смену самодержавному царю пришло самодержавие тирана и шайки его прихвостней, творивших злодеяния против человечества именем народа, именем идеи о всеобщей справедливости, всеобщем благе. Это время, когда тщеславие и себялюбие одних, угодничество и подлость других, страх и запуганность третьих вместе с нищетой духа и тела были поставлены во главу угла партийно-государственной политики, отразилось, как в капле воды, в полной трагизма и горечи истории такой возвышенной науки, как Астрономия и судьбе многих ее творцов и служителей. Одним из них был выдающийся астроном, геофизик и геодезист, член-корреспондент АН СССР **Борис Васильевич Нумеров.**

Борис Васильевич Нумеров родился 17 (29) января 1891 г., в Новгороде в семье Василия Ивановича Нумерова, настоятеля церкви Св. Ев. Бориса и Глеба. В овеянном славой былых времен Новгороде прошло детство Бориса Васильевича и годы учебы в гимназии. В это время и проявился у него интерес к точным наукам, больше всего к математике и астрономии, тяга к которым развилась под влиянием старших братьев. Благотворное влияние семьи Василия Нумерова сказалось на всех детях: они воспитывались в труде и умеренности с ранних лет, выполняли крестьянские работы, любили хоровую музыку и пели с увлечением сами. У Бориса Васильевича были блестящие при-



Б. В. Нумеров. 1936 г.

родные музыкальные способности, а в семье они получили профессиональное развитие.

После успешного окончания новгородской гимназии в 1909 г. Борис Васильевич поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета, где он слушал лекции выдающихся профессоров — творцов науки, таких например, как А. А. Иванов, создатель школы астрономов-теоретиков, В. А. Стеклов, О. Д. Хвольсон. В студенческие годы

Б. В. Нумеров активно участвовал в занятиях астрономического кружка под руководством профессора А. А. Иванова: делал, как и другие кружковцы, доклады и сообщения о новых достижениях астрономии, выполнял самостоятельные серьезные научные исследования по гравиметрии, геодезии и практической астрономии. В своем ходатайстве перед руководством физико-математического факультета о предоставлении студенту Б. В. Нумерову стипендии А. А. Иванов в 1913 г. писал: «Следует признать, что Б. В. Нумеров — серьезный астроном, и его занятия должны быть признаны выше всяких похвал». Это говорит о высоком профессионализме студента. По-неволе при сравнении с состоянием профессиональной подготовки студентов в наши дни, с их уровнем внутренней культуры приходится делать выводы, увы, не в пользу наших выпускников университета. Да это и неудивительно: только чиновникам, которые лишены здравого смысла и не понимают, что для формирования личности подлинных интеллигентов — ученых и педагогов — нужны театры, филармонии и музеи Ленинграда, могло прийти в голову преступное решение об изгнании университета за пределы чудесного города, сам воздух которого напоен традициями прекрасного, творческого, вольнолюбивого начала, истинным гуманизмом. В результате студенчество фактически лишилось благотворного влияния культурной среды прекрасного города — «Петра творенья».

Занятия со студентами не ограничивались лекциями. В летние каникулы студенты-астрономы выполняли серьезные работы по геодезии и практической астрономии под руководством А. А. Иванова и доцентов кафедры астрономии (на даче — имени А. А. Иванова в Лохово, а также в селах Зинкино и Кривцово близ станции Окуловка). Проводились мензуальные съемки, нивелирование и определение уровней озер. Большое внимание уделялось также практическим занятиям по теоретической астрономии (определение первоначальных орбит малых планет и комет, применение численных методов небесной механики к изучению их движения под влиянием притяжения больших планет и др.). Эти работы и определили характер будущей научной деятельности молодого Б. В. Нумерова.

Уже первые шаги после окончания Петербургского (Императорского Санкт-Петербургского) университета подтвердили правильность суждений о Борисе Васильевиче Нумерове как самостоятельном и инициативном научном исследователе. Одновременно с удовлетворением ходатайства А. А. Иванова об оставлении Б. В. Нуме-

рова при университете для подготовки к профессорскому званию пришло приглашение на должность сверхштатного астронома славной Пулковской обсерватории — астрономической столицы мира. Директор О. А. Баклунд поручил молодому астроному наблюдения с зенит-телескопом (изучались изменение широты Пулкова и соответствующие смещения географического полюса). Этот зенит-телескоп сконструировал и изготовил талантливый пулковский механик и оптик Г. А. Фрейберг-Кондратьев; телескоп был принят в качестве эталонного инструмента на всех обсерваториях Международной службы широты.

Борис Васильевич, приступив к наблюдениям звезд, разработал теорию зенит-телескопа, которая давала возможность наиболее полным и точным образом учитывать погрешности инструмента в наблюдениях, внес усовершенствования в конструкцию зенит-телескопа и предложил совершенно новую программу организации наблюдений и методику их обработки. Эта нумеровская программа наблюдений «от зари до зари» позволяла обнаружить тонкие эффекты в изменениях широты и была снова принята... через 40 лет в Главной (Пулковской) астрономической обсерватории Академии наук СССР в период наблюдательной кампании Международного геофизического года.

Б. В. Нумеров принимал деятельное участие и во многих других астрометрических работах, постоянно проявляя свойственную ему недюжинную эрудицию и инициативу. Годы работы в Пулковской обсерватории имели, по словам самого Бориса Васильевича, громадное значение для его научного развития, формирования его как ученого, а связи с астрономами-пулковцами сохранились на всю жизнь. Этому способствовали и постоянное участие в научных собраниях и конференциях, проводимых в Пулковской обсерватории, и общая горячая любовь астрономов к музыке выдающихся русских композиторов Н. А. Римского-Корсакова, А. Н. Скрябина и др.

Высокий уровень общей культуры российской интеллигенции отражался в музыкальных традициях старого Пулкова: в концертах принимали участие почти все астрономы — ученый секретарь обсерватории А. А. Кондратьев с дочерьми Верой и Соней пели, его сын Сергей играл на виолончели, а дочь директора Соня Баклунд (впоследствии ставшая мировой знаменитостью) — на скрипке. На музыкальные вечера приглашались известные певцы.

В 1915 г., во время мировой войны, Борис Васильевич Нумеров вернулся в *Alma mater*, будучи избранным на долж-

ность астронома-наблюдателя Астрономической обсерватории университета, которую ранее занимал блестящий воспитатель астрономической студенческой молодежи Н. А. Тачалов. Через год Б. В. Нумеров, несмотря на большую научную работу, сдал магистерские экзамены, к которым тщательно готовился. Еще с конца 1913 г. он сразу же приступил к изданию «Трудов Астрономической обсерватории Петроградского университета», созданных по инициативе профессора А. А. Иванова при активном участии Бориса Васильевича. Одновременно он много работает как член Совета Русского астрономического общества, основанного в 1890 г. профессорами С. П. Глазенапом и А. А. Ивановым и объединившего астрономов, геодезистов и любителей астрономии: участвует в организации экспедиций РАО, выпуске «Известий РАО», находя время еще и для подготовки и чтения докладов.

Тем временем условия в стране из-за непомерного экономического бремени, связанного с войной, становятся все тяжелее, ощущается приближение революционных событий Февраля 1917 г. В кругах научной интеллигенции растет сознание необходимости объединяться в новые союзы и общества. Еще в июне 1916 г. астрономы Петрограда и Москвы рассмотрели проекты устава Русской астрономической ассоциации и вопросы, связанные с созывом учредительного съезда, а в конце 1916 г. в Пулковке создается организационная комиссия, в состав которой вошли видные пулковские астрономы под руководством профессора С. К. Костинского — учителя Б. В. Нумерова в области фотографической астрометрии. Эта комиссия при участии А. А. Иванова, Ф. И. Блюмбаха и Б. В. Нумерова рассмотрела окончательный проект устава и распределила обязанности между петроградскими и московскими астрономами в период подготовки к съезду.

О событиях, сопутствующих жизни астрономической общественности России в эти дни, в наше время узнать нелегко. И тем не менее, надежды на полную ликвидацию «спецхранов» и открытость архивов еще живы, так что недалек тот день, когда любимые газеты из предреволюционного прошлого станут доступны тем, кому дорога подлинная, непереписанная история Отечества нашего.

Ровно через месяц после свершения Февральской революции, 28 марта 1917 г., по инициативе выдающихся деятелей науки и культуры России академиком — В. И. Вернадского, А. А. Маркова, И. П. Павлова; М. Горького и др. в Петрограде было созда-

но организационное собрание «Свободной Ассоциации для развития и распространения положительных наук», которое учредило «Свободную Ассоциацию», определило ее задачи и постановило назвать научно-просветительные учреждения Ассоциации «Институтом в память 27 февраля 1917 года» (по предложению академика И. П. Павлова). В Организационный комитет «Свободной Ассоциации» вошли академики А. А. Белопольский (директор Пулковской обсерватории), В. И. Вернадский, А. Н. Крылов, А. А. Марков, И. П. Павлов, В. А. Стеклов; профессора Н. А. Морозов, К. А. Поссе, Д. С. Рождественский, Г. А. Тихов, Е. С. Федоров, А. Е. Ферсман, а также М. Горький и С. К. Костинский. Эти славные имена хорошо известны астрономам, математикам, физикам, минералагам, физиологам, биологам. 9 апреля 1917 г. Организационный комитет Ассоциации созвал в Михайловском театре публичное собрание, на котором со вступительным словом выступил академик В. А. Стеклов, а программа включала речь М. Горького «Наука и Демократия» и речь академика И. П. Павлова «Научный институт в память 27 февраля 1917 года». Такие собрания были проведены повторно в Петрограде в зале «Народного дома» 16 апреля 1917 г. и в Москве в Большом театре 11 мая 1917 г. (здесь были произнесены речи профессора Д. К. Заболотного «Единство науки и строительство жизни» и Н. А. Морозова «Наука и Свобода»).

Ассоциация поставила перед собой задачу создать свободную организацию, способствующую проявлению творческого духа народа во всех областях точных наук. В основном это должно быть научное учреждение, занимающееся научными исследованиями, развитием и усовершенствованием точных наук. Результаты его деятельности, выводы, открытия и изобретения должны найти практическое применение в технике, промышленности и жизни вообще. Следующая общая задача данного учреждения состояла в систематическом распространении научных знаний в народных массах. В частности, планировалось создать законченные курсы теоретического и практического характера для рабочих. Решение этих задач связывалось с основанием Института положительных наук с хорошо оборудованными исследовательскими отделами, лабораториями, кабинетами, музеями, библиотеками и аудиториями. Для успешной работы предполагалось привлечь к научной и просветительской деятельности молодых ученых, обеспечивая их в материальном отношении.



Б. В. Нумеров с детьми Ириной, Анастасией и Андреем

Фото М. Е. Товстика

Академик В. А. Стеклов видел в просветительской работе основу будущего общества. Он говорил в своей речи: «Одна напасть — тьма власти вверху — рухнула, но созданная ею же другая напасть — власть тьмы внизу — осталась и может обратить в ничто все временные приобретения свободы, ибо невежество ведет одновременно и к анархии, и к деспотизму — к двум крайним пределам отсутствия всякой свободы».

М. Горький призывал ученых «... насытить духовно голодный народ из сокровищницы планетарного разума, мирового знания». Он утверждал, что старый строй жизни разрушен только физически — духовно он и вокруг нас, и в нас самих. Потребны Геркулесовы усилия, чтобы очистить себя и всю страну от грязи и ржавчины монархического режима. Мы привыкли ко многому, что пагубно для нас. Века жили мы со связанными руками, с закрытым ртом; мы плохо умеем говорить правду, мы трусливы, мы не любим труда. У нас не развито

чувство личной ответственности за безобразия и позор нашей жизни. У нас нет гордости собою, нет уважения к ближнему... Нам нужно понять, что сильный человек — это разумный человек». М. Горький нарисовал яркую картину Города Науки, в котором грязная и грубая рука политики не касается чистых крыльев науки, а ученого окружает атмосфера свободы и независимости, общество питает уважение к разуму.

В эти же дни, когда над измученной страной вспыхнула заря новой жизни, в Петрограде был созван I Всероссийский астрономический съезд (6 апреля 1917 г.). В числе важных вопросов, обсуждавшихся съездом — проблема издания русского астрономического календаря (ежегодника) по типу лучших заграничных астрономических календарей, поставленная профессором П. И. Горшковым. Профессор Л. Л. Маткевич предложил учредить центральное вычислительное бюро. Это предложение перекликалось с предложением П. И. Горшкова об основании астрономического института, занимающегося «... разработкой теоретических вопросов в области небесной механики и теоретической астрономии вообще, а малыми планетами в особенности, а также ведать печатанием всех этих трудов

и изданием Русского астрономического календаря».

Все это воплотилось в жизнь позже, в 1919 г. Борис Васильевич Нумеров начал с организации Вычислительного бюро при Астрономической обсерватории Петроградского университета, на основе которого затем был создан Астрономический институт. Бюро занялось предвычислением координат малых планет на 1920 г. по разработанному Б. В. Нумеровым методу численного решения дифференциальных уравнений небесной механики (экстраполяционный метод). Из-за блокады вновь созданного Советского государства, доступ в Россию астрономических ежегодников — пособий, необходимых, как воздух астрономам, геодезистам и морякам, — прекратился. Необходимо было создать свой отечественный астрономический ежегодник. Для этого нужно было конструировать и изготовлять своими силами астрономо-геодезические инструменты, гравиметрические и геофизические приборы. В начале 1920 г. был организован Государственный вычислительный институт под руководством Б. В. Нумерова. Отделениями в Казани и Самаре руководили К. К. Дубровский и А. А. Михайловский. Уже в том же 1920 г. Институт издал специальные брошюры-выпуски на 1921 г., содержавшие координаты Солнца, Луны и больших планет Солнечной системы, видимые положения звезд и сведения о таких небесных явлениях, как солнечные и лунные затмения. В конце 1921 г. произошло долгожданное событие: был издан «Русский астрономический ежегодник на 1922 год», необходимый для решения всех задач практической астрономии и геодезии, навигации и гидрографии. Несколько позднее это событие характеризовалось Б. В. Нумеровым словами: «Астрономический ежегодник» есть основа астрономической культуры страны. Все то, что дает теория по части движения в Солнечной системе, весь тот огромный материал, который накапливают обсерватории по наблюдению неподвижных звезд, все это дается здесь в такой форме, которая позволяет наблюдателю получить нужный ему комплекс положений небесных тел на любой момент времени в данном году». Наряду с эфемеридами «Русский астрономический ежегодник на 1922 год» содержал оригинальные и обзорные статьи Б. В. Нумерова и сотрудников Государственного вычислительного института, а также рефераты зарубежных статей. Этой публикацией хоть частично восполнялся острый недостаток в России в специальной научной литературе. Осознать ценность «Ежегодника» может каждый, прочитав описание послереволюционного

Петрограда в знаменитой книге Уэллса «Россия во мгле».

О тяжелом времени, переживаемом народом в целом и интеллигенцией в частности, можно получить представление из материалов, публиковавшихся М. Горьким в основанном им бюллетене «Наука и ее работники», из послесловия профессора А. В. Васильева к его книге «Целое число» и из многочисленных мемуаров. Творческий дух истинной интеллигенции нельзя было сломить. Создавались новые научно-исследовательские институты (Физический институт им. П. Н. Лебедева — академиком П. П. Лазаревым, Плавающий морской институт — И. И. Месяцевым, Физико-технический и Агрофизический институты — академиком А. Ф. Иоффе), организовывались экспедиции широчайшего профиля (например, экспедиция по исследованию Курской магнитной аномалии). В 1920 г. Всероссийский астрономический союз преобразовал свои комиссии по исследованию силы тяжести и определению долгот и широт в Астрономо-геодезический институт. Институт возглавил профессор А. А. Иванов, заведующим гравиметрическим и астрономическим отделами был назначен Б. В. Нумеров. Огромный объем и важность задач практической астрономии, геодезии и гравиметрии, от решения которых зависела судьба народного хозяйства, потребовали существенной концентрации усилий ученых. Поэтому в августе 1923 г. по инициативе Б. В. Нумерова создается Астрономический институт — преемник Государственного вычислительного и Астрономо-геодезического институтов. (С 1943 г. он называется «Институтом теоретической астрономии АН СССР»). Бессменным директором его Б. В. Нумеров оставался до рокового 1936 г. По своей универсальности и уровню исследований это было астрономическое учреждение, не имевшее равных в мире. Его тематика охватывала создание «Астрономического ежегодника» и различных практических астрономо-геодезических пособий, исследования в области теоретической астрономии, небесной механики, звездной астрономии, организацию гравиметрических наблюдений, теоретические исследования в области гравиметрии и составление сводного каталога гравиметрических пунктов. Позднее стали решаться и новые астрофизические проблемы, связанные с методикой астрофизических наблюдений, конструированием новых инструментов и приборов, а также с организацией давно задуманной горной астрономической обсерватории на юге России. Б. В. Нумеров и его ученик Е. К. Харадзе (ныне академик) создали Абастуманскую астрофизическую



Конференция по теоретической астрономии и небесной механике в Астрономическом институте, май 1935 г.

Слева направо: сидят: Н. М. Воронов, Н. В. Комендантов, Н. И. Путилин, В. Ф. Газе, Б. В. Нумеров, М. Н. Абрамова, В. М. Лосева, В. Ф. Жевержеев, А. В. Коржинский, Г. Н. Дубошин, А. П. Тяхт, Б. А. Орлов, Н. И. Идельсон, Н. М. Михальский, С. К. Всехсвятский.

Стоят слева направо: Г. Н. Неуймин, А. В. Пурхванидзе, М. А. Радынский, Д. О. Мохнач, В. П. Цесевич, А. И. Лебединский, А. А. Каверин. Сзади около Неуймина сидят С. Е. Александров и М. Е. Товстик

Фото С. Е. Александрова и М. Е. Товстика

обсерваторию АН ГрузССР. С первых дней своей деятельности Астрономический институт установил творческие контакты с научными учреждениями России и всего мира (Петроградский-Ленинградский университет, Пулковская обсерватория, Главная палата мер и весов, Геологический комитет, Нефтяной институт, тресты «Эмба-нефть», и «Грознефть», «Энгельгардтовская» обсерватория, Оптический институт, Международный планетный институт во Франкфурте-на-Майне, Вычислительный институт в Берлине, Астрофизический институт в Потсдаме, Международное бюро времени в Париже, крупнейшие обсерватории США, известные приборостроительные фирмы Европы и др.). Эти связи

были активными в обоих направлениях, они оказались необходимыми при организации фундаментальных исследований. Б. В. Нумеров добивался создания своей, отечественной приборостроительной базы с тем, чтобы избежать государство от необходимости покупать дорогостоящее научное оборудование за границей. Большой интерес ученый проявил к проблемам применения геофизических методов, в частности, методов гравиметрии к геологии, для разысквания и оценки залежей полезных ископаемых, особенно нефти. Б. В. Нумеров не ограничивался участием в разработке проекта общей гравиметрической съемки территории СССР. Он был конструктором серии оригинальных гравиметров и вариометров, один из которых (трехрычажный гравитационный вариометр) изготовила фирма «Бамберг» (впоследствии «Аскания-Верке») в Германии, т. к. это было не под силу зарождавшейся советской оптико-механической промышленности. Прибор Б. В. Нумеров вскоре применил для общей гравитационной, как тогда говорили, съемки района р. Эмбы. Съемка Прикаспийской впадины выявила сильное развитие соляных куполов (академик И. М. Губкин оценил этот район как весьма перспективный для нефтяного хозяйства СССР).

Огромный вклад в развитие астрономического и геофизического приборостроения внесло конструкторское бюро, созданное Б. В. Нумеровым в Астрономическом институте в 1928 г. Маятниковые гравимет-

ры, сконструированные в Институте, успешно использовались в последующие годы в экспедициях «Северный полюс» и на ледоколах «Садко», «Малыгин», «Седов». На основе обработки гравиметрических наблюдений¹ по теории, разработанной до мельчайших деталей, Б. В. Нумерову удалось определить фигуру геоида (наиболее точное представление реальной внешней поверхности Земли). Для геодезистов он вычислил специальные таблицы, позволяющие выполнять математически строгий переход от географических координат, определяемых астрономическими наблюдениями, к прямоугольным координатам Гаусса-Крюгера. Эти таблицы также были основаны на результатах глубоких теоретических исследований Б. В. Нумерова, опубликованных в многочисленных монографиях и статьях.

«Б. В. Нумеров обладал необыкновенной способностью подбирать кадры, — писал профессор К. Ф. Огородников. Эти люди были носителями заложенных в них Нумеровым идей, и в этой связи следует вспомнить талантливейшего оптика и конструктора принципиально новых астрономических инструментов Н. Г. Пономарева, который совместно с Д. Д. Максутовым создал 13-дюймовый рефлектор для Абастуманской астрофизической обсерватории, начавшей нелегкий путь советской «официальной» оптико-механической промышленности к телескопам ЗТШ-2,6 и БТА-6».

Последним годом на свободе был для Бориса Васильевича 1935 г. В мае 1935 г. в Ленинграде проводилась конференция по проблемам небесной механики и теоретической астрономии, на девяти заседаниях которой были подведены итоги титанической работы сотрудников Астрономического института под руководством его организатора и директора, члена-корреспондента АН СССР Б. В. Нумерова, а также исследований других видных ученых из многих астрономических учреждений Советского Союза. Конференция продемонстрировала правильность взглядов Б. В. Нумерова на новые пути развития фундаментальных научных направлений, связанных с практической деятельностью человека на суше, на море и в воздухе. Сейчас мы можем добавить «и в космосе», ибо астрономические ежегодники стали в наши дни основой для расчетов космических полетов, а принципы автоматизации этих расчетов были заложены

еще Б. В. Нумеровым и его талантливыми сотрудниками из Астрономического института.

Летом 1935 г. Б. В. Нумеров ездил в окрестности села Каленое, чтобы выбрать место для наблюдения полного солнечного затмения 19 июня 1936 г. Он организовал и провел экспедицию (использовались инструменты и приборы Астрономического института). Сами наблюдения проходили весьма драматично: солнечный диск освободился от облаков лишь за несколько минут до начала затмения. Выдающуюся роль Астрономического института (в числе других научных учреждений и промышленных предприятий) в изготовлении первоклассных точных инструментов, впервые сконструированных в СССР, подчеркнул в отчетном докладе на Президиуме АН СССР известный советский астрофизик Б. П. Герасимович — директор Пулковской обсерватории².

Б. В. Нумерова арестовали в ноябре 1936 г. Нельзя без содрогания читать письма этого незаурядного человека и талантливейшего ученого, написанные из Владимирской и Орловской тюрем, в которых звучит боль души человека, оторванного от любимого дела, жизненно нужного обществу и стране, но погибающего в условиях заточения самого гнусного из когда-либо существовавших на земле лживого режима сталинско-бориевского образца. Бориса Васильевича убили в Орловской тюрьме 15 сентября 1941 г. трусливые и подлые невежды из «братства щита и меча». Лишь в последние годы после подвига Н. С. Хрущева, разоблачившего в своем бессмертном докладе злодеяния «гения человечества всех времен и народов» и его подручных, мир смог узнать правду о Человеке и Ученом Б. В. Нумерове. Думаю, что лучшим и заслуженным памятником члену-корреспонденту АН СССР Б. В. Нумерову было бы присвоение его имени созданному им Институту теоретической астрономии Академии наук СССР.

В. К. АБАЛАКИН,
член-корреспондент АН СССР

¹ В этих наблюдениях активное участие принимали Валентина Васильевна Нумерова (племянница Б. В. Нумерова) и ее муж Сергей Ефимович Александров.

² Как известно, Б. П. Герасимович вместе с Б. В. Нумеровым и многими ленинградскими и пулковскими астрономами стал жертвой сталинских палачей из НКВД СССР

Из воспоминаний о Б. В. Нумерове

Научная деятельность и активная научно-организаторская и общественная работа моего отца начались в трудные годы становления молодого Советского государства и достигли расцвета в 30-е годы.

Вот что пишет о нем один из ведущих советских астрономов К. Ф. Огородников: «Поражает не только число его работ и их разнообразие, а их глубокая и естественная связь с практикой... с задачами молодого, только еще становящегося на ноги Советского государства... в годы начала стремительного развития Советской науки вообще и Советской астрономии в частности».

Диапазон его научной деятельности был очень широк: теоретическая астрономия, разработка новых методов в небесной механике, организация службы малых планет, практическая астрономия и астрометрия, издание Астрономических ежегодников, гравитационная разведка полезных ископаемых (в частности нефти), конструирование гравиметрических приборов, производство первых отечественных астрономических приборов для первой горной обсерватории.

Но самое главное и важное — в трудное, голодное и холодное время 1919 г. был создан очень нужный тогда Вычислительный институт, преобразованный затем в Астрономический институт (1923 г.) путем слияния с Астрономо-геодезическим институтом. Борис Васильевич был основателем и бессменным директором Астрономического института до конца 1936 г., когда его деятельность трагически оборвалась (ныне это Институт

теоретической астрономии — ИТА АН СССР).

Мой отец все свои идеи, проекты будущих работ называл «мечтами». Жизнь и наука, природа и музыка сливались для него в одно целое. Много лет, с 1922 по 1936 г., он любил отдыхать и работать в Любани, где жили его мать Анна Ивановна и сестра Ольга Васильевна Нумеровы. К сожалению, не все его мечты осуществились тогда, но в настоящее время уже многое доведено его учениками до конца.

Отец любил свою Родину и был большим патриотом Советского государства, глубоко веря, что все можно сделать в Советской России и своими силами, своим умом и талантом; смеялся над тем, как во время заграничных командировок не раз приглашали его остаться там работать.

Как дочь я обязана отцу очень многим: и любовью к астрономии, и тем, что стала астрофизиком, приобщилась к музыке и даже стала поэтом...

* * *

Я боль твою чувствую собственной кожей
И знать все хочу, что ты в жизни постиг...
И пусть на тебя я так мало похожа,
Но ты для Земли все равно не погиб.

Любил ты озера и русские реки,
И к звездам и к Солнцу тянулся давно.
Ты смертью от мира не отнят навеки
Кому-то продолжить твой путь суждено.

И след твой, и имя есть в малых планетах,
И кратер с обратного лика Луны.
А правда о жизни твоей и заветах
Должна до потомков далеких дойти.

Ты смертью от Мира не отнят навеки.
И пусть мне продолжить не суждено.
В один океан все сливаются реки,
И Солнце над нами вечно одно.

Я боль твою чувствую собственной кожей,
В душе моей тот же порыв и изгиб.
И пусть на тебя я так мало похожа,
В стихах я оставляю прозрения миг.

А. Б. НУМЕРОВА,
кандидат физико-математических наук

КОПИЯ

КОМИТЕТ

Государственной безопасности СССР

Управление по Ленинградской области
13 октября 1989 г.
№ 10/32—015673
гор. Ленинград
на № 11211-401 от 27.09.89

Директору Института
теоретической астрономии АН СССР
тов. Сокольскому А. Г.
191187, Ленинград,
наб. Кутузова, 10

Управление КГБ СССР по Ленинградской области располагает следующими сведениями в отношении интересующих Вас лиц:

Нумеров Борис Васильевич, 1891 года рождения, уроженец г. Новгорода, русский, гр-н СССР, беспартийный, образование высшее, окончил физико-математический факультет Ленинградского Университета, до ареста — директор Астрономического института Наркомпроса, проживал в Ленинграде, В. О., 2 линия, д. 3, кв. 2.

Арестован 21 октября 1936 года УНКВД по Ленинградской области. Обвинялся в том, что «являлся инициатором создания и одним из руководителей фашистской террористической организации, лично вел вредительскую работу в области освоения отечественной аппаратуры для изыскательных работ, осуществлял шпионскую работу, пропагандировал необходимость перехода организации к террору против руководителей ВКП(б) и советского правительства». Военной Коллегией Верховного Суда СССР 25 мая 1937 года Нумеров Борис Васильевич был приговорен к десяти годам лишения свободы с последующим поражением в правах на пять лет. Наказание отбывал в Орловской тюрьме.

Приговором Военной Коллегии Верховного Суда СССР от 13 сентября 1941 года Нумеров Б. В. за антисоветскую агитацию, проводимую среди заключенных, был осужден по ст. 58-10 ч. II УК РСФСР к высшей мере наказания — расстрелу. Приговор приведен в исполнение 15 сентября 1941 года в г. Орле.

Определением № 4н-019420/56 Военной Коллегии Верховного Суда СССР от 11 мая 1957 года приговоры Военной Коллегии Верховного Суда СССР от 25 мая 1937 года и от 13 сентября 1941 года в отношении Нумерова Б. В. отменены и дело о нем за отсутствием состава преступления прекращено.

КОПИЯ
Справка

ВОЕННАЯ КОЛЛЕГИЯ
ВЕРХОВНОГО СУДА
СОЮЗА ССР

14 мая 1957 г.
№ 4н-01 9420/56

Дело по обвинению НУМЕРОВА Бориса Васильевича, работавшего до ареста директором Астрономического Института в гор. Ленинграде, члена-корреспондента Академии наук СССР, рассмотрено Военной коллегией Верховного Суда СССР 11 мая 1957 года.

Приговоры Военной коллегии от 25 мая 1937 года и от 13 сентября 1941 года в отношении НУМЕРОВА Б. В. по вновь открывшимся обстоятельствам отменены и дело за отсутствием состава преступления прекращено.

НУМЕРОВ Б. В. реабилитирован посмертно.
ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛЯ ВОЕННОЙ КОЛЛЕГИИ ВЕРХОВНОГО СУДА
СОЮЗА ССР ПОЛКОВНИК ЮСТИЦИИ

Печать
учреждения
выдавшего
документ

(П. Лихачев)

С. Н. Вернов — советский космофизик



Сергей Николаевич Вернов (1910—1982)

С именем Сергея Николаевича Вернова связана целая эпоха в исследовании космических лучей и околоземного пространства.

Стратосферные исследования космических лучей и широких атмосферных ливней, широтные экспедиции, космические станции в горах с детекторами, раскинутыми на десятки квадратных километров, экспе-

рименты на искусственных спутниках Земли — все это Вернов.

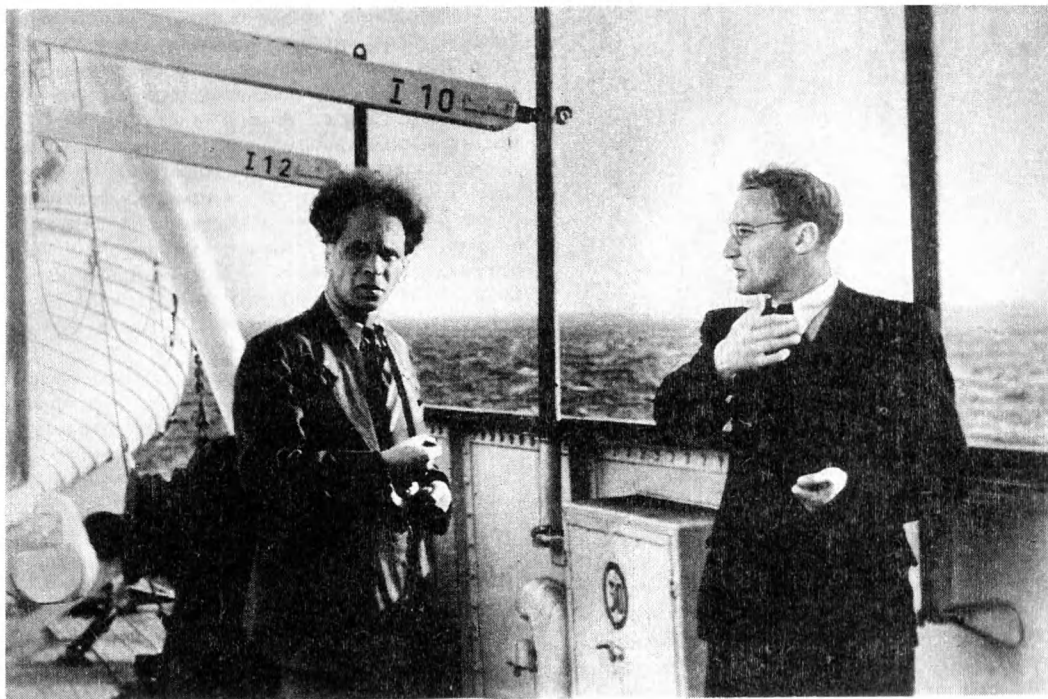
Почти легендарная целеустремленность; не знающая пределов работоспособность; острая, не притупляемая временем, интуиция физика, позволяющая выбрать в потоке идей и информации самое интересное и многообещающее направление; обостренное чувство нового, отлично уживающееся со здоровым консерватизмом — все это было подчинено у Вернова одной цели — исследованию космических лучей.

Сергей Николаевич Вернов родился 11 июля 1910 г. в Сестрорецке под Ленинградом. Его отец был почтовым служащим, мать преподавала математику. Сергей Вернов учился в Единой Трудовой школе в Ленинграде, которую окончил в 1926 г. как «самый лучший ученик выпускного класса». Затем он поступил в Механический техникум, но уже спустя год стал студентом 1-го курса физико-механического факультета Ленинградского политехнического института.

Физико-механический факультет, или известный далеко за пределами Ленинграда «физмех», созданный в 1919 г. по инициативе академика А. Ф. Иоффе, долгое время считался своеобразной кузницей уникальных кадров — инженеров-физиков. Сейчас трудно найти область физики или техники, где бы не работали выпускники Ленинградского политехнического института.

Космические лучи, которые сравнивали с «криком из мирового пространства», захватили воображение Сергея Николаевича. Именно в них виделся тогда ключ к освобождению внутриатомной энергии, к раскрытию тайн мироздания.

К 1931 г., когда Вернов после окончания ЛПИ стал аспирантом Государственного Радиового института, было надежно установлено, что интенсивность космических



В очередной экспедиции. Слева направо:
С. Н. Вернов и Н. А. Добротин

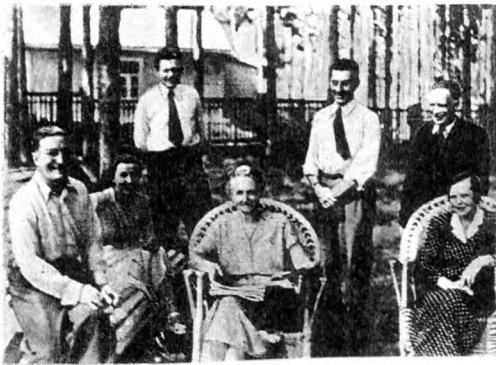
лучей растет по мере удаления от поверхности Земли. Однако к тому времени ученые убедились, что космическое излучение не имеет земных аналогов и его природа значительно сложнее того, что могло бы представить себе самое изощренное воображение. Пионерские работы Д. В. Скобельцина показали, что в космических лучах сосредоточена недостижимая в лабораторных условиях энергия.

... В июне 1934 г. под Ленинградом вблизи станции «Шоссейная» стартовала первая в мире автоматическая станция, регистрирующая космические лучи и передающая данные по радио. Вес первой «летающей лаборатории» составлял 28,6 кг, но уже год спустя его удалось снизить почти на 10 кг. Эта установка была значительно тяжелее обычного радиозонда, который использовали метеорологи. Чтобы исключить риск потерять установку, запуская ее на воздушном шаре, первые испытания провели на самолете. Никто не мог тогда предположить, что прибор, который испытывал 24-летний аспирант С. Н. Вернов, окажется прообразом аппаратуры будущих «Протонов» и «Электронов».

Работа была выполнена молодым исследователем под руководством профессора П. А. Молчанова (изобретателя радиозонда) и Л. В. Мысовского, признанного авторитета в физике атомного ядра и космических лучей.

Для регистрации космических лучей С. Н. Вернов предложил использовать уже снискавшие себе популярность в ядерной физике счетчики Гейгера — Мюллера. Сам факт регистрации космических лучей передать на Землю было несложно: импульсы, вызываемые прохождением космической частицы через счетчик, приводили в действие электромагнитное реле, которое на короткое время включало радиопередатчик. Таким образом, для подсчета числа частиц достаточно было сосчитать радиосигналы. Однако одновременно нужно было знать, на какой высоте находится аппаратура. По предложению П. А. Молчанова, для измерения высоты решено было воспользоваться обычным барографом. Установка была снабжена терморегулятором — чувствительность и стабильность работы приборов не должны были меняться в зависимости от температуры за бортом. И, наконец, миниатюрная электростанция питала усилитель электрических сигналов, радиопередатчик и счетчики.

Первый запуск автостратостата состоялся в апреле 1935 г. Прибор достиг высоты 13,6 км. Радиопередача была непрерывной, пока один из несущих шаров не



На даче академика Д. В. Скобельцына в пос. Можжинка, лето 1951 г. Слева направо: Н. А. Добротин, В. А. Скобельцына, И. Д. Рожанский, Ирен Жолио-Кюри, Фредерик Жолио-Кюри, С. Н. Вернов, М. С. Меркулова — жена С. Н. Вернова

(Фото Д. В. Скобельцына)

лопнул и не начался незапланированный спуск. Тогда впервые С. Н. Верновым были получены сведения об интенсивности вертикального потока космической радиации.

Среди работ, выполненных Верновым в довоенный период, самой значительной считается исследование высотного хода космической радиации на разных широтах. Исследования с помощью космического радиозонда показали, что земное магнитное поле влияет на траектории космических частиц.

Перед войной ученый переехал в Москву, где его ждала работа в Физическом институте АН СССР. Война нарушила планы ученого. В Казани, в эвакуации, Сергей Николаевич, как и большинство физиков его поколения, занимался оборонными заданиями. Продолжить изучение космических лучей ему удалось лишь во второй половине сороковых годов.

Вопрос о природе космического излучения к тому времени еще не был снят с повестки дня. Очень популярной считалась гипотеза об электронной природе космических лучей, сторонником которой был в то время и Вернов. Серия опытов, поставленных Сергеем Николаевичем на теплоходе «Витязь» (1949 г.) и ряд полетов шаровозондов показали, что сравнение поглощения космических лучей в свинце и в воздухе не позволяет считать космические лучи электронами. Только гипотеза о первичных космических протонах могла бы объяснить и геомагнитные эффекты космических лучей (т. е. отклонение их в магнитном поле Земли) и рождение вторичных частиц в земной атмосфере.

Наблюдение космических лучей вблизи земной поверхности — весьма трудная задача для экспериментаторов: слишком мала интенсивность космического излучения на уровне моря. А все эксперименты с космическими лучами на больших высотах носили, как правило, эпизодический характер. Вопрос о космическом мониторинге даже не стоял на повестке дня. Вернов считал, что регулярные наблюдения за космическими лучами совершенно необходимы. В 1957 г. по его инициативе были начаты регулярные запуски космических радиозондов в стратосферу. Результаты — они оказались уникальными — позволили обнаружить гигантские всплески космического излучения после солнечных вспышек, а также выявить влияние 11-летнего и 22-летнего циклов солнечной активности на интенсивность галактических космических лучей. В 1976 г. эта работа была удостоена Ленинской премии.

С. Н. Вернова интересовали не только планетарные эффекты космических лучей, но и ядерно-физические аспекты: каков механизм возникновения электронно-фотонной компоненты? Как происходит рождение пи-мезонов, распад которых приводит к возникновению проникающей мю-мезонной компоненты излучения? Каковы особенности множественного рождения вторичных частиц в атмосфере? Его интересовали космические лучи «в пространстве и времени»: в межгалактических просторах, в межпланетной среде, в окрестностях Солнца и звезд, вблизи Земли, и наконец в микромире, где космические лучи — носители едва ли не самых высоких энергий, возможных в природе, — вызывали при столкновении с атомными ядрами целый фейерверк новых частиц. Вспомним, что и позитроны, и антипротоны, и гипероны, и К-мезоны впервые были замечены при исследовании именно космических лучей.

Одним из интереснейших направлений в физике космических лучей считаются широкие атмосферные ливни (ШАЛ), открытые в 1939 г. французским физиком П. Оже с сотрудниками. Частицы сверхвысоких энергий, попадая в земную атмосферу, способны породить потоки, состоящие из сотен миллионов вторичных частиц. В таких случаях «космический дождь» покрывает площадь в сотни га. Изучать такие эффекты можно только с помощью космических лучей, ибо ускорительной технике столь высокие энергии пока недоступны.

В 1953 г. по инициативе С. Н. Вернова была разработана уникальная установка (она расположена в специальном здании на территории МГУ). Исследование энергетического спектра первичных космических



лучей позволило наряду с частицами галактического происхождения выявить группу «пришельцев» из Метагалактики. Это было открытием. Московская установка претерпела ряд усовершенствований: в настоящее время ее площадь составляет около $0,5 \text{ км}^2$, что дает возможность исследовать ливни, рожденные частицами с энергией до 10^{18} эВ.

В начале 70-х годов под руководством С. Н. Вернова была создана одна из самых мощных в мире установок для исследования ШАЛ: ее размеры до 20 км^2 позволяют «принимать» частицы с энергией до 10^{20} эВ.

Но истинный «звездный час» С. Н. Вернова (члена-корреспондента АН СССР с 1953 г., с 1968 г. — академика) совпал с космической эрой. Стратосферные эксперименты позволили Вернову еще в конце 40-х годов войти в контакт с руководителем отечественной ракетной программы С. П. Королевым. На многих ракетах, достигавших высоты 50—100 км, устанавливалась специально созданная телеметрическая аппаратура для передачи на Землю информации о космических лучах. Группе Вернова пришлось решить многочисленные технические трудности, связанные с размещением аппаратуры на борту ракеты и коротким, измеряемым минутами, временем полета. Анализируя результаты ракетных экспериментов, Сергей Николаевич высказал предположение, что частицы космического из-

С. Н. Вернов сажает первое деревце на территории новой станции ШАЛ в Якутии

лучения, дающие начало электронно-фотонной компоненте вторичных космических лучей, должны иметь время жизни меньше 10^{-9} с. Интуиция не подвела Вернова. Спустя 4 года были открыты нейтральные пи-мезоны, распадающиеся на 2 гамма-кванта со временем жизни порядка 10^{-16} с.

Результаты этих исследований по причине секретности в печать не попали. Лишь спустя 12 лет они были кратко доложены на II Международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве.

Запуск первого ИСЗ для Сергея Николаевича, как и для большинства наших соотечественников, оказался полной неожиданностью. После известия о запуске он немедленно связался с С. П. Королевым. Вернов отлично понимал, какие перспективы для космофизиков открываются в связи с запусками ИСЗ. Второй спутник к тому времени был уже укомплектован аппаратурой. До его запуска оставалось всего 2 недели. Но Вернов добился разрешения установить на «Спутнике-2» приборы (это были газоразрядные счетчики) уже на полигоне. Приборы Вернова впервые в мире обеспечили измерения интенсивности космиче-

ских лучей с помощью ИСЗ. Эксперименты на «Спутнике-2» отметили значительное увеличение космической радиации. На Земле этот всплеск объяснили влиянием небольшой солнечной вспышки. И лишь потом стало ясно, что спутник попал в зону радиационных поясов Земли.

Первое открытие в спутниковых экспериментах сделали американские коллеги. Параметры эллиптической орбиты спутника «Эксплорер-1», запущенного в феврале 1958 г., позволяли «прощупать» околоземное пространство на расстоянии от 356 до 2546 км от поверхности планеты. Счетчики Гейгера — Мюллера, установленные на его борту, усиленно работали, регистрируя все возрастающую космическую радиацию. Но на высоте около 2 тыс. км спутник неожиданно замолчал. У американских физиков, напряженно слушавших эфир, появилась мысль о неисправности аппаратуры — настолько нереальным выглядело предположение о полном отсутствии радиации на этих высотах. Но, когда спутник стал снижаться, регистрация космических лучей возобновилась.

Аппаратура спутника «Эксплорер-III», выведенного на орбиту 26 марта 1958 г., вела себя аналогичным образом. На высоте порядка 2 тыс. км спутник упорно отказывался посылать на Землю информацию о космических лучах. Американские физики, работавшие под руководством Дж. Ван-Аллена, предположили, что на этой высоте существует зона повышенной радиации, настолько сильной, что приборы, не рассчитанные на столь большую нагрузку, буквально зашкаливают.

Результаты первых исследований космических лучей на спутниках озадачили ученых. Возникал вопрос: окружена ли Земля поясами радиации, захваченной геомагнитным полем, или же этой интенсивной радиацией наполнено все околосолнечное пространство, отнюдь не пустое и холодное, как считали не так уж давно? И только благодаря магнитосфере Земли эта радиация, губительная для всего земного, не достигает поверхности планеты, подобно тому как от коротковолнового ультрафиолетового излучения Солнца, убивающего все живое, спасает нас атмосферный озон? Удастся ли человеку, разорвавшему гравитационные узы своей планеты, преодолеть и неожиданно вставший на его пути в Космос радиационный барьер? Дальнейшие ис-

следования советских и американских ученых дали ответы на эти вопросы.

Измерения, сделанные на «Спутнике-3», подтвердили результаты Ван-Аллена. На удалении около 10^3 км от Земли начиналась зона повышенной радиации: каждую секунду счетчики регистрировали до 10^5 частиц на квадратный сантиметр. Интенсивность радиации, как и следовало из теории геомагнитных эффектов, менялась в зависимости от геомагнитной широты. Когда советский спутник пролетал в районе 60-й параллели, интенсивность космических лучей резко возрастала, достигая таких больших величин, что при расшифровке ничего нельзя было сказать об интенсивности радиации, кроме одного: она велика. Когда спутник выходил из этой зоны, интенсивность радиации падала.

Эксперименты с помощью ИСЗ показали, что существуют два радиационных пояса Земли: **внутренний**, впервые обнаруженный американскими физиками под руководством Дж. Ван-Аллена, и **внешний**, открытый советскими учеными во главе с С. Н. Верновым и А. Е. Чудаковым.

На очереди было исследование структуры радиационных поясов Земли, изучение пространства около Луны, Марса, Венеры, создание количественной теории радиационных поясов, понимание роли радиации в космическом пространстве, исследование радиационной стойкости материалов и приборов — без этого невозможно непосредственное участие человека в освоении космического пространства.

Наверное, эта работа должна быть рассчитана не на одну жизнь и не на один научный коллектив. И если академик Сергей Николаевич Вернов успел в ней так много, то может быть потому, что работал до последнего дня, пока не остановилось сердце. Слишком велика была притягательная сила науки о космосе, о строении вещества, о Вселенной. «Космос,— писал С. Н. Вернов,— поистине грандиозная сокровищница еще неизведанных тайн природы!».

А. С. АССОВСКАЯ,
кандидат физико-математических наук

Поздравляем юбиляра

Члену-корреспонденту АН СССР Николаю Николаевичу Парийскому 30 сентября 1990 г. исполнилось 90 лет. Из них 70 — посвящены научной и педагогической деятельности.

Окончив физико-математический факультет Московского университета, Н. Н. Парийский с 1924 г. ведет свою научную деятельность в двух областях науки — астрономии и геофизике. Еще в годы становления советской гравиметрии, он вместе с академиками П. П. Лазаревым, А. А. Михайловым и М. А. Леонтовичем принимал активное участие в геофизических исследованиях Курской магнитной и гравитационной аномалий и Московской гравитационной аномалии. Позднее Н. Н. Парийский разработал оригинальный метод интерпретации результатов наблюдений и показал, что Московская гравитационная аномалия вызвана неоднородностями строения земной коры на больших глубинах.

Большое значение имеют фундаментальные работы Николая Николаевича по созданию системы гравиметрических опорных пунктов и вопросам оценки точности гравиметрической съемки. Николай Николаевич много за-



нимался исследованиями изменения силы тяжести во времени.

Более тридцати лет Н. Н. Парийский возглавлял в Институте физики Земли им. О. Ю. Шмидта лабораторию внутреннего строения Земли. Он — один из руководителей советской школы по высокоточным измерениям и исследованиям приливов в земной коре. Из наблюдений, проведенных на территории СССР и за рубежом, были получены важные характеристики внутреннего строения Земли. Н. Н. Парийскому принадлежит также фунда-

ментальные результаты в области исследования периодических и вековых изменений скорости вращения Земли.

Николай Николаевич проводил важные и интересные работы в различных областях астрономии, в их числе звездная статистика, физика Солнца, космогония. Н. Н. Парийский выполнил большой объем работ по изучению природы солнечной короны, сконструировал ряд оригинальных приборов и установок.

Более двухсот научных работ, большое число научно-популярных статей создали Н. Н. Парийскому заслуженный авторитет и уважение среди геофизиков и астрономов не только нашей страны, но и далеко за ее пределами.

Многогранна педагогическая деятельность Николая Николаевича. Он читал ряд курсов по основным разделам геофизики, астрономии и механики в МГУ и других вузах, воспитал большое число молодых научных работников. Его ученики стали кандидатами и докторами наук, членами-корреспондентами АН СССР.

За большой вклад в советскую науку Николай Николаевич Парийский награжден орденом Ленина, тремя орденами Трудового Красного Знамени и многими медалями.

Желаем Николаю Николаевичу доброго здоровья и долгих лет жизни.

Готовится к печати

Атлас звездного неба

Атлас звездного неба [на эпоху равноденствия 2000.0] выпускается в 1991 г. Центральным советом Всесоюзного астрономо-геодезического общества. Атлас включает звезды до 6,5^m.

Двадцать карт Атласа охватывают все небо. На каждой карте приведены условные обозначения объектов (различных звезд, шаровых и рассеянных скоплений, туманностей, галактик). Описание к звездному атласу и каталогу дано на русском и английском языках.

Ответственный редактор атласа звездного неба — член-корреспондент АН СССР В. К. Абалякин; члены редколлегии: В. Ф. Марков, Д. Н. Пономарев, К. А. Порцевский, Н. Н. Спасский, К. И. Чурюмов.

Атлас представит интерес для профессиональных астрономов и любителей астрономии.

Предполагаемая цена атласа около 10 руб.

Заказы на приобретение атласа звездного неба следует высылать по адресу: 103001, Москва, Садовая-Кудринская, 24, ВАГО. Телефон 291-58-96.

Изучаются вспыхивающие звезды

Л. В. МИРЗОЯН,
член-корреспондент АН СССР
Бюраканская астрофизическая обсерватория

Прошло около полувека после открытия вспыхивающей звезды UV Кита. Ее именем названы переменные звезды, спокойное излучение которых время от времени совершенно неожиданно быстро и сильно возрастает, после чего сравнительно медленно звезда возвращается к первоначальному уровню излучения. В результате такой вспышки примерно за минуту мощность излучения звезды увеличивается в несколько, порою в десятки (очень редко в сотни и больше) раз. Неузнаваемо меняется и спектр звезды. В нашем ближайшем соседстве известно около сотни звезд типа UV Кита. Это довольно старые красные карликовые звезды, заметно уступающие по светимости Солнцу.

За прошедшие годы исследования вспыхивающих звезд типа UV Кита дали интересные данные о кривых блеска, цвете, энергетике, спектрах и других параметрах звездных вспышек, однако, приходится признавать, что многие вопросы, связанные с физической природой звездных вспышек, остаются до конца невыясненными. Нет ответа на принципиальный вопрос, что является источником колоссальной энергии звездных вспышек, во много раз превышающих энергию спокойного излучения звезд. Нам не известна также физическая природа механизмов, приводящих к звездным вспышкам. Еще не решен вопрос о связях наблюдаемых проявлений звездных вспышек в различных областях спектра (оптической, радио, рентгеновской, возможно и в гамма). Даже относительно Солнца, у которого энергия вспышек незначительна по сравнению с энергией его спокойного излучения на эти вопросы мы пока не можем ответить.

Звездные вспышки сильно отличаются от солнечных не только по своим масштабам. Имеются веские основания допустить, что различия между ними носят, по-видимому,

принципиальный характер. В частности, исследования последних лет свидетельствуют, что явление звездных вспышек существенно более сложное, чем предполагалось до сих пор. Новые исследования показывают, что первопричина звездных вспышек, вероятно, имеет внутризвездное происхождение.

Еще в начале 50-х годов, исследуя необычные особенности излучения молодых звезд, В. А. Амбарцумян обратил внимание на то, что вспыхивающие звезды типа UV Кита, почти не отличаясь по своему спокойному излучению от старых нормальных звезд, в периоды вспышек приобретают свойства молодых звезд типа Т Тельца (в их спектрах появляются сильные эмиссионные линии и коротковолновая непрерывная эмиссия). По мнению В. А. Амбарцумяна, это можно объяснить тем, что вспыхивающие звезды родственны звездам типа Т Тельца.

Эта точка зрения была подтверждена наблюдениями Г. Аро и В. Моргана, открывших первые вспыхивающие звезды в области недавнего звездообразования — ассоциации Ориона. Вскоре Г. Джонсон и Р. Митчелл вспыхивающие звезды обнаружили и в более старой системе — скоплении Плеяды. Открытия инициировали новые фотографические наблюдения областей ближайших ассоциаций и скоплений на широкоугольных телескопах, с целью обнаружения вспыхивающих звезд. В результате в системах разного возраста было обнаружено значительное число вспыхивающих звезд.

Г. Аро первым понял эволюционное значение этих звезд. Он отметил, что в очень молодых системах вспыхивающие звезды сосуществуют со звездами типа Т Тельца, представляющими начальную стадию эволюции. В сравнительно старых системах (Плеядах, Гиадах и др.), где уже нет звезд типа Т Тельца, вспыхивающие звезды встречаются в обилии. Учитывая это, Г. Аро

высказал идею о том, что **вспыхивающие звезды представляют собой раннюю стадию эволюции красных карликовых звезд.**

Это предположение получило поддержку после того, как В. А. Амбарцумян статистическим методом оценил полное число вспыхивающих звезд в скоплениях Плеяды и показал, что в Плеядах все или почти все звезды низких светимостей должны быть вспыхивающими. Такой вывод был полностью подтвержден последующими фотографическими наблюдениями, выполненными в Мексике, СССР, Италии. Они показали, что в ближайших звездных скоплениях и ассоциациях вспыхивающие звезды встречаются довольно часто.

Таким образом, благодаря классическим работам В. А. Амбарцумяна и Г. Аро, основанным на анализе результатов фотографических наблюдений, было установлено, что звездные вспышки характеризуют определенную стадию в жизни звезды.

Исследование вспыхивающих звезд проводится обычно в двух направлениях: физическое исследование, основанное на наблюдениях звезд типа UV Кита в окрестностях Солнца, и эволюционное исследование, основанное на наблюдениях больших выборок вспыхивающих звезд в скоплениях и ассоциациях.

В конце 1989 г. в конференц-зале Бюраканской астрофизической обсерватории состоялся симпозиум Международного астрономического союза (МАС) № 137 «Вспыхивающие звезды в звездных скоплениях, ассоциациях и окрестностях Солнца». В работе его приняли участие 93 ученых из 19 стран¹.

На симпозиуме было представлено 70 докладов, из них 8 обзорных, в которых рассматривалось современное состояние, проблемы и перспективы развития исследований в соответствующих областях.

Л. В. Мирзоян показал, что вспыхивающие звезды, наблюдаемые в скоплениях и ассоциациях, и звезды типа UV Кита окрестностей Солнца составляют единый класс объектов, обладающих общим свойством — **вспышечной активностью**, а наблюдаемые между ними различия обусловлены различием их возраста. Вспыхивающие звезды окрестностей Солнца, вероятно, сформировались в системах, которые за время их жизни уже успели распасться, вследствие чего в настоящее время они образуют население общего галактического поля.

Доклад К. Р. Ланга был посвящен об-

суждению наблюдений радиоизлучения от вспыхивающих звезд окрестностей Солнца, которые проявляются в виде быстрых флюктуаций, высоких яркостных температур, небольших областей излучения. На основе современных наблюдательных данных о размерах источников были рассмотрены возможные механизмы радиоизлучения.

Перспективы физического изучения звездных вспышек в различных фазах были обсуждены М. Родоно. Результаты, достигнутые благодаря усовершенствованию временного и спектрального разрешения наблюдений в широкой области спектра (от рентгеновской до ближней инфракрасной и радио), еще не привели к созданию последовательной картины солнечных и звездных вспышечных событий, однако, обещают прогресс в будущем.

Результаты обширных фотоэлектрических наблюдений вспыхивающих звезд в областях Ориона и Лебеда, выполненных астрономами разных стран (Мексика, Италия, СССР, Болгария, Венгрия и др.) за последние десятилетия, послужили основой для составления каталогов вспыхивающих звезд, обнаруженных в этих областях. «Каталог вспыхивающих звезд Ориона», представленный Р. Ш. Нацвлишвили, содержит сведения о 491 звезде и 654 вспышках, а «Каталог вспыхивающих звезд Лебеда», представленный М. К. Цветковым и К. П. Цветковой (Болгария) — о 90 звездах и 126 вспышках.

Астрономы из Мюнстерского университета (ФРГ), под руководством В. Зайттера и с участием М. К. Цветкова (Болгария), используя возможности Европейской южной обсерватории в Чили, проводят обзор некоторых областей южного неба с целью исследования вспыхивающих звезд. О первых результатах этих наблюдений сообщалось в докладе Р. Аниола (ФРГ) и др. Обработка фотоэлектрических пластинок в Мюнстере ведется с помощью специально созданной аппаратуры, которая открывает широкие возможности для массового исследования вспыхивающих звезд. В докладе Л. В. Мирзояна и др. были представлены результаты спектральных наблюдений ряда вспыхивающих звезд в Плеядах, выполненных на 6-метровом телескопе, с помощью щелевого спектрографа. Э. С. Парсамян и Г. Б. Оганян представили результаты исследования «медленных» вспышек в звездных скоплениях, ассоциациях и в окрестностях Солнца. Полученный авторами вывод о том, что мощные «медленные» вспышки происходят чаще в глубоких слоях фотосферы звезды, может иметь важное значение для физики вспышек.

¹ Следует отметить, что аналогичные симпозиумы с участием иностранных ученых проходили в Бюракане раньше: в 1976, 1979 и 1984 гг.



Во время перерыва: а) справа налево: Ч. Лада (США), М. С. Джиампана (США), М. Родоно (Италия) и Р. Паллавичини (Италия), б) А. Блау (Голландия) (слева) беседует с Г. Е. Бромейджем (Великобритания), в) академик В. А. Амбарцумян (справа) и Г. Ф. Гаам (Швеция)

На симпозиуме особое внимание было уделено объектам, родственным со вспыхивающими звездами в эволюционном отношении, в первую очередь звездам типа Т Тельца. В обзорном докладе В. А. Амбарцумяна «Некоторые заключения о звездах типа Т Тельца» особый упор делался на исследование явлений, свидетельствующих о переходах материи в ранних стадиях эволюции звезд из более плотных состояний в менее плотные, что представляется весьма неожиданным для

современных теорий эволюции звезд. Докладчик специально остановился на глубокой связи, существующей между активностью звезд типа Т Тельца и вспышечной активностью.

Значительное место в работе симпозиума занимали доклады по теоретическим проблемам и интерпретации наблюдений. Этим вопросам были посвящены обзорные доклады В. П. Гринина (СССР) «Обзор теоретических моделей вспышек звезд типа UV Кита» и Ч. Лада (США) «О происхождении карликовых звезд». Все существующие модели построены на допущении физического сходства вспышек на звездах типа UV Кита и Солнца. Однако имеется много данных, показывающих, что аналогия между этими вспышками не полная. Это обстоятельство подчеркивал В. П. Гринин. Он отметил также некоторые теоретические и наблюдательные задачи, решение которых, по его мнению, может привести к лучшему пониманию физики звездных вспышек.

О неожиданных открытиях и новых результатах, полученных в процессе исследования звездообразования, рассказал Ч. Лад (США). Теперь стало очевидным, например, что биполярные истечения звездной материи — это фундаментальный аспект звездообразования, и понимание того, как звезда формируется, выбрасывая массу, может стать ключом к открытию закономерностей происхождения звезд.

Несмотря на тяжелую обстановку, в которой находилась Армения в дни работы симпозиума МАС, гостям предоставили возможность познакомиться с культурой и историей Армении, совершить экскурсии по Еревану, побывать в Матенадаране — хранилище древних рукописей и в Музее современного искусства, посетить памятники жертвам геноцида армян 1915 г. и Мемориал героев Сардарпатской битвы 1918 г., осмотреть исторические памятники архитектуры в Эчмиадзине, Гарни и Гегарде.

На орбите — комплекс «Мир»

В ноябре и начале декабря 1990 г. продолжала свою работу (с 3 августа 1990 г.) на борту станции «Мир» седьмая экспедиция на эту станцию в составе космонавтов Геннадия Михайловича Манакова и Геннадия Михайловича Стрекалова.

После выхода в открытый космос (в ночь с 29 на 30 октября) космонавты прошли в первых числах ноября контрольное медицинское обследование и участвовали в проведении телевизионного моста «Центр управления полетов — борт комплекса «Мир» — Токио». 4 и 5 ноября космонавты начали плавки на установках «Галлар» и «Кратер-В» для получения еще двух высококачественных монокристаллов полупроводников, необходимых отечественной микроэлектронике, продолжались также астрофизические исследования и технические эксперименты, проводились операции с автоматическим грузовым кораблем «Прогресс М-5». 28 ноября был осуществлен спуск с орбиты экспериментального образца возвращаемой баллистической капсулы, входившей в состав обновленного «Прогресса». На Землю доставлен контейнер с 50 кг материалов исследований, выполненных космонавтами. Астрофизические исследования космонавты проводили, используя телескоп «Букет» и спектрометр «Гранат».

2 декабря был произведен запуск космического корабля «Союз ТМ-11». В составе

его экипажа — Виктор Михайлович Афанасьев (командир корабля), Муса Хираманович Манаров (бортинженер) и гражданин Японии журналист Теохио Акияма.

Афанасьев Виктор Михайлович родился 31 декабря 1948 г. в Брянске. В 1970 г. окончил высшее военное авиационное Краснознаменное училище летчиков им. А. Ф. Мясникова. Служил в ВВС летчиком, затем испытателем. Имеет квалификации «Военный летчик 1 класса» и «Летчик-испытатель 1 класса». Член КПСС с 1971 г. В 1980 г. без отрыва от работы окончил Московский авиационный институт им. Серго Орджоникидзе (МАИ). Прошел полный курс подготовки к полетам на корабле «Союз ТМ» и орбитальной станции «Мир».

Манаров Муса Хираманович родился 22 марта 1951 г. в Баку. После окончания МАИ (1974 г.) работал в НПО «Энергия». Член КПСС с 1980 г. В отряде космонавтов с 1978 г. Принимал участие в управлении полетом орбитального комплекса «Мир» в качестве сменного руководителя полета. В 1987—88 гг. совершил 366-суточный космический полет на станции «Мир» (бортинженер третьей основной экспедиции). Имеет квалификацию «Космонавт 2 класса», Герой Советского Союза, народный депутат РСФСР.

Теохио Акияма родился 22 июля 1942 г. в Токио. В 1966 г. окончил Международный крестьянский университет (Токио) и работает в японской телевизионной корпорации Ти-би-эс старшим редактором и комментатором программы международных новостей. Прошел подготовку к полетам на японских военных истребителях в качестве репортера. В октябре 1989 г. приступил к тренировкам в Центре подготовки им. Ю. А. Гага-

рина и прошел курс подготовки к полетам на кораблях «Союз ТМ» и орбитальном комплексе «Мир».

После успешной стыковки корабля «Союз ТМ-11» со станцией «Мир» (4 декабря) на орбитальном научно-исследовательском комплексе начал работу международный экипаж, которому направил приветствие Президент СССР М. С. Горбачев.

В ходе совместного полета космонавты продолжали научные исследования (например, эксперимент по космической биотехнологии «Рекомб» — культивирование в невесомости гибридных клеток, которые будут использованы на Земле для получения биологически активных веществ) и осуществляли передачу вахты экипажу восьмой основной экспедиции. Теохио Акияма занимался не только репортерской деятельностью, но и выполнял, например, эксперимент по оценке состояния вестибулярного аппарата человека на этапе адаптации к невесомости. После завершения недельного совместного полета на Землю благополучно возвратился Теохио Акияма и пробывшие полгода в космосе Г. М. Манаков и Г. М. Стрекалов.

Указом Президента СССР Г. М. Манакову присвоено звание Героя Советского Союза и звание «Летчик-космонавт СССР». Дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР Г. М. Стрекалов, космонавт-исследователь Теохио Акияма и его дублер гражданин Японии космонавт-исследователь Реко Кикиути награждены орденом Дружбы народов.

На станции «Мир» приступила к работе восьмая основная экспедиция. В. М. Афанасьеву и М. Х. Манарову предстоит полгода трудиться на орбите.

Международное сотрудничество

Чтобы космос оставался мирным

А. Д. КУРЛАНОВ,
доктор технических наук

КОСМОС — ДЕМИЛИТАРИЗОВАННАЯ ЗОНА

В ходе работы Специального комитета по космосу неоднократно заявлялось, что космическое пространство — общее достояние человечества, оно должно использоваться исключительно в мирных целях. Участники дискуссии констатировали, что в настоящее время в космосе нет оружия, но появляются планы нарушить его «чистоту».

Многие делегации выступили за такой мандат Специального комитета, который предусматривал бы проведение переговоров, считая, что стадия изучения проблемы недопущения оружия в космос уже пройдена и необходимо переходить к более конкретной работе по ее разрешению. При этом в качестве предмета переговоров выдвигались как всеобъемлющие предложения, так и предложения по отдельным аспектам этой проблемы.

Представители Италии и Венесуэлы высказались за пересмотр режима Договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства 1967 года: содержащийся в нем запрет на запуск в космос ядерного оружия и оружия массового поражения распространить на все виды оружия. Делегацией СССР была

О пагубности для человечества милитаризации космоса написано немало. Несмотря на ослабление в последнее время военной напряженности, говорить, что угроза жизни на Земле устранена, пока рано. Многие еще предстоит сделать для выработки взаимоприемлемых решений, заключения соответствующих международных соглашений. Такая работа ведется, в частности, в созданном пять лет назад Международной конференцией по разоружению Специальном комитете, которому поручено изучение вопросов, связанных с предотвращением гонки вооружений в космическом пространстве.

Предлагаемая статья позволит познакомиться с позициями участников дискуссий в комитете, их аргументацией, узнать о выдвинутых предложениях и реакции на них.

отмечена привлекательность этого предложения. Оно позволяет сравнительно простым путем перекрыть каналы проникновения оружия в космос. Хотя можно предвидеть трудности при внесении корректировок в действующее международное соглашение.

Нашей страной ранее был подготовлен и вынесен на обсуждение проект Договора о запрещении размещения в космическом пространстве оружия любого рода. Он

вызвал критические замечания некоторых делегаций.

Представитель ФРГ заявил, что советский проект не является приемлемой основой для проведения переговоров, так как в нем предусматривается в качестве законной меры перехват космических объектов, если они используются не в мирных целях. Решение же вопроса о таком перехвате принимается лишь перехватывающей стороной, которая таким образом сама присваивает себе роль космической полиции. А это открывает возможность для неправомерного использования договора и, более того, стимулирует разработку противоспутниковых систем.

Представитель Франции также выразил обеспокоенность тем, что проект договора позволяет каждому государству уничтожить космический объект, который оно сочтет по собственному усмотрению носителем оружия, без консультаций и без ссылок на какой-либо ранее установленный критерий.

Эти позиции и соображения были учтены в советском проекте Договора о запрещении применения силы в космическом пространстве и из космоса в отношении Земли.

Ряд делегаций не поддержал и это предложение СССР. Так, представитель Великобритании заявил, что предлагаемые проекты, возможно, служат укреплению



позиций Советского Союза на его двусторонних переговорах с Соединенными Штатами и имеют определенную пропагандистскую направленность, имея целью оказать влияние на общественное мнение, но они не способствуют выполнению мандата комитета. А представитель США посчитал, что советское предложение о запрещении применения силы в космическом пространстве — либо излишне для существующего правового режима, либо идет в обход существенной части современного международного права.

ЗАЩИТИТЬ СПУТНИКИ

Большой интерес был проявлен многими делегациями к проблеме обеспечения иммунитета искусственных спутников Земли, разработке соответствующего международного кодекса поведения.

По мнению Франции, предоставление иммунитета спутникам имеет первоочередное значение в проблеме предотвращения гонки вооружения в космическом пространстве.

Представитель ФРГ в своем выступлении заявил, что в защите нуждаются только спутники, выполняющие функции контроля, наблюдения, связи и управления, являющиеся жизненно важными компонентами стратегической стабильности. Спутники же, выполняющие только военные функции, не могут пользоваться правовым иммунитетом.

Польский представитель высказался за предоставление иммунитета всем спутникам без исключения, потому что невозможно провести четкое разграничение между спутниками, выполняющими различные функции, в том числе и военные.

Идею обеспечения иммунитета искусственным спутникам Земли поддержали

делегации Аргентины, Болгарии, ГДР, Канады, Монголии, Нидерландов, Пакистана, Чехословакии, Швеции.

Особую позицию заняла делегация США: если эти предложения имеют цель запретить государствам принимать меры против спутников в случае законной самообороны, то они подрывают Договор по космосу, Устав ООН и лишают суверенные государства неотъемлемого права принимать меры, необходимые для их защиты в случае угрозы силой или ее применения.

В центре дискуссии оказался вопрос о запрещении противоспутникового оружия.

Шведский представитель даже заявил: «Главная задача конференции должна заключаться в достижении полного запрещения противоспутникового оружия». Его поддержал министр иностранных дел Индии: «В области предотвращения гонки вооружений в космосе основное внимание следует уделять прекращению разработки противоспутникового оружия, свертыванию существующих систем, запрещению вывода новых систем оружия в космическое пространство».

Свое мнение высказала делегация Китая: «Поскольку противоспутниковое оружие — это такое космическое оружие, которое уже имеется в настоящее время, то его запрещение в качестве начальной меры имеет определенное практическое значение. Поэтому китайская делегация может согласиться с этим предложением. Однако необходимо отметить, что никоим образом не следует игнорировать запрещение других видов космических вооружений».

В заявлении по этому вопросу делегацией ФРГ было отмечено, что всеобъемлющее запрещение противоспутникового оружия долж-

но охватывать практически все средства, технически способные поражать спутники, их уничтожать или серьезно затруднять выполнение предписанных им функций с помощью кинетических, взрывных, электронных или термодинамических эффектов. Среди прочего должны быть охвачены и межконтинентальные баллистические ракеты, а также сами спутники, которые без особых финансовых затрат могут направляться для столкновения с другими спутниками, находящимися на их орбите.

Идею полного запрещения противоспутникового оружия поддержали также представители Индонезии, Бирмы, Венесуэлы, Египта, Заира, Марокко, Румынии, Чехословакии.

Предложения делегаций Нидерландов, Великобритании, Пакистана, Франции и Шри-Ланки предусматривают ограничение противоспутниковых систем. Так, делегация Франции высказалась за достижение многосторонней договоренности по ограничению противоспутниковых систем, которая включала бы, в частности, запрещение всех систем, способных поражать спутники на высоких орбитах. Их защита, по мнению Франции, имеет наибольшее значение с точки зрения стратегического баланса. Предложение было поддержано делегациями Шри-Ланки и Нидерландов.

Рассмотреть вопросы ограничения противоспутниковой деятельности предложили также делегации Великобритании и Пакистана. Делегация Пакистана отметила: «Широко признана важность запрещения противоспутникового оружия. Нет необходимости говорить о том, что такое запрещение должно обеспечить защиту лишь спутникам, используемым в мирных целях, но никак не спутникам, создающим угрозу безопасности других государств. По-

этому запрещение противоспутникового оружия предполагает выработку согласованного определения мирных функций, а также создания системы проверки, направленной на определение того, соответствуют ли объекты, запускаемые в космос, этому критерию».

Еще один подход к этой проблеме обозначился в позиции делегаций ГДР, МНР, Австралии, Аргентины, Польши, Болгарии, Венгрии, СССР. По их мнению, должны решаться одновременно две взаимосвязанные задачи: запрещение противоспутниковых систем, с одной стороны, и обеспечение иммунитета искусственным спутникам Земли — с другой.

С предложениями и призывами к США и СССР ликвидировать имеющееся у них противоспутниковое оружие выступили делегации Болгарии, ГДР, Египта, Индии, Марокко, Монголии, Польши.

В ответ на это представитель США заявил, что это связано с огромным количеством проблем. Ключевая среди них — контроль за соблюдением такого соглашения. Предлагаемые схемы контроля не вполне отвечают этой задаче. Кроме того, необходимо договориться, а сделать это будет непросто, что считать противоспутниковым оружием.

ЧТОБЫ ДОВЕРЯТЬ ДРУГ ДРУГУ

Мерой, способствующей укреплению доверия между договаривающимися сторонами, является действенный контроль за соблюдением соглашений. Выступая в 1987 г. перед участниками Конференции по разоружению, министр иностранных дел СССР Э. А. Шеварднадзе заявил: «Особенно важную роль, по нашему мнению, контроль выполнит в предотвращении гонки вооружений в космосе. Были бы чрезвы-

чайно признательны Вам за пристальный взгляд к предложению о создании системы международного контроля за сохранением космоса мирным. Разве не разумна идея инспектирования каждого космического запуска? В мире пока не так уж много космодромов, и присутствие на них международных контролеров надежно гарантировало бы, что выводимые в космос объекты не являются оружием и не оснащены какими-либо видами оружия. Но мы идем дальше и предлагаем не просто присутствие, а постоянное присутствие инспекторских групп на всех полигонах для запусков космических объектов... При полном же запрете ударных космических вооружений Советский Союз готов распространить инспекции на склады, промышленные предприятия, лаборатории, испытательные центры и тому подобное».

О необходимости инспекций в местах запуска говорил в своем выступлении и представитель Аргентины: «Космические державы, число которых невелико, располагают всего несколькими местами для запуска объектов в космос. Проверка характера объектов, запускаемых в космос, может проводиться в самих местах запуска, и это полностью развеяло бы любые сомнения относительно военного или мирного характера объекта, направляемого в космос».

Против идеи создания международного космического инспектората возражала делегация США. Ею, в частности, было заявлено, что Соединенные Штаты предвидят существенные правовые, технические, политические и организационные трудности в связи с созданием любого международного контрольного инспектората. Соединенные Штаты считают, что это предложение может носить скорее де-

стабилизирующий, нежели стабилизирующий характер, поскольку оно может нанести ущерб развитию или ослабить эффективность стратегического оборонительного потенциала, не угрожающего никому.

Франция предложила для проверки выполнения определенных двусторонних соглашений о контроле над вооружениями и для осуществления наблюдения за кризисными ситуациями создать Международное агентство спутников контроля (МАСК). Интерес к предложению Франции проявили делегации Австралии, Аргентины, ГДР, Индии, Пакистана, Польши, Швеции, Шри-Ланки, Японии.

Делегации Болгарии, СССР и Чехословакии представили рабочий документ, в котором отмечается, что «для обеспечения международного сообщества достоверной и разносторонней информацией, относящейся к соблюдению многосторонних договоров и соглашений в области разоружения и снижения международной напряженности, а также к наблюдению за военной обстановкой в конфликтных районах, можно было бы в развитие выдвинутой Францией идеи выступить к созданию Международного агентства космического наблюдения, которое стало бы в перспективе составной частью Международного агентства контроля». Советский Союз выразил готовность рассмотреть вопрос об осуществлении запуска спутников агентства советскими ракетами-носителями на взаимоприемлемых условиях.

Никакого решения по созданию Международного агентства космического наблюдения (МАКН) пока не принято.

Представителем Канады было предложено два варианта использования спутников третьих стран для кон-

троля за размещением оружия в космосе и проверки соглашений по мерам доверия и ограничению обычных вооружений прежде всего в Европе. Предложение Канады получило поддержку делегаций СССР, ГДР, Австралии, Индии, Китая, Польши, Чехословакии, Швеции, Японии.

Представитель ФРГ высказался за разработку кодекса поведения для космического пространства, содержащий «взаимный отказ от мер, которые могли бы мешать функционированию космических объектов других государств, установление минимальных дистанций между космическими объектами, лимитов скоростей, допустимых для космических объектов и тому подобное». По мнению делегации ФРГ, необходимость разработки «правил дорожного движения» обусловлено, в частности, «перенасыщенностью» космического пространства и связанным с этим риском непреднамеренного столкновения спутников с космическим мусором.

Аналогичную по направленности инициативу выдвинула Франция. Ею предусматривается регистрация космических объектов и уведомления об их запуске.

Представитель Аргентины выступил с заявлением: «Мы считаем, что международное сообщество воспримет с подлинным облегчением известие о том, что до настоящего времени в космическом пространстве не размещалось оружие. По нашему мнению, для информирования общественности о том, что в космическом пространстве не размещалось на постоянной основе никакого оружия, вполне мог бы служить доклад Конференции по разоружению, который она представляет Генеральной Ассамблее».

Предложение Аргентины поддержал в принципе и Со-

ветский Союз, взявший ранее на себя обязательство не выводить первым оружие в космос. В то же время делегация США поставила под сомнение целесообразность данного предложения, утверждая, что «одностороннее и не поддающееся проверке заявление о размещении оружия в космосе на постоянной основе вызывает целый ряд проблем».

Ряд делегаций предложили укрепить конвенцию 1975 г. о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство.

Представитель Канады сказал: «Мы предлагаем, чтобы государства-участники конвенции по регистрации рассмотрели возможность значительно более серьезного выполнения своих обязанностей по сообщению данных об общем назначении космических объектов. Необходимо, чтобы они своевременно представили конкретную информацию о назначении спутника, в том числе выполняет ли спутник военные или гражданские задачи, или и те и другие одновременно». Аналогичную точку зрения выразила делегация Индии.

Критически были восприняты предложения о расширении сферы действия конвенции делегацией США: «Конвенция о регистрации не является документом по вопросам контроля над вооружениями или укрепления доверия. Она была согласована с целью создания международного регистра объектов в плане практического осуществления конвенции 1972 г. об ответственности за нанесение ущерба космическими объектами. Ее рассмотрение подпадает под компетенцию Комитета ООН, а не Специального комитета по космосу Конференции по разоружению. Кроме того, в 1988 г. Генеральная Ассамблея провела рассмотрение конвенции и

пришла к выводу, что такой пересмотр нецелесообразен. Конвенция эффективно действует». Такое же отношение к конвенции высказал и советский представитель.

Делегация Пакистана предложила в качестве временной меры до заключения всеобъемлющего договора о предотвращении гонки вооружения в космическом пространстве принять международный документ, дополняющий Договор по ПРО, заключенный в 1972 г. между СССР и США.

Этот документ, по мнению делегации СССР, мог бы содержать, в частности, следующие элементы:

- а) признание и подтверждение значения Договора по ПРО между США и СССР;
- б) заявление о неизменной приверженности обеих держав строгому соблюдению положений этого Договора;
- в) ясное толкование научно-исследовательской деятельности, допустимой в соответствии с Договором по ПРО не только для двух сторон, но и для других развитых в технологическом отношении государств с тем, чтобы облегчить беспристрастное толкование таких неясных аспектов Договора, как определение «исследований» и «использование других физических принципов»;
- г) описание механизма, позволяющего пресечь те виды деятельности, которые противоречат ограничениям, содержащимся в Договоре по ПРО.

Таковы основные проблемы, цель обсуждения которых — сохранить космос мирным. Чтобы космонавтика служила только научно-техническому, социальному и экономическому развитию человечества, предстоит найти ответы еще на многие вопросы, сблизить позиции, добиться полного взаимопонимания и доверия.

Из новостей зарубежной космонавтики

Япония: старт в XXI век

Увеличение расходов на космические программы

В 1990 г. общие расходы Японии на деятельность в области космических программ составят 165 млрд иен (по курсу американского доллара на начало 1990 г. это соответствует немногим менее 1,12 млрд долл.), что на 4,6 % больше ассигнований 1989 г. В эту сумму не входят расходы частного сектора на производство таких компонентов, как спутники связи и космические станции, а также затраты на НИОКР, финансируемые промышленностью. Эти расходы обычно составляют более 75 % общих средств, расходуемых на исследования и разработки.

Самый большой вклад правительства Японии в бюджет финансирования космических программ идет через управление по науке и технике STA (Science and Technology Agency), которое в 1990 ф. г. имеет общие ассигнования в сумме 119,4 млрд иен. Из этой суммы 116,3 млрд должно быть выделено Национальному управлению по исследованию космического пространства NASDA (National Space Development Agency) и 2,5 млрд Национальной авиационно-космической лаборатории NAL (National Aerospace Laboratory).

Планы расходов NASDA на 1990 г. включают следующие важные программы: программа ракеты-носителя (РН) Н-2 — 38,58 млрд иен плюс дополнительно 10 млрд из фондов 1989 г.; телевизионный спутник BS-3 — 17,4 млрд иен; радиолокационный спутник ERS-1 — 11,54 млрд иен; космический модуль JEM (Japanese Experimental Module) — 9,8 млрд иен; технологический спутник EIS-6 — 9,52 млрд иен; разработка эксперимента для проведения в полете космической лаборатории «Спейс-лэб» — 7,05 млрд иен; метеоро-

логический спутник GMS-5 — 4,39 млн иен; спутник связи CS-4 — 2,57 млрд иен; спутник дистанционного зондирования ADEOS — 1,7 млрд иен; исследование по экспериментальному спутнику сопровождения и передачи данных EDRTS (Experimental Data Relay and Tracking Satellite) — 92 млн иен.

«Space Markets», 1990, 6, 1

Частный космический консорциум

В начале мая 1990 г. 77 японских фирм, связанных с космосом, образовали частный консорциум для строительства японских ракет-носителей (РН) и спутников, а также осуществления их запусков на коммерческой основе. Об этом сообщила фирма «Мицубиси хэви индастриз» — организатор данного проекта.

Новая фирма под названием «Рокет системз» не будет, в отличие от европейского консорциума «Арианспейс», заниматься пусками ракет, которые останутся в ведении японского Национального управления по исследованию космического пространства (НАСДА). Инициатива создания консорциума, одобренная японскими властями, направлена на рационализацию и сокращение стоимости национальных космических программ, сказал представитель «Мицубиси хэви индастриз».

«Рокет системз» будет поставлять для НАСДА спутники, детали и двигатели ракет, а также различные материалы, используемые в космической технике. Начальный капитал нового консорциума 480 млн иен (3,2 млн долл.). В этом консорциуме будет участвовать крупная авиационно-космическая фирма «Исикавадзима харима хэви индастриз», а также такие гиганты японской промышленности и электроники как НЕК,

«Тосиба», «Кавасаки хэви индастриз» и «Мицубиси электрик».

Поручая осуществление части своей космической программы частным фирмам, Япония, по мнению обозревателей, сразу же выходит на рынок запуска спутников, на котором ведущую роль играют США, Европа, СССР и даже Китай.

Проект ракеты на твердом топливе

Япония намерена разработать новую ракету на твердом топливе, способную выводить на орбиту полезную нагрузку массой 2 т. Об этом сообщила комиссия Научно-технического управления Японии.

Новая ракета М-5 предназначена для замены ракеты М-3S-2. Она используется с 1985 г. и, в частности, с ее помощью в январе 1989 г. был запущен на орбиту первый японский лунный спутник.

Масса полезного груза (ПГ) РН М-5 на низкой околоземной орбите составляет около 2 т, тогда как РН М-3S-2 может доставить ПГ массой 770 кг на низкую орбиту и 130 кг на околосолнечную орбиту. Затраты на разработку новой РН и наземных средств запуска составляют 140 млн долл. (20 млрд иен), а стоимость пуска РН М-5 порядка 38 млн долл. (5,5 млрд иен), что на 30 % превышает стоимость пуска РН М-3S-2.

Комиссия отметила, что исследовательская часть работы по проекту новой ракеты начнется в этом году, и сама ракета будет готова в 1994 г.

Новая ракета будет иметь трехступенчатую схему по аналогии с М-3S-2. Благодаря повышенной мощности она должна обеспечить запуски межпланетных космических аппаратов в направлении Венеры и, может быть, Марса.

Институт по авионавигации и исследованию космического пространства (ISAS) министерства просвещения считает, что разработка этой ракеты обойдется примерно в 40 млн долл.

Агентство Франс Пресс

Разработка новой техники

Национальное управление по исследованию космического пространства Японии создает на базе эксплуатируемой в настоящее время ракеты Н-1 ракету-носитель Н-2, которая сможет выводить на переходную к геостационарной орбиту полезные нагрузки массой около 4 т. При обеспечении высокой надежности стоимость запусков уменьшится.

Ведется также концептуальная разработка орбитального самолета «Хоуп» — беспилотного крылатого летательного аппарата, запускаемого ракетой-носителем Н-2 и возвращающегося на взлетно-посадочную полосу после спуска и планирования в атмосфере. Ввод орбитального самолета в эксплуатацию намечен на конец 90-х годов.

Агентство Франс Пресс

Полет японского «лунника»

В одной из японских легенд прекрасная лунная принцесса смогла прилететь на Землю, а потом вернуться домой, облачившись в чудесное одеяние из птичьих перьев — «хагоромо». Теперь так назван первый японский автоматический аппарат, вышедший 19 марта 1990 г. на окололунную орбиту. (Земля и Вселенная, 1990, № 4, с. 53.— *Ред.*)

Лунный орбитальный отсек был выведен сперва на околоземную орбиту на борту ИСЗ «Хитен», запущенного 24 января. Их разделение состоялось, когда «Хитен» находился в 16422,4 км от Луны.

На борту «Хагоромо» было установлено фотооборудование, предназначенное для съемок Земли и Луны, причем выдержки запрограммированы столь длительные, чтобы лимб (край) этих

небесных тел выглядел как можно отчетливее, что позволяло использовать изображения для навигационных целей — точного определения места как лунного отсека, так и спутника, оставшегося на околоземной орбите.

Единственный чисто научный прибор японского «лунника» — детектор, регистрирующий столкновения аппарата с микрометеоритами. За первые же сутки работы он зафиксировал несколько подобных событий. Полученные данные обрабатываются в японском Институте по авионавигации и исследованию космического пространства.

После отделения «Хагоромо» была изменена орбита «Хитеня», имевшая первоначально перигей 442 тыс. км и апогей 727 тыс. км. После этого ее перигей составил всего 11 тыс. км, а апогей — 116 тыс. км. Такой маневр рассматривается в качестве репетиции перед запуском в 1992 г. спутника «Geotail» («Геотейл»). Это будет совместный американо-японский эксперимент по изучению «хвоста» магнитного поля Земли.

«Science News», 1990, 137, 13

Планируется запуск нового КА к Луне

Ученые японского Института по авионавигации и исследованию космического пространства (ISAS) планируют повторить успешный запуск КА к Луне. Решено выполнить полет, задачей которого станет контроль «лунотрясений» с помощью зондов-пенетраторов, сброшенных на лунную поверхность КА, находящимися на окололунной орбите.

Новый полет к Луне предварительно запланирован на 1995 г. и будет осуществлен с помощью разрабатываемой в настоящее время новой твердотопливной РН М-5.

В новом полете с орбитального КА на лунную поверхность будут сброшены три пенетратора диаметром 12 см, длиной около полуметра и массой 13 кг. Зоны размещения пенетраторов на Луне: вблизи места посадки космического корабля «Аполлон», на обратной стороне Луны и вблизи северного полюса Луны. Перед контактом с лунной поверхностью скорость полета пенетраторов бу-

дет уменьшена с помощью тормозных двигателей, однако посадочная скорость составит 250—300 м/с.

Пенетраторы проникнут на 1—3 м вглубь лунных пород. Крошечные сейсмометры и другие приборы пенетраторов передадут на Землю через орбитальный КА информацию о лунотрясениях и тепловых потоках. Расчетный рабочий ресурс приборов — 1 год.

Технологические подробности о конструкции защиты чувствительных сейсмометров от ударного столкновения с лунной поверхностью держатся в секрете. Известно только, что приборы будут заключены в легкий эпоксидный материал.

В середине 1990-х годов ISAS рассчитывает осуществить три запуска межпланетных КА, включая рассмотренную выше программу. Предполагается также произвести запуск аэростата в атмосферу Венеры и запуск КА к комете Виртанен с целью сбора кометной пыли и доставки ее на Землю. Пока предпочтение отдано лунной программе, остальные будут обсуждены в будущем году.

Nature, 1990, 344, 6268

Космический робот

Японские специалисты планируют начать в 1991 г. разработку и запустить на орбиту к 2000 г. первый космический робот. Несколько ведущих фирм, например «Тосиба», «Хитачи» и «Кавасаки хэви индастриз», уже начали работу по этому проекту.

Космический робот будет использоваться для сборки конструкций на околоземных орбитах, ремонта различных систем и выполнения других задач. Как полагают, созданный робот станет вкладом Японии в международную космическую программу, реализуемую при участии Соединенных Штатов, Канады и Европы. Робот может быть использован на проектируемой в настоящее время космической станции «Фридом», а также на лунной базе.

Агентство Рейтер

Из новостей зарубежной космонавтики

Проект воздушно-косми- ческого самолета

Французский национальный центр космических исследований совместно с самолетостроительной фирмой «Дассо» осуществили конструктивную проработку концепции космического самолета «Стар-Эйч». Это аппарат горизонтального взлета массой около 400 т. Обе его ступени, снабженные крылом, после завершения полета возвращаются на стартовую площадку и могут быть использованы повторно.

Функцию первой ступени выполняет гиперзвуковой самолет с размахом крыла 40 и длиной 80 м. Этот аппарат с воздушно-реактивным двигателем до высоты 35—40 км, на которой происходит разделение ступеней, несет вторую ступень, оснащенную работающим на криогенном топливе ракетным двигателем. В носовой части второй ступени может быть размещен и выведен на низкую орбиту (высотой 515 км) планирующий космический аппарат массой до 20 т.

Проспект фирмы «Дассо»

Запуск коммерческого спутника

В апреле в Китае произведен запуск ракеты-носителя «Великий Поход-3», которая вывела на околоземную промежуточную орбиту спутник связи «Эйшасат-1». Этот первый коммерческий спутник, запущенный китайской ракетой, изготовлен американской фирмой «Хьюз Эйркрафт». Его стоимость — 50 млн долл.

Спутник будет обеспечивать телефонную связь и ретрансляцию телевизионных передач на 35 стран Азии и района Персидского залива.

Первый пуск «Пегаса»

С самолета-носителя В-52 произведен первый испытательный пуск крылатой ракеты-носителя (РН) «Пегас». Пуск состоялся на высоте более 12 км у южного побережья Калифорнии.

Это было успешное испытание аппарата, представляющего новый класс средств выведения полезных грузов и открывающего широкие возможности экономичной доставки в космос военных, коммерческих и научных спутников.

Ракета изготовлена из легких материалов, и масса ее полезной нагрузки по сравнению с аналогичной РН, запускаемой с Земли, увеличена.

Длина «Пегаса» 15 м, стартовая масса при пуске — 18,5 т. Через 577 с после запуска двигателей первой ступени «Пегас» вывел на полярную орбиту высотой около 600 км спутник связи ВМС массой в 200 кг.

По оценкам специалистов, стоимость пуска «Пегаса» составляет 6—8 млн долл., что значительно меньше стоимости пуска РН «Титан» или «Атлас», составляющей от 30 до 100 млн. долл.

«Пегас» сможет выводить на низкие околоземные орбиты полезные нагрузки массой до 400 кг.

Сообщение агентства ЮПИ

Пушка для космоса

Американские ученые изучают сейчас несколько вариантов оружейной системы, способной запускать небольшие снаряды в космическое пространство. Опытный образец такой пушки, способной придать небольшому снаряду достаточное ускорение для преодоления земного притяжения, должен быть испытан в январе 1991 г. в Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса.

Длина ствола этой пушки в рабочем варианте составляет примерно 1 км. Снаряд располагается в середине ствола, из которого он выталкивается водородным зарядом. В ходе испытаний специалисты надеются «забросить» пятикилограммовый снаряд на высоту около 200 км. За доли секунды этот снаряд должен будет достичь скорости порядка 4 км/с. В окончательном варианте пушка сможет выводить в космос полезные грузы массой 4 т. В случае

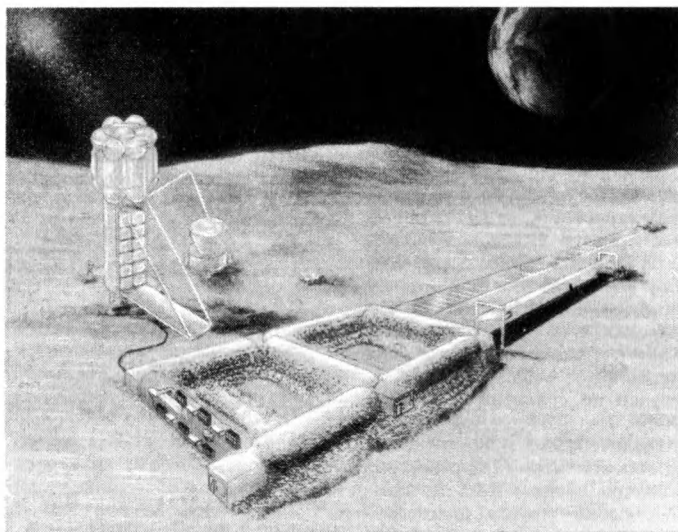
успеха такая система значительно сократит расходы, связанные с выведением грузов в космическое пространство. Однако главная трудность заключается в создании снаряда, способного выдерживать огромные перегрузки во время разгона, составляющие порядка 3700 ед.

*Aviation Week and Space
Technology, 1990, 133, 4*

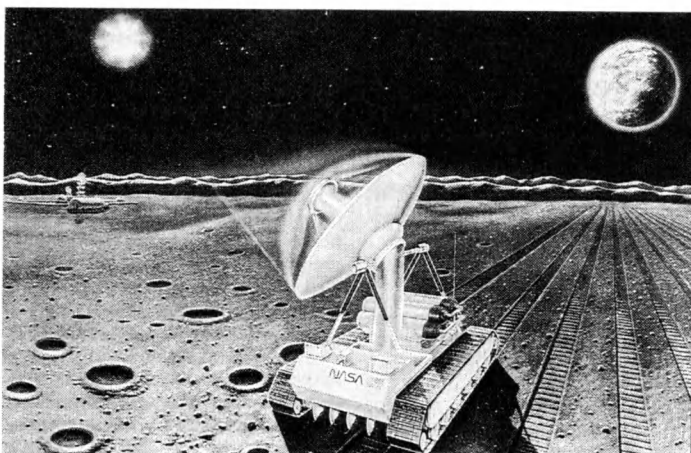
Космическая станция на пути к Луне

Проработки НАСА показывают, что использование создаваемой в США многоцелевой космической станции (КС) «Фридом» в качестве перевалочной базы при строительстве обитаемого аванпоста на Луне окажет сильное влияние на утвержденный план график работ по КС. В то время как лунная инициатива требует расширения масштабов работ по КС, фактически на сегодняшний день программа ее создания отстает на 1,5 года. По оценкам специалистов космического центра им. Джонсона, использование КС для обслуживания лунной программы может начаться только в 2001 г., т. е. через два года после завершения работ по созданию КС.

Для того, чтобы обеспечить поддержку первых лунных экспедиций и строительство лунной базы, проект КС должен быть модифицирован. Космическая станция сначала должна обеспечить летные испытания космического аппарата (КА) LTV (Lunar Transfer Vehicle), предназначенного для перелета на Луну с околоземной орбиты. Это повлечет значительные изменения в конструкции станции. В ее состав должна быть введена дополнительная балочная килевая конструкция размером 60,5×35 м со средствами обслуживания КА LTV. Длина основной балочной конструкции КС должна быть увеличена примерно на 30 м с добавлением новых динамических солнечных электродвигателей, вырабатывающих дополнительно 50 кВт электроэнергии (энергопотребление в штатном варианте КС составляет 75 кВт). Ведь энергетические потребности станции почти удваиваются и состав-



Проект лунной базы, состоящей из надувных модулей



Автоматическое средство, способное передвигаться по Луне и добывать из ее недр газ He₃.

вят около 125 кВт на начальном этапе лунной программы и почти 160 кВт при последующем расширении программы.

Изменяется численный состав экипажа КС. Вместо запланированного постоянного размещения на станции экипажа из 8 человек, КС должна быть рассчитана на временное жизнеобеспе-

чение, по крайней мере, 14—16 человек.

Возникает вопрос: достаточно ли выделенных ассигнований на космическую программу и других ресурсов США, чтобы одновременно создавать КС и лунную базу, как к этому призывает президент Буш?

Расходы на модификацию составят около 1 млрд долл. По оценкам, стоимость дополнительных источников электроэнергии — около 712 млн долл, затраты на оборудование для космического базирования КА LTV и межорбитального транспортного аппара-

та — около 188 млн долл. Дооснащение систем КС, необходимых для жизнеобеспечения экипажа, потребует еще 106 млн долл.

Для реализации лунной инициативы потребуются использование на КС новых космических скафандров. Однако в настоящее время работы по новым скафандрам приостановлены в связи с бюджетными ограничениями.

Помимо внесения значительных изменений в конструкцию КС, НАСА одновременно должно выполнить следующие работы:

- разработка носителя «Шаттл-С» или другого нового тяжелого носителя;
- разработка КА LTV и лунного посадочного модуля;
- разработка лунной инфраструктуры для работы и жизни космонавтов на Луне.

В первый год функционирования КС в режиме поддержки лунной программы должны быть проведены летные испытания КА LTV и продемонстрирована способность выполнения им маневра аэродинамического торможения в земной атмосфере и последующей стыковки с КС, возможность размещения аппарата на орбитальной станции и заправки его топливом в космических условиях.

В течение двух лет на КС будут доставлены КА LTV с первыми луноходами LEV (Lunar Excursion Vehicle), которые должны обеспечить высадку на Луну американских космонавтов.

«Aviation Week and Space Technology», 1989, 131, 15

Испытания марсохода

Лаборатория реактивного движения (ЛРД) НАСА начала испытания шестиколесного экспериментального аппарата. Их цель — проверка методов полуавтономной навигации. В 1990 г. на эти работы выделен 1 млн долл.

Шестиколесное шасси с шарнирными соединениями является опытным образцом марсохода. Альтернативная конструкция марсохода шагающего типа имеет в два раза лучшую относительную мобильность, однако шестиколесный аппарат легче приспособляется к особенностям марсианского рельефа, имеет более простую конструкцию и проще в изготовлении.

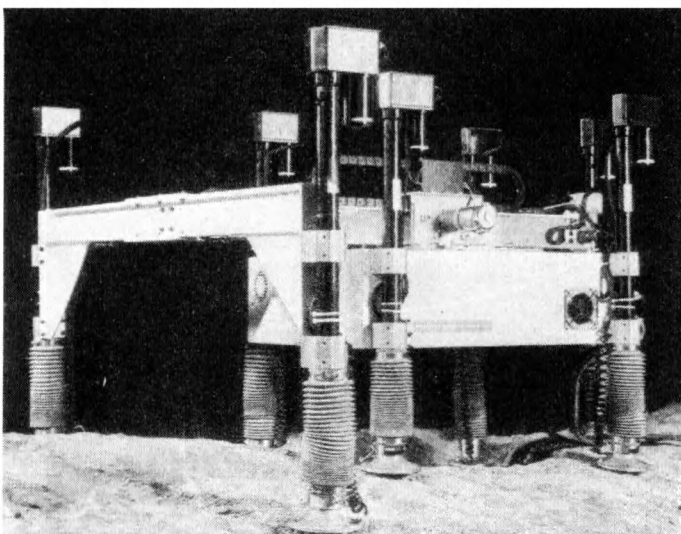
Шестиколесный аппарат разрабатывался фирмой «Дженерал моторс» с 1960-х годов, поэтому задачей испытаний экспериментального аппарата является проверка программного обеспечения, а не подвижности системы.

Первая операция алгоритма — составление с помощью стереокамер трехмерного плана (карты) местности перед аппаратом. Затем осуществляется прокладка маршрута по этой местности и перемещение аппарата по проложенному маршруту, но уже без визуального контроля. Указанный алгоритм повторяется через каждые 5—8 м пути. На прохождение каждого участка затрачивается около 1 ч, большая часть этого времени приходится на составление карты и прокладку маршрута.

При прокладке маршрута вычисляются ожидаемые углы наклона и другие характеристики, которые затем сопоставляются с фактическими показаниями датчиков при движении аппарата. Если имеет место слишком большое расхождение между вычисленными и измеренными параметрами, аппарат останавливается из соображений безопасности. Кроме камней серьезную опасность на поверхности Марса представляют «пылевые ловушки» — ямы, заполненные мелкой пылью и не заметные для телевизионных камер.

При движении аппарата составляется фактическая карта рельефа и проводится ее сравнение с хранящейся в памяти глобальной картой местности, полученной околомарсианским спутником, с ожидаемым разрешением около 1 м.

В настоящее время визуальное наблюдение не используется при движении аппарата, так как слишком велико время обработки получаемой информации. Новый процессор с конвейерной обработкой данных должен значительно ускорить обработку информации, так что визуальные сведения могут стать еще одним источником входной информации при движении аппарата. Визуальный конвейерный процессор и другие высокоскоростные микропроцессоры должны быть установлены на аппарате в течение текущего года, после чего аппарат будет способен перемещаться с расчетной средней скоростью 3 см/с, т. е. за все время пребывания на Марсе может быть пройдено



Один из вариантов средства, предназначенного для перемещения на поверхности Марса, разработанного фирмой «Мартин Мариэтта»

около 1000 км. До отправления на Землю образцов с марсианской поверхности марсоход обследует территорию в радиусе 100 км от места посадки. Благоприятные даты старта с Земли на Марс для доставки на Землю образцов марсианского грунта — 2000 и 2002 гг.

В настоящее время экспериментальный аппарат испытывается на каменистом дне высохшей реки. Позднее испытания будут проведены в кратере вулкана и песчаных дюнах. Предполагается, что во время испытаний экспериментальный аппарат должен пройти несколько сот километров.

«Aviation Week and Space Technology» 1990, 132, 13.

Миссия «Улисс»: начало осуществления

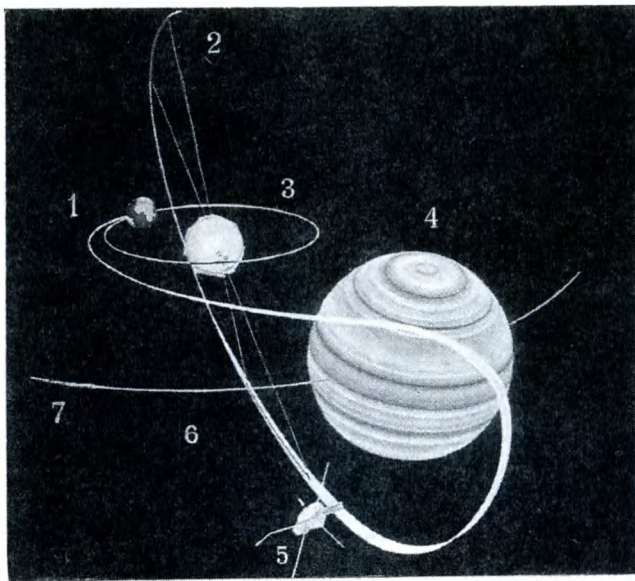
В ходе очередного, 36-го, полета по программе «Спейс Шаттл» в октябре 1990 г. с борта орбитального корабля «Дискавери» был произведен запуск космического аппарата КА «Улисс» стоимостью 250 млн долл. Этот

аппарат был создан в рамках совместного проекта Европейского космического агентства (ЕКА) и НАСА стоимостью 750 млн долл. Будет проводиться исследование процессов и явлений в околосолнечном пространстве (Земля и Вселенная, 1990, № 5, с. 92).

Полезный груз КА «Улисс» (массой 55 кг) включает: спектрометр плазмы, спектрометр для изучения ионного состава солнечного ветра, детектор космической пыли, магнитометр, прибор для регистрации всплесков рентгеновского и гамма-излучения при солнечных вспышках, прибор для исследования низкоэнергетических заряженных частиц, прибор для изучения заряженных частиц в космическом излучении, прибор для исследования всплесков радиоизлучения и волн в плазме, прибор для регистрации изотопного состава среднеэнергетических частиц.

Запуск КА «Улисс» был произведен на шестом витке МТКК (высота над поверхностью Земли 297 км, наклонение орбиты 28,5°). В ходе отработки 4-дневного маневра с включением уникальной трехступенчатой связки межорбитального буксира IUS и разгонного блока РАМ-D аппарат выведен на траекторию пятилетнего полета к полярным областям Солнца. После отработки маневра выведения на расчетную траекторию скорость «Улисса» составила 11,3 км/с.

8 февраля 1992 г. «Улисс» пролетит на расстоянии 428 тыс. км от Юпитера (в это время он будет находиться на расстоянии



Путь «Улисса» в Солнечной системе: 1 — запуск «Улисса» в октябре 1990 г.; 2 — пролет северной полярной области Солнца в мае — сентябре 1995 г.; 3 — орбита Земли; 4 — встреча с Юпитером в феврале 1992 г.; 5 — космический аппарат «Улисс»; 6 — пролет южной полярной области Солнца в мае — сентябре 1994 г.; 7 — орбита Юпитера

780 млн км от Солнца). В результате пертурбационного маневра в поле тяготения Юпи-

тера «Улисс» выйдет из плоскости эклиптики и будет двигаться «под» плоскостью эклиптики к Солнцу по околополярной гелиоцентрической орбите. К южному полюсу Солнца аппарат выйдет в 1994 г., а к северному — в 1995 г. Над южной полярной областью Солнца «Улисс» пройдет на расстоянии 346 млн км, затем пересечет плоскость эклиптики на расстоянии 210 млн км от Солнца и, совершив облет светила, пролетит над его северной полярной областью.

«Улисс», называемый в научных кругах одним из самых важных космических проектов века, впер-

вые позволит вести последовательное наблюдение обоих полюсов Солнца и анализировать влияние их магнитных полей на образование «солнечного ветра» — потока протонов и электронов.

Связь с Центром управления полетом будет поддерживаться с помощью бортового радиотехнического оборудования. В системе связи используются остро-направленная антенна с большим коэффициентом усиления (параболический отражатель диаметром 1,65 м) и две небольшие антенны с малым коэффициентом усиления. Скорость передачи данных в реальном масштабе времени составляет 2024 бит/с с чередованием передач пакетов записанных и хранимых в памяти бортового компьютера данных со скоростью 512 бит/с. При удалении КА от Земли на 800 млн км сигнал будет поступать в ЦУП через 50 мин после передачи с борта КА.

В состав наземного командно-измерительного комплекса, обеспечивающего полет КА «Улисс», входят станция системы дальней космической связи НАСА с антенной диаметром 34 м, а также станции в Голдстоне, Мадриде и Канберре с антеннами диаметром 65 м.

Flight International, 1990, 138, 4235 и 4238

ОБЪЯВЛЕНИЕ

Предлагаю параболическое зеркало (без отражающего покрытия) к телескопу системы Ньютона, диаметром 250 мм, с фокусным расстоянием 1980 мм.

182330, г. Опочка, Псковской обл., ул. Ленина, д. 5 «а», кв. 25, Леонову А. В.

Затмение Солнца 22 июля 1990 года: планы и результаты

Э. В. КОНОНОВИЧ,
доцент МГУ

Уверен, что из всех астрономических явлений ничто так сильно не впечатляет, как картина полного солнечного затмения, наблюдаемого на безоблачном небе или хотя бы сквозь разрывы в облаках. Если не всякий согласится со мною, то лишь потому, что полные солнечные затмения происходят сравнительно редко в каждой местности и далеко не многим за всю жизнь удалось хоть раз увидеть это замечательное зрелище.

Правда, на Колыме, по-видимому, затмения происходят чаще, чем, например, в Москве. По крайней мере очередное полное затмение Солнца в столице придется ждать еще почти 140 лет, а в поселке Черский Нижнеколымского района Якутии оно происходит трижды за 150 лет: в 1906, 1990 и 2057 гг. Затмения 1906 г. старожилы не запомнили: скорее всего была облачная погода, как и 22 июля 1990 г. ...

Если надежность предсказания затмений в настоящее время 100 %, то метеорологические прогнозы значительно менее надежны. Все же в отношении наблюдений июльского затмения 1990 г. эти прогнозы подтвердились достаточно строго: из трех мест, в основном ставших прибежищем большинства научных экспедиций и множества любительских групп, только одно оказалось благоприятным для наземных оптических наблюдений.

Как уже сообщалось (Земля и Вселенная, 1990, № 2), полоса полной фазы затмения 22 июля 1990 г. прошла от района Белого моря и Соловецких островов до нижнего течения Колымы и севера Магаданской области. В итоге наибольшее число экспедиций, любительских и туристских групп расположилось в районах Беломорска и Кеми, поселка городского типа Черский в Якутии и поселка Марково в Магаданской области. Оказалось, что вдоль всей

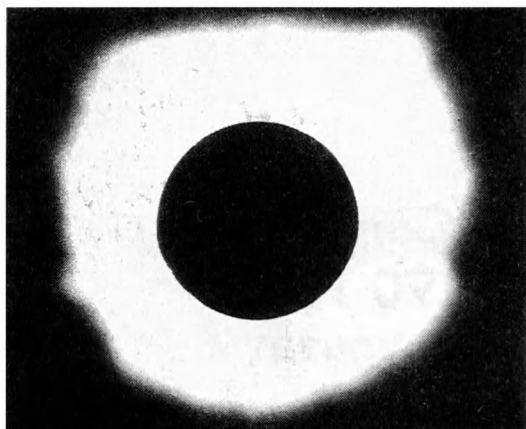
полосы затмения метеорологические условия в момент полной фазы были крайне неблагоприятными. На западе, в районе Белого моря, надеялись на разрывы в облаках, но вскоре после восхода Солнца восточная часть неба сильно затянулась облаками. На востоке страны картина была обратная: за несколько дней перед затмением сплошная облачность достигала высот в 10 км. Только накануне затмения появилась надежда увидеть затмение в районе Марково. В день затмения с утра в Марково было еще пасмурно, но разрывы в облаках, появившиеся к середине дня, позволили провести оптические наблюдения солнечной короны с Земли.

В поселке Марково находились научные экспедиции из Москвы (ГАИШ, совместно с группой из Дома научно-технического творчества молодежи), Киева, Львова и Одессы.

В прошлом номере «Земли и Вселенной» была помещена цветная фотография короны, полученная с радиальным компенсирующим светофильтром Н. И. Дзюбенко, Г. А. Рубо и В. В. Бондарчуком (Киев) по совместной советско-французской программе. Той же киевской группой исследователей был получен и «обычный» фото-портрет солнечной короны.

Другим важным результатом наблюдения затмения стала серия фотографий солнечной короны, полученных через спектральный прибор высокой разрешающей силы (эталон Фабри-Перо).

Сотрудники ГАИШ выполнили фотографирование короны в двух спектральных линиях: красной (637,6 нм) и зеленой (530,3 нм), соответствующих различным температурным областям солнечной короны. Обработка снимков позволит найти распределение температуры в короне и выделить области, движущиеся с различными ско-



Солнечная корона 22 июля 1990 г.,
сфотографированная в Марково

ростями. Подобное исследование, выполнявшееся по материалам многих предыдущих затмений, позволило обнаружить движение плазмы в короне со скоростями 50—60 км/с.

В поселке Марково удались также и другие наблюдения во время затмения. Две группы исследователей из Одесского государственного университета провели абсолютную фотометрию Солнца и солнечной короны и измерили величину рассеянного света Солнца в зените. К сожалению, результаты последнего эксперимента искажены влиянием рассеяния от облаков.

Киевские астрономы (совместная экспедиция Главной астрономической обсерватории АН УССР и Киевского госуниверситета) измерили интенсивность прямого и рассеянного солнечного излучения. Это необходимо для оценки быстрых изменений непрозрачности земной атмосферы. Оказалось, что в момент полной фазы затмения происходят сильные колебания излучения, рассеянного аэрозолями.

В поселке Черский в день затмения с утра шел дождь. Накануне до позднего вечера и с утра в воскресенье 22 июля астрономы совещались с авиаторами и местными властями о том, как спасти хотя бы часть научных программ.

Однако группа исследователей из Ленинградского университета под руководством В. Г. Нагнибеды совместно со специалистами из МГТУ им. Баумана спокойно продолжали подготовку к наблюдению радиоизлучения Солнца на волне 3 мм. Антенной их оригинального радиотелескопа

служило металлическое зеркало диаметром 60 см. Для компенсации атмосферных флуктуаций применялся метод кругового сканирования. Поскольку облака в этом диапазоне довольно прозрачны, их влияние свелось к некоторому ослаблению сигнала, но в целом эксперимент прошел удачно. Определена радиояркость солнечного края и получена информация о структуре локальных источников радиоизлучения в солнечной короне.

Двумя часами раньше коллеги этой группы, оставшиеся в Ленинграде, проводили также радиоастрономические наблюдения частных фаз затмения в Петергофе на волне 8 см. Радиоастрономические наблюдения частных фаз затмения проводились и в Якутии для длин волн сантиметрового и дециметрового диапазонов объединенной экспедицией ряда институтов (ГАО АН СССР, САО АН СССР, ЛПИ). Получена информация о радиоизлучении активных областей на Солнце.

Но вернемся в поселок Черский. Для того, чтобы лучше себе представить обстановку, царившую в штабе солнечного затмения, следует сказать о том, что в Черском находились не только научные экспедиции из Москвы (ГАИШ, ИЗМИРАН), Абастумани, Киева, Харькова, Одессы, Горького и других городов нашей страны, но и скопилось множество научных, любительских и туристских групп из США, Франции, Германии, Нидерландов, Чехо-Словакии и Японии.

Сложилась необычная ситуация, когда энтузиазм любителей и туристов достиг такого же, если не большего, накала, как страсть к науке у профессионалов. Перед лицом идущего дождя все были равны. На помощь пришли авиаторы, мобилизовавшие все имевшиеся в их распоряжении воздушные транспортные средства: самолеты АН-26 и ИЛ-14, вертолеты. К сожалению, последние не могли преодолеть многокилометровую толщину облаков. Все же экспедиции из Абастуманской обсерватории удалось выполнить всю программу, включавшую поляризационные наблюдения короны с борта вертолета (командир вертолета удачно нашел разрыв в облаках на небольшой высоте).

Четыре самолета, поднявшиеся в воздух, были полностью загружены пассажирами и достигли высот, где небо было либо абсолютно чистым, либо облачность была незначительна. Поскольку Солнце было сравнительно высоко над горизонтом, приходилось ложиться на пол или принимать самые причудливые позы, чтобы увидеть явление из иллюминатора. Картина затмения на всех произвела огромное впечатление, никто не остался равнодушным.



Экспедиция ИЗМИРАН вместе со своими чехословацкими коллегами летела на другом самолете и сумела сфотографировать спектр свечения атмосферы во время затмения.

Наблюдения затмения с самолета были большой радостью для туристов, полезным опытом для любителей и психологической разрядкой для профессионалов, затративших годы на подготовку аппаратуры к наблюдениям затмений, месяцы на организацию экспедиций и недели на разбивку лагеря, установку и юстировку инструментов.

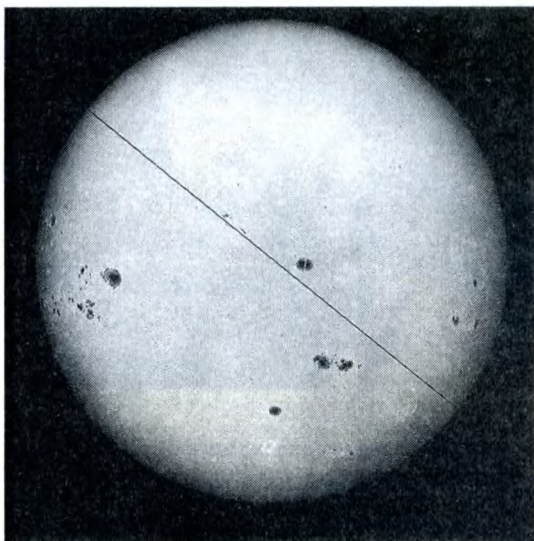
К сожалению, в Черском не удалось осуществить экспериментов, специально подготовленных для наблюдений с самолета. Да и самолеты не были к ним приспособлены. А ведь такая подготовка велась в связи с намерением Британской Астрономической Ассоциации направить из Ленинграда вдоль полосы затмения знаменитый самолет «Конкорд». Мы тоже собирались использовать ТУ-144. К сожалению, этим планам не суждено было осуществиться. Но все же мы убедились в том, что даже обычные стекла самолета не так

Группа профессионалов и любителей астрономии из Нидерландов и СССР, наблюдавших солнечное затмение в п. Черский с самолета, у здания музея вечной мерзлоты в Якутске

уж сильно портят изображения, если есть возможность укрепить аппаратуру и не снимать с руки. На малых самолетах ощутимо мешают вибрации.

Солнечное затмение 22 июля 1990 г. можно рассматривать как репетицию к наблюдениям солнечного затмения 11 июля 1991 г., полоса полной фазы которого пройдет через обсерваторию Мауна-Кеа на Гавайских островах (уникальный случай!). Жаль только, что на этой обсерватории нет крупных солнечных инструментов. Далее полоса пройдет по территории Мексики (включая город Мехико), Коста-Рику, Колумбию и Бразилию. Остается надеяться, что будет организована экспедиция, включающая не только советских астрономов-профессионалов, но и любителей.

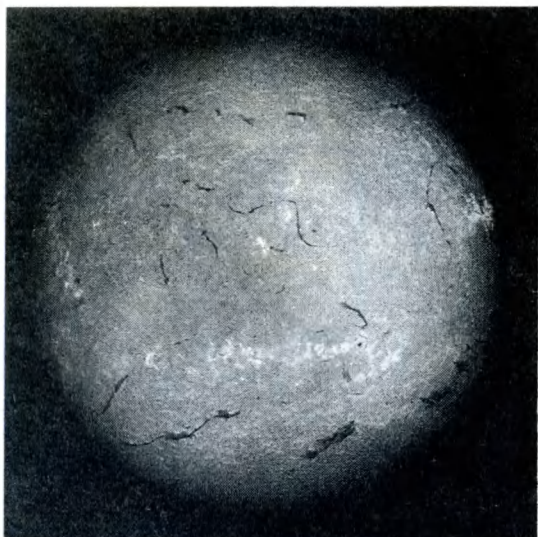
Солнце в августе-сентябре 1990 года



Группы пятен на «активной» части Солнца 21 августа 1990 г. В крупном пятне вблизи восточного лимба (по рисунку — слева) отмечены очень высокие напряженности магнитного поля: 36—45 кГс

(Снимок получен А. В. Боровиком в БАО СибИЗМИР)

В этот период число групп пятен не опускалось ниже 8, а пиковые значения достигали 15—17 (для сравнения: в июне-июле соответствующие величины были 4 и 12). В первой декаде августа число Вольфа (W) равнялось ~ 150 , в начале третьей декады ~ 270 , а в первой половине сентября ~ 130 . Относительно небольшие значения в начале и более высокие во второй половине месяца сохраняются фактически с начала года. Такой характер W обусловлен неравномерным развитием активности по долготе. Вследствие каких-то обстоятельств на одной из солнечных полушфер неизменно возникает больше групп пятен, чем на противоположной. Из-за вращения Солнца на видимый диск выносятся периодически то высокоактивные, то более спокойные участки. Соответственно индекс W испытывает довольно регулярные колебания.



H_{α} — хромосфера на «спокойной» стороне Солнца 4 сентября 1990 г. Активные зоны северного и южного полушарий проявляют тенденцию к взаимосвязи через волокна и флоккулы

(Снимок получен В. В. Никитиной на хромосферном телескопе БАО СибИЗМИР)

Трудно сказать, как долго такое «однобокое» распределение активности будет еще сохраняться. Можно лишь с достаточной уверенностью предсказать вероятные изменения ситуации. Вряд ли активность «спокойной» полусферы начнет возрастать до уровня «активной» половины Солнца, — в этом случае значения W оказались бы слишком высокими. Скорее эти полусферы поменяются местами или распределение пятен станет более равномерным по всему Солнцу с некоторой умеренной пространственной плотностью.

Что касается общего хода цикла, то с учетом данных за август-сентябрь можно говорить о тенденции к повышению индекса W после депрессии, пришедшейся на конец 1989 — начало 1990 г. По уточненному прогнозу американских исследователей, максимум цикла ожидается в декабре 1990 г. Похоже, что прогноз может оправдаться (тогда величина W в максимуме будет не ниже 200).

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

Наблюдателям комет

Физические наблюдения кометы Леви (1990 с) в Ливнах

DATE	(UT)	MM	MAG	N	RF	AP	T	F/	PWR	COMA	DC	TAIL	PA	OBS
1990	07 31,99	B	5,5	8,5	HD	8	P	10	28,5	6	4	0,5	—	NeS
	08 23,76	B	3,7	6,8	HD	5	B		7	14	7	1,0	—	—

Примечания: Цвет кометы менялся от желтовато-белого до голубовато-белого...
Наблюдатель: Nes = Нестеров Ю. В.

Несколько последних лет оказались весьма удачными для наблюдателей комет. Довольно много комет были видны невооруженным глазом (кометы Брорзена-Меткофа, Оказак-Леви-Руденко, Аарсета-Брюингтона, Остина, Леви).

В первые месяцы 1991 г. будут видны еще две кометы, доступные любительским телескопам: комета Леви (1990 с) и Вильда-2 (1989 т). Комета Леви, активно наблюдавшаяся летом 1990 г., прошла по южным созвездиям и теперь снова возвращается в северное полушарие. Её блеск составит 8—10^m. Комета Вильда-2, перекрестившая в 1989 году, будет иметь блеск около 10—11^m. Тем, кто хочет получить эфемериды этих комет и их видимые пути, нанесенные на карты атласа AAVSO (с отмеченными звездами сравнения до 10—11^m), следует написать по адресу: 129224, Москва, И-224, ул. Широкая, д. 25/24, кв. 356, приложив к письму пустой конверт со своим обратным адресом. Результаты наблюдений следует направлять по тому же адресу. Наиболее тщательно выполненные из них будут отосланы в «Кометный циркуляр» и в «International Comet Quarterly (США)».

О появлении некоторых из комет наш журнал сообщал заранее. Это не замедлило сказаться на росте количества почты с сообщениями о наблюдениях и даже о «независимых открытиях», приходящих по опубликованным в журнале адресам (Земля и Вселенная, 1990, № 2, с. 75). Однако анализ корреспонденции показывает, что лишь

немногие авторы знакомы с требованиями, предъявляющимися как к самим наблюдениям, так и к их оформлению. Форма, в которой нужно присылать свои сообщения, и которая, кстати, дает представление о необходимых для полноты наблюдения оценок и измерениях, рекомендована Международным Астрономическим

бертсона). Иное отражается в примечаниях. Графа AP содержит данные об апертуре (диаметре объектива) инструмента в см, в графе T указывается тип инструмента (R — рефрактор, L — рефлектор системы Ньютона, C — Кассегрена, T — Шмидта-Кассегрена, S — Шмидта-Ньютона, B — бинокль или бинокляр, E —

Союзом и служит для унификации и удобства хранения наблюдательных данных в архиве Международного Кометного Ежеквартальника («International Comet Quarterly»).

Сообщение нужно оформлять в виде таблицы. Для примера приводим фрагмент такой таблицы.

Остановимся подробнее на каждой из граф этой таблицы. Первая графа, DATE(UT) содержит момент наблюдения: год, месяц, дату и собственно момент, выраженный в долях суток с точностью до 0,01 сут. Вторая графа: MM — метод оценки блеска (B — Бахарева-Бобровникова-Всехсвятского, VE — Волохова-Бейера, M — Морриса, S — Сидгвика, K — модифицированный метод Сидгвика). Далее следует MAG — визуальная звездная величина. Если точность ее оценки не превышает 0,3^m, то после значения блеска ставится двоеточие, например, 7,5: . В случае, если для определения блеска кометы использовались фотометрические величины звезд сравнения (в системе V), необходимо подчеркнуть значение блеска сплошной линией. В следующей графе, N, отмечается блеск ядра кометы. Замечания, относящиеся к предыдущей графе, относятся и к данной. Если ядро не наблюдается, эта графа может быть исключена. RF — источник, откуда брались звезды сравнения (A — атлас AAVSO, HD — каталог Г. Дрэпера, BD — Боннское обозрение, SP — каталог Бечвара, SC — каталог Тирона «2000.0», B — каталог Босса, S — каталог SAO, R — каталог Ро-

невооруженный глаз). F/ — относительное отверстие инструмента (для бинокля не обязательно); PWR — увеличение, с которым велось наблюдение; COMA — диаметр комы в угловых минутах. В графе DC отражается степень конденсации комы (обозначается цифрами от 0 до 9, причем 0 соответствует диффузному виду без признаков центрального сгущения, 9 — звездообразный вид, промежуточные состояния комы описываются соответствующими цифрами); в графе TAIL указывается длина хвоста в угловых градусах, если он наблюдается; в графе PA — позиционный угол хвоста в градусах; OBS — наблюдатель.

В случае необходимости после таблицы помещаются примечания, куда включаются сведения, могущие иметь значение при обработке данных, например, указание на дымку, наличие засветки, описание интересных особенностей в строении хвоста и т. п.

После примечаний следует указать полное имя наблюдателя. Вряд ли стоит упоминать, что имеют научную ценность лишь те наблюдения, которые будут оформлены в данном виде и не содержат пропусков в какой-либо из граф.

А. Ю. ОСТАПЕНКО

Неисчерпаемый источник энтузиазма

СОТРУДНИЧЕСТВО С ПРОФЕССИОНАЛАМИ

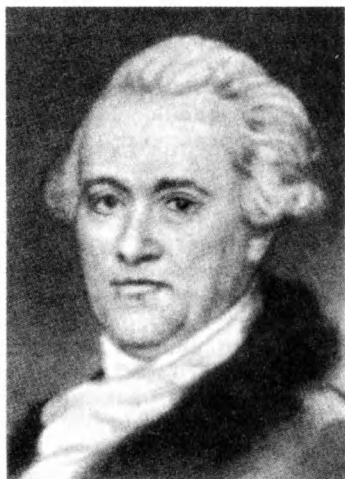
Активность любителей астрономии растет с каждым годом, и их наблюдения приносят большую пользу профессиональной науке, особенно в области наблюдений переменных звезд. В июне 1987 г. в Париже состоялся специальный Коллоквиум Международного Астрономического Союза «Вклад астрономов-любителей в астрономию», в работе которого приняли участие 250 представителей из 27 стран. Этот Коллоквиум был организован Французским астрономическим обществом по случаю его столетнего юбилея. В числе основных вопросов рассматривались: современный уровень и характер отношений между профессионалами и любителями, их сотрудничество при решении ряда научных задач; проблемы оборудования любительских обсерваторий современными техническими средствами, компьютеризация астрономических исследований. Отличалась незаменимая роль любителей в патрулировании разных объектов (особенно комет, переменных звезд, включая новые и сверхновые), покрытий звезд Луной и др.

СОЗВЕЗДИЕ БЛИСТАТЕЛЬНЫХ ТАЛАНТОВ...

Специальный выпуск американского журнала «Sky & Telescope», целиком посвященный любительской астрономии, появился в ноябре 1988 г. В статье «Галактика любителей астрономии» были приведены краткие сведения о жизни и деятельности ряда выдающихся астрономов, которые будучи любителями внесли существенный вклад в науку. Впрочем, как отмечает автор статьи Томас Р. Уильямс, граница между любителями и профессионалами весьма относительна. Формально отличить любителя от профессионала может бухгалтерия: первый занимается астрономией ради собственного удовольствия, не получая за это деньги; второй же деньги получает. Ну, а с точки зрения, «кто есть кто» определяется отнюдь не местом получения зарплаты...

Один из самых выдающихся астрономов-наблюдателей прошлого — музыкант **Вильям Гершель** (1738—1822). Он открыл Уран и сотни двойных звезд, составил каталог, в который вошли тысячи туманностей. Эти замечательные открытия он сделал с помощью самодель-

ного телескопа, наилучшего в то время. Профессиональный фотограф **Эдуард Эмерсон Барнард** (1857—1923) стал выдающимся наблюдателем. Он открыл 14 комет, противоясание, одну из ближайших звезд («Летающую Барнарда»). В течение четырех десятилетий ведущим наблюдателем комет визуальными методами был школьный учитель **Макс Байер** (1894—1982), который собрал подробную информацию более чем о ста появлениях комет и опубликовал бесценную серию статей в «Astronomische Nachrichten». 27 комет открыл **Уильям Роберт Брукс** (1844—1912), работавший механиком и фотографом. Физик **Генри Дрейпер** (1837—1882) создал более ста зеркал для телескопов, написал рекордное число (1864!) статей. **Николай Камиль Фламмарин** (1842—1925) стал выдающимся популяризатором астрономии, основал обсерваторию и в 1887 г. французскую астрономическую ассоциацию. **Персивал Ловелл** (1855—1916) основал обсерваторию в Аризоне и проводил регулярные наблюдения Марса и других планет, предсказал существование транснептуновой планеты (которая была открыта только через 14 лет после его смерти).



Вильям Гершель (1738—1822)



Эдуард Эмерсон Барнард (1857—1923)



Персивал Ловелл (1855—1916)

Подробнее биографии великих астрономов приведены в книге: И. Г. Колчинский, А. А. Корсунь, М. Г. Родригес. «Астрономы». Киев, Наукова Думка, 1986.

В нашей стране членами любительских обществ начинали свою астрономическую деятельность такие выдающиеся ученые, как **Б. В. Кукаркин, П. П. Паренаго, Н. Ф. Флоря, В. П. Цесевич, Б. А. Воронцов-Вельяминов, Д. Я. Мартынов** и др. С 1895 г. издается основанный Нижегородским кружком любителей физики и астрономии «Астрономический календарь». В 1932 г. образовано Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО), объединяющее как любителей, так и профессионалов.

ЧТО НАБЛЮДАЮТ ЛЮБИТЕЛИ

Пожалуй, самый легкий объект для любительских наблюдений — это Солнце, главная для нас звезда. Данные об эволюции отдельных групп пятен могут дать информацию о том, почему вспышки возникают вблизи одних пятен и отсутствуют

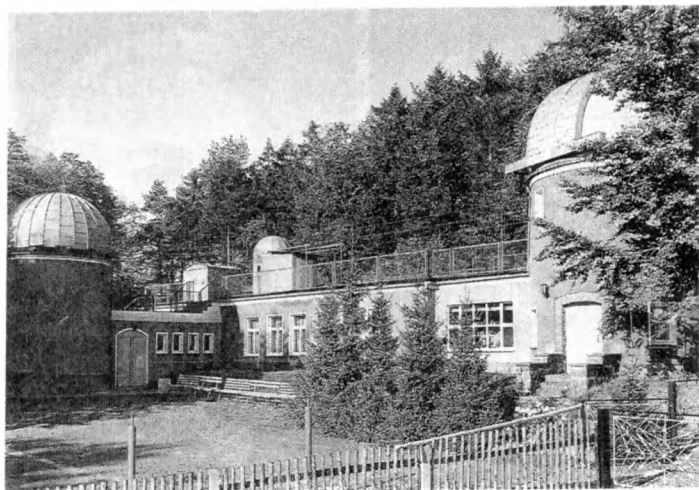
вблизи других. Многие о солнечно-земных связях могут рассказать полярные сияния, эти «драконы в небе». Более 200 наблюдений собирает каждый год авроральная секция Британской астрономической ассоциации (БАА), объединяющая профессионалов и любителей из 10 стран.

«Золотой век» наступает в исследованиях планет. Космические аппараты изучают околосолнечное пространство, разрабатывается проект пилотируемого полета на Марс... Что же остается любителям? Пытаться различить детали на диске Венеры? Следить за Красным пятном и южным экваториальным поясом Юпитера, зарисовывать Сатурн и его кольца? В 1988 г. осуществлялась программа наблюдений Марса, в которой приняли участие 510 любителей из 33 стран. Результаты этих наблюдений были использованы при составлении последних карт планеты. К числу активно разрабатываемых любителями направлений относятся определения координат и блеска **малых планет**; моментов затмений **спутников Юпитера**; **покры-**

тий звезд Луной, планетами, даже астероидами. Эти наблюдения помогают уточнять элементы орбит Земли и других членов Солнечной системы.

Известно, что иногда наблюдаются кратковременные (до нескольких минут) появления ярких точек, цветных областей и туманных деталей на Луне. Их причина пока точно не установлена, а предложенные теории объясняют их или вулканическими выбросами, или движением пыли из-за термических или электростатических эффектов, падением метеоритов или взаимодействием лунной поверхности с солнечным ветром. Даже в космический век важное значение могут иметь наблюдения яркости, цвета, теней от гор на Луне.

Сотни миллионов частиц ежедневно влетают в атмосферу Земли, вызывая краткую вспышку «падающей звезды». Здесь обширное поле деятельности для любителей, поскольку наблюдения **метеоров** могут проводиться и без какого-либо специального оборудования, нужно лишь достаточное количество времени и боль-



Народная обсерватория им. Бруно-Х. Бюргеля в г. Харта (Германия) — центр наблюдений переменных звезд

шой энтузиазм. Во многих странах имеются метеорные секции при национальных астрономических ассоциациях, существует также Международная метеорная организация (IMO). В нашей стране высокой квалификации в наблюдениях метеоров достигли любители Крымской метеорной станции им. Г. О. Затейщикова в Симферополе (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 84; 1989, № 1, с. 76. — Ред.). Кроме наблюдений **траекторий метеоров**, важных для изучения распределения вещества в около-солнечном пространстве, любители могут оказать большую помощь науке, обнаружив «пришельцев из космоса» — **метеориты**, не испарившиеся при пролете сквозь земную атмосферу.

Пожалуй, одним из самых плодотворных направлений любительской астрономии остаются наблюдения **переменных звезд**, которых к настоящему времени зарегистрировано около 30 тыс., и поэтому понятно, что за ними всеми профессионалы успе-

дить не могут. Ассоциации наблюдателей переменных звезд или секции при национальных астрономических ассоциациях есть практически во всех развитых странах. Они активно публикуют результаты или (что еще более ценно) сами наблюдения в специализированных журналах, хранят «досье» на тысячи переменных звезд ярче 14^m — 15^m . Самое крупное из таких обществ — Американская ассоциация наблюдателей переменных звезд (AAVSO), объединяющая более 550 активно работающих участников из многих стран, проводящих патрульные наблюдения 3600 звезд. В настоящее время «банк данных» AAVSO содержит свыше 6 млн индивидуальных наблюдений, и это число увеличивается примерно на 260 тыс. ежегодно. По оценкам директора AAVSO Дж. А. Маттей, это составляет около 80 % всех визуальных наблюдений, проводимых в мире. Большая популярность ассоциации связана с необходимостью использовать любительские наблюдения при восстановлении кривой блеска какого-либо экзотического объекта за продолжительный период времени.

Созданная в 1921 г. французская ассоциация наблю-

дателей переменных звезд (AFOEV) ежеквартально издает бюллетень, в котором оперативно печатаются таблицы наблюдений. Так, в одном из последних номеров приведено 16 тыс. наблюдений 683 звезд, полученных 97 наблюдателями из 10 стран. Английские любители большое внимание уделяют эруптивным звездам. В журнале «The Astronomer» нет таблиц наблюдений, однако каждый месяц публикуется описание кривых блеска более ста звезд, полученных наблюдателями из разных стран. Приводится также информация о наблюдениях солнечных пятен, комет, метеоров, полярных сияний и других астрономических явлений.

Активно работает Берлинская рабочая группа по наблюдению переменных звезд (BAV). В ее «Циркулярном письме» («BAV Rundbrief») публикуются статьи по результатам исследования переменных звезд, перепечатки интересных статей из других журналов, информация об имеющихся наблюдениях.

В 1987 г. во время командировки в ГДР я посетил обсерваторию им. Бруно-Х. Бюргеля в Харта. Ее основатель и директор Г. Буш организовал рабочую группу «Переменные звезды» (AKV) при Культурбунде ГДР, объединяющую 60 любителей. В настоящее время ими получено около 250 тыс. наблюдений. Издаются «Информационный бюллетень» и «Сообщения». Работа проводится в тесном контакте с профессионалами из Астрономической обсерватории Центрального института астрофизики АН ГДР в г. Зоннеберг, а также с любительскими обществами других стран.

В Чехо-Словакии любители специализируются на определении моментов минимумов ярких затменно-переменных

звезд, которые публикуются в «Сообщениях народной обсерватории им. Н. Коперника в Брно». В Венгрии активно работают два общества — «Метеор» и «Плейоне», в область их интересов входит исследование долгопериодических и полуправильных переменных звезд.

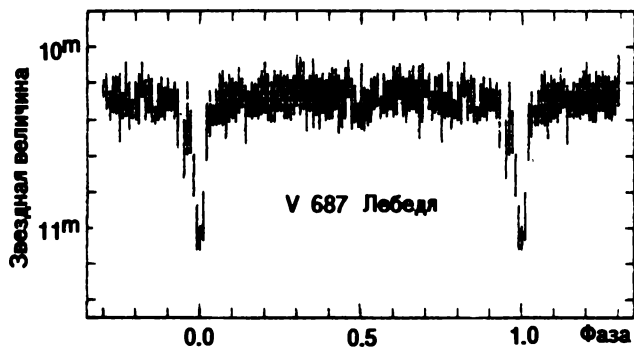
В нашей стране в последнее время средний возраст любителей-наблюдателей переменных звезд существенно понижился. Это, в основном, члены Юношеской секции ВАГО, Малой Академии наук «Прометей», члены школьных астрономических кружков. В своей работе они используют коллекции патрульных снимков Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга (Москва) и астрономической обсерватории Одесского университета.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СЕТИ: КОГО ЛОВИТЬ?

К сожалению, статьи с результатами наблюдений любителей появляются крайне редко. Краткий обзор результатов публикуется по мере поступления в журнале «Переменные звезды». Издается «Астрономический циркуляр юношеской астрономической обсерватории Бердянского дома пионеров им. Героя Советского Союза Е. М. Рудневой», избранные статьи юных любителей печатаются в журнале «Земля и Вселенная» и в таком неспециализированном издании, как «Методические указания в помощь руководителям кружков» Одесской областной станции юных техников. Для оперативного обмена информацией полезно создать под эгидой ВАГО специализированный журнал, или циркуляр, в котором могли бы сравнительно быстро публиковаться результаты любительских наблюдений. Наблюдения пе-

ременных звезд после их соответствующей обработки в астрономической обсерватории Одесского университета, будут публиковаться и в журнале созданного в 1990 г. Астрономического общества СССР.

Известно, что карты окрестностей наиболее интересных ярких переменных звезд публиковались неоднократно. Но если наблюдения этих объектов и проводились, то не обрабатывались до конца и оставались «вещью в себе». Попытка объединить юных любителей была предпринята Одесской заочной астрономической школой (Земля и Вселенная, 1986, № 4, с. 81.— Ред.), в качестве индивидуальных заданий предлагавшей наблюдения избранных долгопериодических и полуправильных переменных звезд, являющихся источниками мазерного радиоизлучения (Земля и Вселенная, 1988, № 2, с. 17; 1988, № 5, с. 83.— Ред.). Любители активно откликнулись на призыв принять участие в этой наблюдательной программе «Мазер». В адрес заочной астрономической школы (270014, Одесса, парк им. Т. Г. Шевченко, Астрономическая обсерватория ОГУ) приходит ежегодно более 1300 писем. Однако хотелось бы, чтобы каждый наблюдатель не ограничивался одним-двумя десятками измерений, а исследования были более полными. Только в этом случае ре-



Кривая блеска затменной двойной звезды V 687 Лебедя, полученная любителем астрономии А. В. Халевным (Одесса). Высота вертикальной черты соответствует разбросу значений, попадающих в интервал усреднения

зультаты могут иметь научную ценность.

Наблюдения любителей по программе «Мазер» будут ежегодно публиковаться, ее участники смогут, ограничившись лишь небольшим биноклем или телескопом, соединить «приятное с полезным» и внести свой посильный вклад в исследование переменных звезд.

Лавина уже готовой информации обрушивается на нас ежедневно. Но как иногда хочется до всего дойти самому, сделать свое, пусть часто и небольшое, открытие, взять «свой не взятый Эверест». И, пожалуй, одной из весьма немногих наук, в которую хорошо подготовленный любитель (но отнюдь не дилетант) может сделать свой вклад, является астрономия. К тому же Вселенная — это такая гигантская лаборатория, где рано или поздно реализуются все процессы, которые только могут произойти в Природе...

И. Л. АНДРОНОВ,
кандидат

физико-математических наук
доцент кафедры астрономии
Одесского государственного
университета

Фотографируем комету Леви



Комета Леви 26 августа 1990 г. Снимок сделали А. Мартысь и А. Кравцов

Эту фотографию кометы Леви сделал студент оптического факультета Новосибирского института геодезии, аэрофотосъемки и картографии Антон Савельев на загородной обсерватории Горн под Новосибирском. Снимок сделан с помощью 150-миллиметрового рефлектора Ньютона ($F=1050$ мм)

Наблюдения кометы Леви на горе Майданак

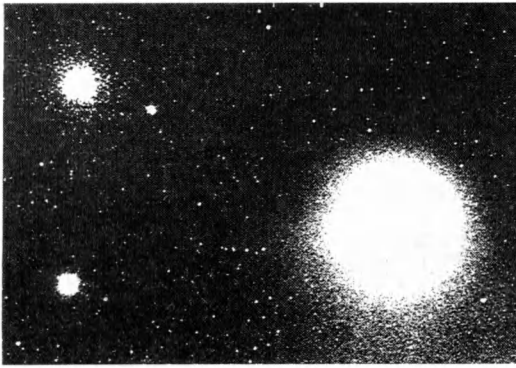
Новую комету, получившую предварительное обозначение 1990 с, (а впоследствии имя своего первооткрывателя), 20 мая 1990 г. открыл Давид Леви (Аризона, США). Наблюдая на своем 40-сантиметровом рефлекторе, он обнаружил комету в созвездии Андромеды и оценил ее блеск в $9,6^m$. А. Хейл (Нью-Мексико, США) 21 мая оценил блеск кометы в $10,1^m$. Он отметил кому ($\sim 1'$) и умеренную конденсацию кометы. В тот же день Ч. Моррис (Калифорния, США) сообщил о блеске в $10,5^m$. 22 мая комету сфотографировали Э. Хелин, Б. Роман, К. Лоуренс на 46-сантиметровой камере Шмидта обсерватории Маунт Паломар. 23 мая А. Мркос из обсерватории Клеть (Чехо-Словакия) сообщил, что комета имеет 11^m . 26 мая комету сфотографировал Р. Мак Нот на 1,2-метровой ка-

мере Шмидта обсерватории Сайдинг Спринг (Австралия).

Наблюдали комету Леви и в нашей стране. В Москве и Московской области из-за «белых» ночей комету начали наблюдать значительно позже, в июле. Сразу после открытия комета не представляла собой ничего необычного: диффузный объект $\sim 10^m$, медленно перемещавшийся вблизи звезды α Андромеды. Расчеты эфемериды, выполненные Д. Йоменсом и Б. Марсденом (США), показали, что в конце августа 1990 г. комета пройдет в $0,4$ а. е. от Земли. При таких условиях можно было ожидать увеличения блеска кометы до 4^m — 3^m и появления у нее хвоста. Так и получилось: блеск кометы стал быстро расти, появился хвост. «Небесную гостью» можно было наблюдать почти на всей территории Советского Союза.

Для наблюдений кометы Леви в период максимума ее блеска была организована экспедиция в южные районы нашей страны. С 17 по 26 августа 1990 г. члены Ассоциации наблюдателей комет СССР В. Л. Корнеев и С. В. Жуйко провели наблюдения на горе Майданак (УзбССР). Человеку, хорошо знающему звездное небо, сразу бросилась бы в глаза «лишняя звезда» в созвездии Пегаса. Приглядевшись, можно было увидеть слабый хвост длиной около $0,5^\circ$. Сначала он был направлен на юг, затем в течение двух суток развернулся на 90° . В бинокль хорошо различался прямой газовый хвост и под углом к нему — более короткий и широкий пылевой хвост.

По оценкам автора этой заметки, максимальная активность кометы наблюдалась 23 августа — тогда ее блеск составлял $4,1^m$,

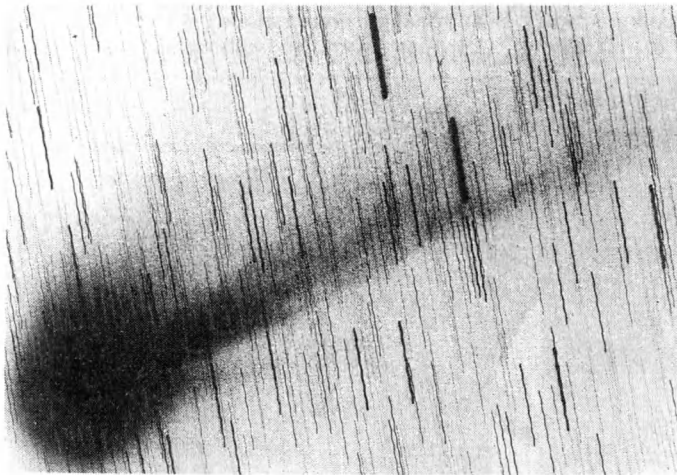


Комета Леви около шарового звездного скопления М15 (слева вверху) в созвездии Пегаса 18 августа 1990 г. Фотография сделана с помощью менискового телескопа Максутова Крымской лаборатории ГАИШ А. Мартысь и К. Чекмаревой.

Время экспозиции 15 мин на пластинке ORWO ZU-21. Из-за короткой экспозиции хвост кометы не проработался на негативе



Комета Леви 24 августа 1990 г. Снимок получен на МТМ АЗТ-5 ($D=500$ мм, $F=2010$ мм) А. Кравцовым, А. Мартысь и Я. Тихомировой



Комета Леви (1990 с). Снимок получен В. Л. Корнеевым и С. В. Жуйко на астрографе АФР-1 22 августа 1990 г. Выдержка 90 мин, пластинка ORWO ZU-21. Контрастное копирование выполнено на пластинке ORWO FU-5. На снимке видны хвосты, I, II и III типов

диаметр комы — $0,5^\circ$, длина хвоста — 5° . С помощью 130-миллиметрового телескопа Ньютона удалось исследовать голову кометы. Она имела форму луковицы (тип С) с очень сильной центральной конденсацией. Получены оценки интегрального блеска, диаметра комы, степени конденсации, длины и позиционного угла хвоста кометы. Результаты отправлены в «Кометный Цирку-

ляр» и в Гарвардско-Смитсоновский Астрофизический Центр (США).

Фотографические наблюдения проводились на астрографе АФР-1, принадлежащем ГАИШ и установленном на южной базе ГАИШ в Узбекистане. Высококачественный объектив диаметром 23 см и светосилой 1:10 строит на фотопластинке 24×24 см безабберационные изображения участков небесной сферы $6^\circ \times 6^\circ$. На этом астрографе В. Л. Корнеев и С. В. Жуйко получили пять астрометрических и столько же крупномасштабных изображений кометы Леви.

Автор выражает благодарность сотруднику ГАИШ Ю. А. Шокину за предоставленные фотоматериалы и наблюдательное время на астрографе АФР-1.

С. В. ЖУЙКО
(111578, Москва,
Свободный пр-кт,
д. 5/2, кв. 19)

Любительское телескопостроение

«Алькор» — гид и астрограф

Как известно, телескоп-рефлектор «Алькор» имеет азимутальную установку, и чтобы можно было фотографировать небесные объекты, многие любители по своему усмотрению переделывают монтировку в экваториальную (Земля и Вселенная, 1984, № 6, с. 60; 1988, № 6, с. 74.— Ред.). Не избежал этого и я, решив использовать «Алькор» в качестве гида и астрографа.

Основание экваториала (стойку) я сделал из деревянных брусков, соединив их в виде равностороннего треугольника, в вершинах которого установил регулировочные линзы. Внутри треугольника, на некотором расстоянии друг от друга перпендикулярно основанию прибил два бруска, в верхних

концах которых сделал срез под углом, равным широте места наблюдения. На этих брусках дюралюминием толщиной 1,5 мм прикрепил стойку самого телескопа. Стойка теперь стала полярной осью, на которой я установил (строго параллельно) зрительную трубу с крестом нитей для точной наводки. Увеличение трубы 20^x.

Для удобства я прикрепил трубу телескопа к головке монтировки двумя хомутами. К ним с правой стороны крепится еще и площадка для фотоаппарата. Теперь труба может вращаться в хомутах и окуляр можно установить в любом удобном для гидирования положении.

Чтобы иметь возможность фотографи-

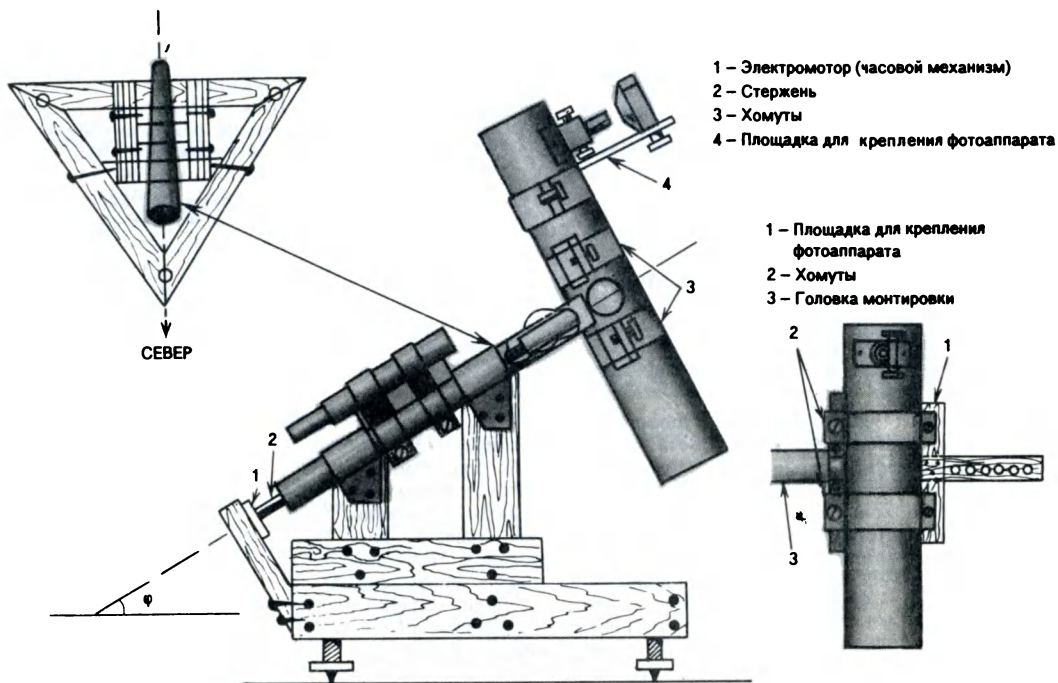
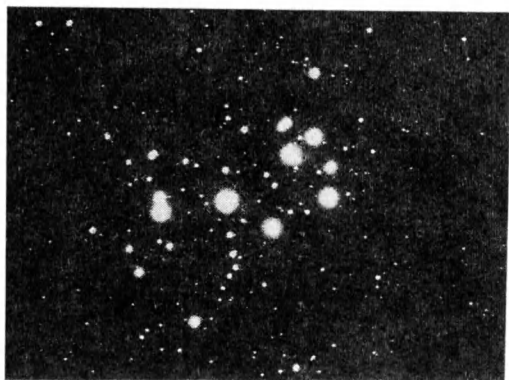
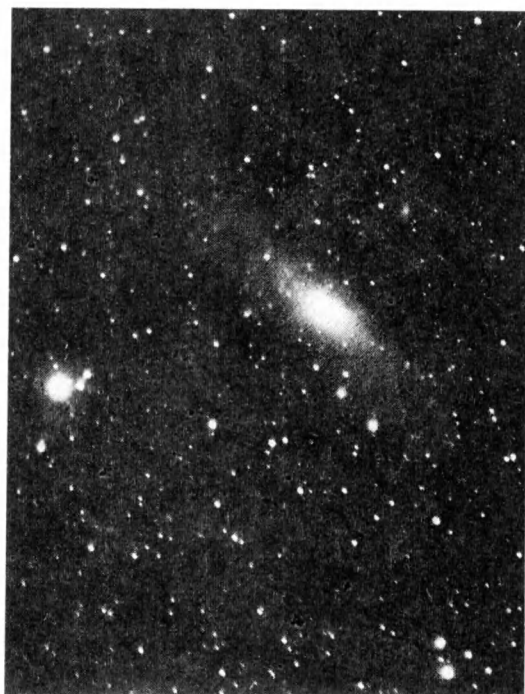


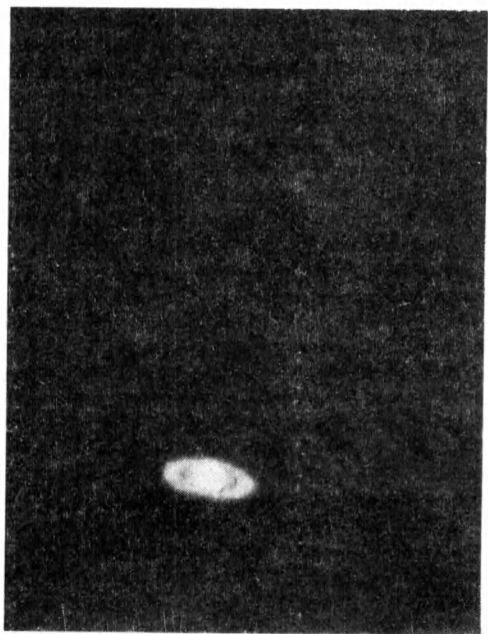
Схема экваториальной установки «Алькора»



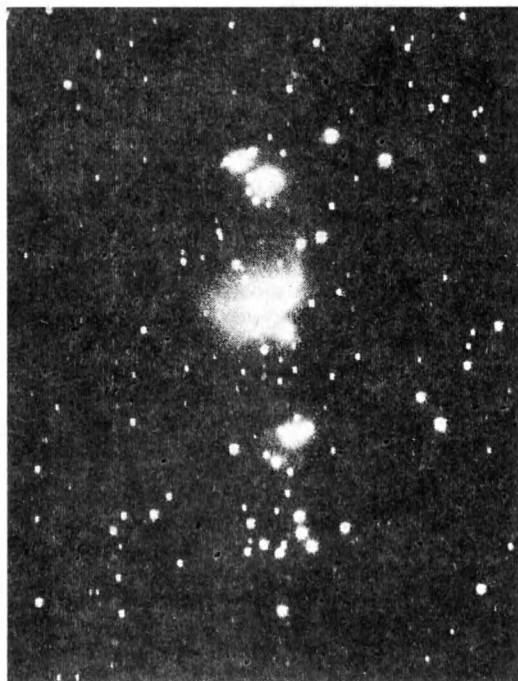
Плеяды. Выдержка 20 мин. 31 августа 1986 г.



Галактика М 31. 6 сентября 1989 г. Выдержка 50 мин.



Сатурн. Снимок получен 29 июня 1989 г. при увеличении 100^{*}. Пленка «Фото 130», выдержка 3 с.



Большая туманность Ориона. Снимок получен 10 сентября 1989 г. с выдержкой 25 мин. Пленка «Фото 250».

Любительское телескопостроение

Простой астрограф

Рано или поздно любители от простых визуальных наблюдений переходят к астрономической фотографии. Выбор конструкции будущего астрографа связан с трудностями: часто нет подходящей оптики, из-за больших габаритов и веса трудно решиться на строительство крупномасштабного астрографа, неясно, как соорудить часовой привод, который для большого астрографа представляет собой сложный механизм.

Предлагаю конструкцию астрографа, построенного мной и успешно работающего уже более двух лет.

Объектив астрографа — обычный проекционный кинообъектив 35КП 140/1,8 фирмы ЛОМО, $f=140$ мм, $D=75$ мм. Этот объ-

ектив можно попытаться приобрести в киноремонтных мастерских. Качество изображения на поле поперечником 6° составляет 0,02—0,025 мм. За пределами этого поля появляется небольшой астigmatизм. Если им пренебречь, то поле увеличится до 8° . Таким образом высококачественное изображение получается на поле поперечником 15 мм, а на поле поперечником 20—22 мм получается хорошее изображение. Это соответствует самым жестким требованиям к фотографическому объективу. Разрешающая способность объектива равна 70 линий на миллиметр.

Предельная звездная величина на пленке «Фото-250» при выдержке 4 минуты

ровать с большими выдержками, микрометрический винт по прямому восхождению пришлось несколько удлинить. Благодаря этому я могу экспонировать до 40—45 мин, а, возвратив винт в исходное положение, могу продолжать гидирование.

Фотографирую небо фотоаппаратом «Зенит» с объективом «Юпитер 37-А» (фокусное расстояние 135 мм, относительное отверстие 1:3,5). При желании можно применять и более длиннофокусные объективы. Оптическая ось фотоаппарата может изменять наклон относительно оптической оси телескопа по прямому восхождению на 60 — 70° , а по склонению — 10° . Во время гидирования в окуляр (с увеличением 100^x) вставляется крест нитей. Ведущую звезду во время гидирования надо немного расфокусировать, так, чтобы она приняла вид светлого кружка с темным пятном в центре. Несмотря на скромные характеристики объектива «Юпитер 37-А» при отличных атмосферных условиях с пленкой «Фото 250» за 30—40 мин удалось получить изображения звезд до 13,5—14^m.

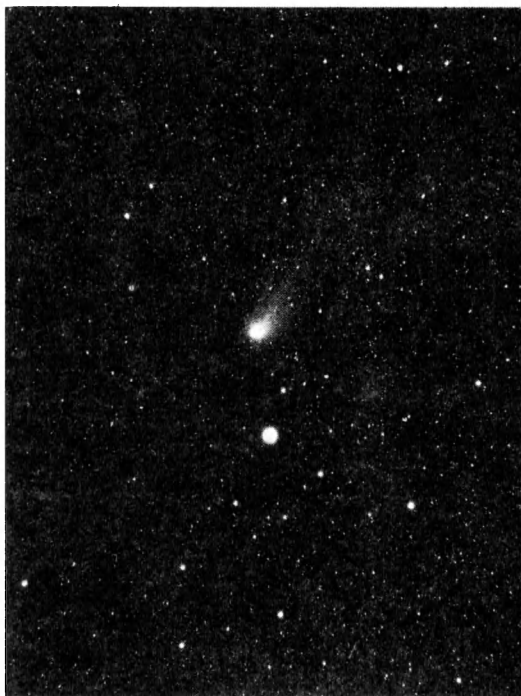
Для достижения на снимках дополнительного «драматизма», как выразился Л. Л. Сикорук в своей прекрасной книге «Любительская астрофотография», — можно получить лучи от ярких звезд. Для этого надо из полосок бумаги (шириной

не более 1 мм) сделать крест и надеть его на объектив фотоаппарата.

Потом я решил снимать Солнце, Луну и планеты. В моем распоряжении был электрический моторчик заводского изготовления, делающий 1 оборот за 24 часа. Выходной вал моторчика я соединил с полярной осью. Такой «часовой механизм» из-за больших погрешностей не очень удобен для фотографирования звезд при длительных выдержках, но вполне подходит для съемок Луны и планет, где они не требуются. При этом объектив из фотоаппарата вывинчивается, а окуляр телескопа остается на месте. Фотоаппарат укрепляется за окуляр с помощью кронштейна с хомутом. Солнце я снимаю через окулярный темный светофильтр, а чтобы светофильтр не лопнул от перегрева, на верхний конец трубы надеваю диафрагму диаметром около 30 мм.

Диск Луны и Солнца лучше снимать без линзы. При съемках планет, а также подробных съемках Луны и Солнца, надо применять окуляр с линзой Барлоу. Выдержка во всех случаях для каждого объекта подбирается опытным путем.

Ш. САТУЕВ
366501, ЧИАССР, Урус-Мартановский район, с. Алхан-Юрт, ул. Ленина, дом 5)



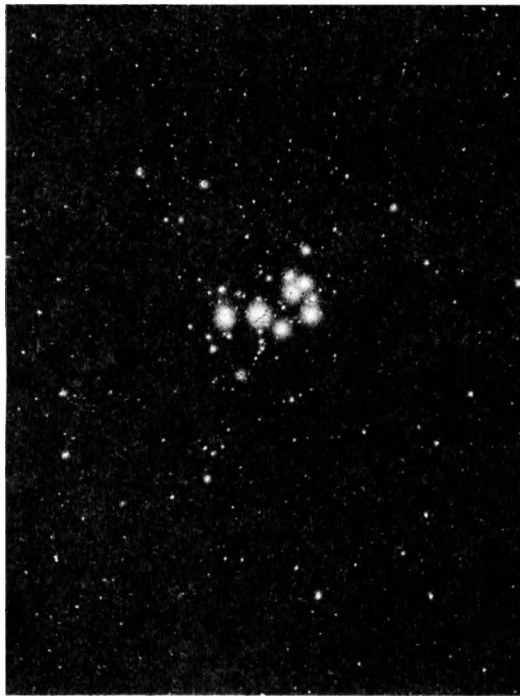
а

равна $11,0 - 11,2^m$. Для протяженных объектов она чуть меньше — $10,2 - 10,5^m$. На пленке «А-600Н» без гиперсенсibilизации при выдержке 3 минуты регистрируются звезды $11,5 - 12,0^m$ и протяженные объекты до $11,0 - 11,5^m$. При прозрачном и незасвеченном небе предельная выдержка для пленки «А-600Н» составит 8 мин, и астрограф зарегистрирует звезды до $13,0^m$.

Для гидирования астрографа имеется гид-рефрактор с перекрестием в поле зрения. Его диаметр 75 мм, а фокусное расстояние 645 мм, применяемое увеличение составляет $40\times$. Точность гидирования $\pm 30''$.

Я использую корпуса серийных камер «ФЭД» или «Зенит», хотя можно применять практически любую малоформатную камеру. Объектив крепится к камере с помощью переходных втулок из латуни. Для фокусировки имеется резьба. Фокусировал астрограф я с помощью $100\times$ микроскопа во время сборки и юстировки прибора, по изображениям звезд. В дальнейшем объектив фиксируется винтами и не фокусируется во время работы.

Вилка велосипеда служит основой монтировки. По прямому восхождению астрограф ведется электродвигателем постоянного тока через редуктор и фрикционную передачу. Большой диск фрикционной передачи насажен на полярную ось. Фрикционная передача позволяет наводить астрограф без отключения часового механиз-



б

Снимки, полученные с помощью астрографа с проекционным кинообъективом. а) Комета Леви 25 августа 1990 г. б) Плеяды (в обоих случаях использовалась пленка «А-600Н»)

ма. Коррекция осуществляется поворотом корпуса промежуточного планетарного механизма. Тонкую коррекцию можно сделать поворотом ручки потенциометра, регулирующего напряжение в цепи. По склонению астрограф корректируется червячной парой с передаточным числом 100.

За ночь астрографом можно снять несколько десятков кадров, т. к. предельная выдержка составляет всего 8 мин. Если использовать для патрульных фотографий изображения на краю поля ($5,5 \times 5,5^\circ$), астрограф можно применить для поиска комет, астероидов, регистрации переменных звезд.

Небольшой вес (10 кг) и малые габариты, простота сборки и разборки, питание электродвигателя от батареи или аккумулятора (8—10 вольт) позволяют использовать астрограф в загородных экспедициях.

В. А. КАШИРИН
(Краснодарский край, г. Тихорецк,
ул. Чапаева, д. 60)

Снова об астероиде и динозаврах

Гипотеза, согласно которой массовое вымирание динозавров произошло на нашей планете 65—66 млн лет назад после столкновения ее с астероидом, получает дальнейшее развитие. В 1984 г. сотрудник Университета штата Аризона (Тусон, США) А. Хилдебранд указал на два глубоководных района в Карибском море, где имеются кратеры на морском дне, по-видимому, образовавшиеся при таком столкновении. Интерес привлекло также сообщение сотрудника Геологического управления США в Денвере (штат Колорадо) Б. Бохора и преподавателя Массачусеттского технологического института

(Кембридж, США) Р. Сейтца: вблизи западной части Кубы в море обнаружено скопление огромных валунов поперечником до 12 м и толщиной до 450 м, возможно, возникшее при ударе астероида.

Однако теперь А. Хилдебранд совместно со своим коллегой по Университету штата Аризона У. Бойнтоном определили другое место в Карибском бассейне, где остались следы катастрофы. В водах, омывавших побережье Колумбии, при сейсмическом профилировании зафиксировали на большой глубине инородное тело поперечником около 300 км.

Геолог Ф. Моррасс из Международного университета в Майами (штат Флорида, США), изучая породы мелового периода на южной оконечности острова Гаити, пришел к убеждению, что это обломки, образовавшиеся при падении небесного тела. Они содержат квар со следами сильного удара, а также несвойственное земным породам большое количество иридия.

Однако преподаватель Дартмутского колледжа (ХанOVER,

штат Нью-Гэмпшир, США) Дж. Пиндел считает, что в изучаемое время южная оконечность острова Гаити располагалась вблизи полуострова Юкатан — довольно далеко от определенно-го А. Хилдебрандом и Ф. Моррассом места катастрофы. Тогда Южная Америка еще не соединилась с Центральной, а южная часть Кубы представляла собой вулканическую островную дугу, которой только предстояло столкнуться с Северной Америкой и Багамским шельфом. Все это, по мнению Дж. Пиндела, делает сомнительным предположение о падении астероида в данном регионе.

Положительную, хотя и осторожную оценку гипотезе А. Хилдебранда дает известный геохимик У. Альварес из Университета штата Калифорния (Беркли, США), который первым указал на скопление иридия в некоторых регионах как на свидетельство падения астероида. Дискуссия продолжается.

Science, 1990, 248, 843

КЛУБ «ОПТИКА»

предлагает любителям телескопостроения комплекты оптики для телескопов системы Ньютона:

D=150 мм, F=1000 мм	— 60 руб.
D=200 мм, F=1200 мм	— 90 руб.
D=250 мм, F=1750 мм	— 120 руб.,

а также плоские эллиптические зеркала:

большая ось — 47 мм	— 10 руб.
60 мм	— 15 руб.
78 мм	— 20 руб.

Заказы направлять по адресу: 113546, Москва, Востряковский пр. дом 7, корп. 2, кв. 320, Сарайкину В. В.

Сближения Земли с астероидами

Среди более чем 4 тыс. зарегистрированных астероидов около 50 могут сближаться с Землей. Многие наши читатели знают, что ближе всех подходил к Земле в июне 1937 г. астероид Гермес — на 580 тыс. км. К сожалению, Гермес был потом утерян.

Первое предсказанное сближение малой планеты с Землей было в июне 1968 г., когда в шести миллионах километров от нее прошел астероид Икар. В августе 1969 г. на расстоянии 9,2 млн км прошел астероид Географ. Ближе всех (из занумерованных астероидов) подошел к Земле в октябре 1976 г. астероид Хатхор: его отделяло от Земли всего 1,2 млн км.

Ну, а когда можно ожидать новых сближений Земли с астероидами? Исследование этого вопроса недавно провел бывший аспирант Института теоретической астрономии АН СССР (ныне ведущий преподавательскую работу в Норильске) А. И. Васянович. Применив специальную методику, он отобрал 62 малых планеты, которые могут подходить к Земле ближе 50 млн км. Затем

по программе, разработанной известным исследователем движения малых планет В. А. Шором, были рассчитаны возможные их сближения с Землей на ближайшие 10 лет.

Что же показали расчеты? Ближе всех к Земле подойдет в конце октября 1996 г. малая планета 4197, открытая в 1982 г. и еще не получившая собственного имени (26 октября она приблизится на 1,3 млн км и достигнет блеска 7,4^m). В начале декабря 1992 г. малая планета 4179 пройдет в 3,6 млн км от Земли и будет 7,8^m. На расстоянии 5,3 млн км планета 4179 подойдет к Земле вторично в конце ноября 1996 г., но тогда она будет несколько слабее — 8,3^m. Поскольку обе планеты смогут наблюдать любители астрономии, мы постараемся заблаговременно опубликовать их эфемериды.

Из «старых» астероидов, «способных» приближаться к Земле, в ближайшее десятилетие ни один не подойдет к ней ближе 18 млн км. Исключение два астероида: 1620 (Географ) в конце августа 1994 г. приблизится на 5 млн км (его блеск не превысит 10,4^m) и астероид 3908 (пока без имени) в конце октября 1996 г. подойдет на 9,2 млн км (12,9^m).

По-другому подошли к задаче душанбинские астрономы А. Ф. Заусаев и А. Н. Пушкарев (Институт астрофизики АН

Таджикской ССР). Они выбрали только пять астероидов, принадлежащих к группе Атона. К этой группе относят астероиды, движущиеся по орбитам малых размеров (перигелии расположены внутри орбиты Земли, а афелии — внутри орбиты Марса). Это астероиды 2062 Атон, 2340 Хатхор, 3362 Хуфу, 2100 Ра-Шалом и 3554 Амур. А. Ф. Заусаев и А. Н. Пушкарев, используя метод Эверхарта и учтя возмущения от всех больших планет, проследили их движение на 11500 лет (от 9300 г. до н. э. и до 2250 г. н. э.). Оказалось, что ближе всех к Земле может подходить астероид Хатхор. В октябре 2069 г. он подойдет к Земле на 1 млн км, в октябре 2124 г. — на 1,5 млн км и в октябре 2185 г. — на 600 тыс. км, когда он, возможно, побьет рекорд Гермеса. Астероид Хуфу в конце августа 2045 г. приблизится на 3 млн км, чуть дальше он пройдет в конце августа 2169 г. Наши молодые читатели смогут наблюдать первое из этих сближений, а их дети — первое из приближений Хатхора...

*В. А. БРОНШТЭН,
кандидат физико-математических наук*

УВАЖАЕМЫЕ ЛЮБИТЕЛИ АСТРОНОМИИ И ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЯ!

Для дальнейшего улучшения журнала редакции необходимо знать ваши предложения. Мы будем благодарны, если на заседаниях секций и отделов Центрального совета ВАГО и местных отделений ВАГО, а также других коллективов любителей астрономии и телескопостроителей будет достигнуто согласие по вопросу о том, что и в какой форме наиболее желательно публиковать в «Земле и Вселенной» (с учетом достаточно большого тематического диапазона журнала и его статуса как научно-популярного издания, которое должно быть интересно всем его читателям). Редакция с благодарностью рассмотрит поступившие предложения и постарается их реализовать.

Гипотезы, дискуссии, предложения

Происхождение одного из люков Кирквуда

С. И. ИПАТОВ,
кандидат физико-математических наук
Институт прикладной математики им. М. В. Келдыша АН СССР

В поясе астероидов практически отсутствуют малые планеты, для которых отношение периода обращения вокруг Солнца к периоду обращения Юпитера вокруг Солнца приближенно равно 1:3, 2:5, 1:2 или 3:7. Такие «запретные» области значений T называются люками Кирквуда.

Как известно, вокруг Солнца обращается множество малых планет диаметром от 1 до 1000 км. Большинство астероидов движется на среднем расстоянии от 2,2 до 3,0 а. е. от Солнца. Эта зона расположена между орбитами Марса и Юпитера и называется поясом астероидов. Малая планета, имеющая номер 1, называется Церерой. Она была открыта итальянским астрономом Джузеппе Пиацци в 1801 г.

Немецкий астроном Генрих Ольберс (1758—1840), открывший в 1802 г. вторую малую планету Палладу, предположил, что астероиды образовались в результате распада ранее существовавшей планеты. Академик О. Ю. Шмидт (1891—1956) считал, что такая планета не распалась, а напротив, не успела сформироваться из роя тел-планетезималей, т. е. сформировавшийся к тому времени массивный Юпитер своим полем тяготения помешал родиться новой планете. В настоящее время наиболее популярна гипотеза доктора физико-математических наук В. С. Сафронова: планетезимали из зоны формирующегося Юпитера попали в зону астероидов и «вымели» из нее большинство астероидов. Суммарная масса планетозималей, проникших из зон планет-гигантов в астероидный пояс, согласно проведенным нами численным расчетам, могла достигать десятков масс Земли. Для большинства таких планетезималей наибольшее расстояние от Солнца равнялось расстоянию от Солнца

до Юпитера, а минимальное расстояние было порядка 2—3 а. е.

Известно, что орбиты малых планет — эллипсы, меняющиеся со временем. Большая полуось орбиты астероида (a) равна среднему расстоянию его от Солнца, а эксцентриситет орбиты (e) характеризует ее сжатие, вытянутость. Минимальное и максимальное расстояние от Солнца тела, движущегося вокруг него по эллиптической орбите, равны соответственно $a \cdot (1 - e)$ и $a \cdot (1 + e)$.

Американский астроном Дэниель Кирквуд (1814—1895), исследуя орбиты астероидов, обратил внимание на тот факт, что среди большого числа известных астероидов нет таких, для которых отношение периода обращения вокруг Солнца (T) к периоду обращения Юпитера вокруг Солнца (T_J) равнялось бы 1:3, 2:5, 1:2 или 3:7. Эти «запретные» области значений T называются люками Кирквуда. Со времени их открытия были выдвинуты различные гипотезы, объясняющие существование этих люков. Однако только в последние годы удалось достаточно убедительно обосновать образование некоторых из них.

Под влиянием Юпитера и других планет эксцентриситеты орбит астероидов (e) меняются со временем. Американский ученый Д. Уиздом математически исследовал «фиктивные» астероиды для случая, когда $T: T_J \approx 1:3$, приняв допущение, что эти астероиды имеют хаотические орбиты. Уиздом показал, что в ходе эволюции эксцентриситет хаотической орбиты достигает значений $e > 0,33$, при которых становятся возможными тесные сближения астероидов с Марсом. Уиздом показал также, что область начальных значений a и e , при которых существуют хаотические орбиты, близка к

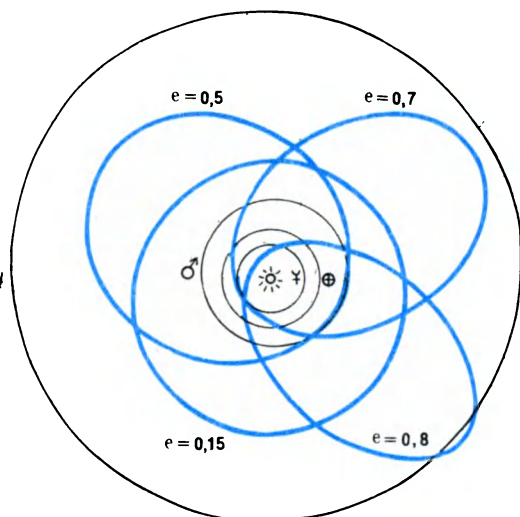
области значений a и e , при которых почти нет реальных астероидов.

В случае люка Кирквуда 2:5 астероид может достигать орбиты Марса при $e > 0,41$. При таких значениях e метод точечных отображений, использовавшийся Уиздомом, не всегда дает возможность получить результаты с высокой точностью. Кроме того, в случае $T:T_j \approx 2:5$ доля хаотических орбит среди всех орбит астероидов невелика. Поэтому автор данной статьи проводил исследование эволюции орбит «фиктивных» астероидов путем численного интегрирования неусредненных уравнений движения задачи трех тел (Солнце — Юпитер — астероид). Такой метод гарантировал достаточную точность вычислений эксцентриситетов на рассматриваемом интервале времени $\sim 10^5$ лет. Расчеты показали, что при $T:T_j \approx 2:5$ среднее изменение e в несколько раз больше, чем для астероидов, находящихся вне люков Кирквуда, и больше, чем для других люков. Эксцентриситеты орбит некоторых рассмотренных фиктивных астероидов увеличивались от 0 до 0,8.

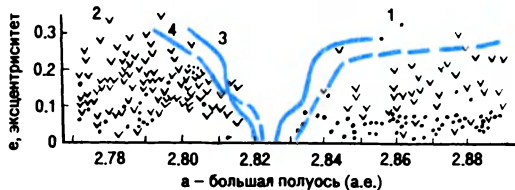
Сближения астероида из люка Кирквуда 2:5 с Землей могут происходить при $e > 0,65$, а с Венерой — при $e > 0,74$. Скорости изменений ориентаций орбит Марса, Земли, Венеры и астероида различны. Поэтому при соответствующих значениях e астероид может сближаться с этими планетами. В рамках задачи трех тел (Солнце — Юпитер — астероид) тесные сближения астероидов с Юпитером не происходят, т. к. для их сближения с Юпитером кроме условия $e > 0,75$ необходимо также учитывать влияние других планет.

Чтобы проверить гипотезу о происхождении люка Кирквуда 2:5, автор статьи исследовал области начальных данных, при которых эксцентриситеты орбит астероидов из этого люка в ходе эволюции становятся больше 0,41. Рассмотрена эволюция орбит более 400 «фиктивных» астероидов, начальные значения больших полуосей a_0 которых лежали в окрестности a_p , (где $a_p = 2,824$ а. е. — то значение a , при котором $T:T_j = 2:5$). Рассматриваемый интервал времени был не меньше $6 \cdot 10^4$ лет, когда Юпитер и астероид двигались в одной плоскости, и не меньше $1,2 \cdot 10^5$ лет в пространственном случае.

Для случая $a_0 = a_p$ были рассмотрены различные начальные ориентации орбиты астероида и его положение на орбите. При начальном значении эксцентриситета орбиты астероида, равном среднему эксцентриситету всех астероидов (т. е. 0,15) и при современном значении эксцентриситета орбиты Юпитера получено, что максималь-



Орбиты Юпитера, Марса, Земли, Венеры и «фиктивных» астероидов, для которых отношение периода обращения вокруг Солнца к периоду обращения Юпитера равно 2:5



Распределение реальных астероидов по эксцентриситетам e и большим полуосям a их орбит в окрестности люка Кирквуда 2:5 при наклонах орбит меньших 5° (точки) и больших 5° («галочки»). Кривая 3 представляет собой внешнюю границу области начальных значений a и e , при которых максимальный эксцентриситет фиктивного астероида в ходе эволюции больше 0,41 (плоский случай). Граница аналогичной области для пространственного случая представлена прерывистой линией

ное значение эксцентриситета астероида $e_{\max} > 0,41$ для 2/3 всех рассмотренных астероидов.

Время существования Солнечной системы ($4 \cdot 6 \cdot 10^9$ лет) почти в 10^5 раз больше интервала времени, на котором проводились расчеты, поэтому ясно, что если $e_{\max} > 0,41$ для некоторых начальных значений a и e , то за время существования Солнечной системы астероиды могли неоднократно достигать орбиты Марса и при любых других начальных ориентациях ор-

бит и положениях на орбитах. Если $e_{\max} > 0,65$, то аналогичный вывод можно сделать о сближениях астероидов с Землей.

Полученные результаты показывают, что тесные сближения астероидов с Марсом и Землей могли быть одной из причин об-

разования люка Кирквуда 2:5. Так как радиус Земли почти в два раза больше радиуса Марса, то метеороиды, мигрировавшие из люка Кирквуда 2:5, возможно, чаще выпадали на Землю, чем на Марс.

МАГАЗИН № 3 «КНИГА — ПОЧТОЙ»

«Академкнига» предлагает книги издательства «Наука»:

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ В 1 ПОЛУГОДИИ 1991 ГОДА:

Бакулин П. И., Кононович Э. В., Мороз В. И. Курс общей астрономии. 40 л. 1 р. 50 к.

Гагаринские научные чтения по космонавтике и авиации 1990 г. 20 л. 3 р. 80 к.

Куликов С. Нить времен: Малая энциклопедия календаря с заметками на полях газет. 12 л. 50 к.

Куликовский П. Г. Справочник любителя астрономии. 45 л. 2 р. 70 к.

Максимов А. И. Космическая одиссея. (Наука и технический прогресс). 16 л. 1 р.

Маракушев А. А. Происхождение и эволюция Земли и других планет Солнечной системы. (Планета Земля и Вселенная). 10 л. 70 к.

ИМЕЮТСЯ В НАЛИЧИИ:

Ветров Г. С. С. П. Королев в авиации. Идеи. Проекты. Конструкции. (История науки и техники). 1988. 160 с. 55 к.

Витязев А. В., Печерникова Г. В., Сафронов В. С. Планеты земной группы: происхождение и ранняя эволюция. 1990. 296 с. 4 р. 70 к.

Климишин И. А. Релятивистская астрономия. (Проблемы науки и технического прогресса). 1989. 288 с. 1 р.

Новиков И. Д. Эволюция Вселенной. (Проблемы науки и технического прогресса). 1990. 192 с. 65 к.

Заказы на книги направляйте по адресу: 117393 г. Москва, ул. Академика Пилюгина, дом 14, кор. 2 Магазин № 3 «Книга — почтой» «Академкнига».

Первый пуск на Байконуре

А. А. МАКСИМОВ,

кандидат технических наук,
генерал-полковник в отставке

После генеральной репетиции, состоявшейся на Байконуре 4 мая 1957 г. (Земля и Вселенная, 1990, № 5, с. 60.— Ред.), на следующий день произвели еще один контрольный разброс опорных стрел с помощью «паука» — специального приспособления, имитирующего силовой пояс ракеты на сведенных вместе опорных стрелах, и проверили водяную систему отсечки пламени двигательной установки. К этому времени в МИКЕ — монтажно-испытательном корпусе — уже заканчивали стыковку ракеты с головной частью. Не все шло гладко, но, наконец принято решение — завтра вывоз!

Работали всю ночь. Особенно пришлось потрудиться сотрудникам главного конструктора стартового комплекса Владимира Павловича Бармина. В полдень шестого весь личный состав собрался у ворот МИКа. Настроение у всех праздничное. Фантастическое впечатление, особенно когда ракета, освобождаемая от стремянков, обслуживающих площадок и поднятая кранами на высоту нескольких метров медленно поплыла к установщику.

А потом Госкомиссия во главе с Василием Михайловичем Рябиковым, Митрофаном Ивановичем Неделиным и Сергеем Павловичем Королевым шла по шоссе от МИКа до стартовой площадки, как почетный эскорт сопровождающая движущийся по железной дороге состав с ракетой.

Многое еще предстояло сделать. Беспокойно, что никак не налаживалась устойчивая связь с районом «Кама» — здесь — недалеко от вулкана Ключевская Сопка на Камчатке должна была упасть головная часть ракеты. Пришлось «выходить наверх» — подключать начальника связи Советской Армии И. Т. Булычева, министра связи СССР Н. Д. Псурцева, первого заместителя министра обороны маршала И. С. Конева.

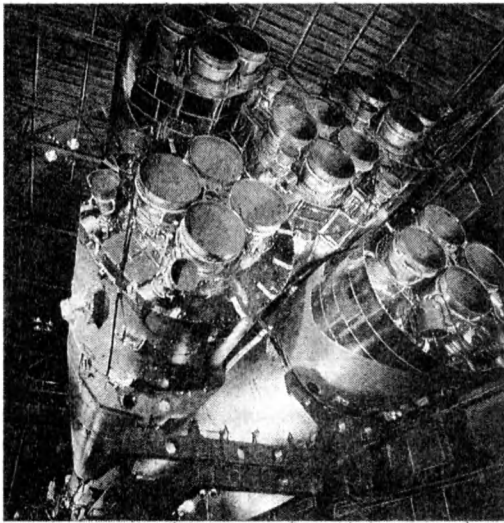
8 мая Госкомиссия направила в ЦК КПСС и правительство свой доклад, в котором просила разрешить произвести пуск 13—

18 мая. На следующий день пришел положительный ответ Н. С. Хрущева... и вперед!

При плотной, почти круглосуточной работе можно было осуществить пуск в понедельник 13 мая. Однако, как всегда, пошли «бобы» и «бобики» — так на жаргоне конструкторов и испытателей назывались какие-либо ненормальности в функционировании электросхем, агрегатов, систем ракеты или наземного оборудования. Намеченные на 11 мая комплексные испытания провести не удалось — в системе управления шли ложные команды. Всю ночь выясняли причину. Как это бывает, она оказалась очень проста: в одном из штеккеров вывернулся винтик, который, катаясь по контактному полю, производил хаотическое замыкание цепей. «Не гнетет попа телега, а гнетет чека от колеса», — говорил в таких случаях маршал Неделин.

За 35 лет я участвовал во многих испытаниях и пусках различных ракет, блоков, космических аппаратов, и буквально по пальцам можно перечислить случаи, когда аварии или неполадки возникали из-за научных, теоретических или проектных просчетов. В подавляющем большинстве случаев это было результатом элементарного разгильдяйства, небрежности, некачественного выполнения работ, нарушения технологии, ошибок в конструкции или схемах. Так было и на сей раз. Гневу и негодованию не было предела... Госкомиссия поручила тщательно расследовать этот случай.

Наконец 12 мая провели «генеральные», но опять «бобы»: на 10—11 секунде пропала подача электропитания на борт ракеты — оказалось, не закрепили как следует штеккер. С этой неприятностью легко справились. Вторая оказалась более существенной: при переходе с наземного питания на бортовое (от аккумуляторов ракеты) фазометрическая радиотехническая система «Иртыш», предназначенная для измерений углов при полете ракеты не включалась. Причина? Неясная, но скорее всего подгар контактов. Что делать? Лезть в ра-



В монтажно-испытательном корпусе

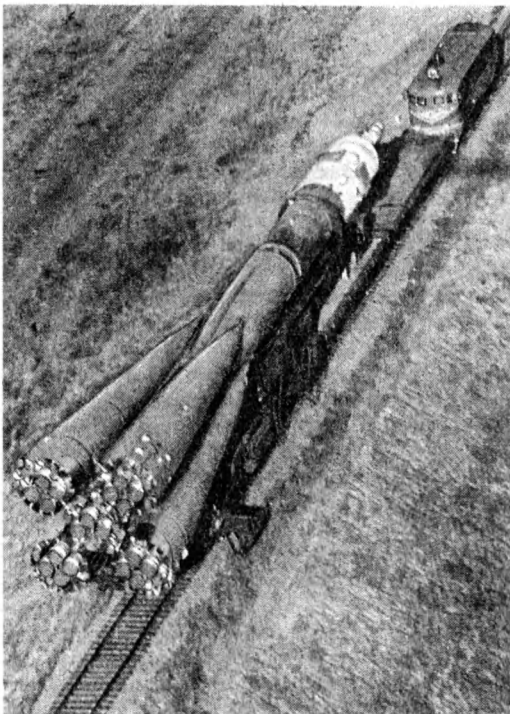
кету с паяльником, перепаявать контакты на огромной высоте? — можно новых неисправностей привнести. А система важная — без нее можно вообще потерять ракету из виду, так как поле зрения оптических приборов всего 4° , они наводились на цель и удерживали ее с помощью системы «Иртыш». Трудный выбор. Бурные дебаты. И все же верх взяло благоразумие: и поздно ночью решили — будем пускать без «Иртыша».

Начали интересоваться погодой. Вечером 13 мая заслушали на Госкомиссии «ветродуев». Сколько оговорок, сколько разных «если», «при условии», сколько ссылок на непредсказуемость поведения циклонов и антициклонов, воздушных масс и фронтов можно услышать от метеорологов в таких ответственных случаях. Впрочем, время для уточнения прогнозов еще было. Из графика работы по подготовке к пуску выбились, теперь он мог состояться не ранее 15 мая.

Четырнадцатого провели последние испытания — все вроде в норме. Вечером Госкомиссия приняла решение — в 4 утра приступить к заправке и непосредственной подготовке пуска, и осуществить его в 17—20 ч по местному времени.

При выборе времени старта учитывались многие соображения. Полет по трассе, прилегающей к полигону, должен был проходить в светлое время суток, чтобы полет ракеты можно было наблюдать визуально и с помощью оптических приборов. Хорошо бы также, чтоб головная часть «прибыла» в район «Кама» ближе к рассвету, чтобы поисковые группы могли максимально использовать дневное время для ее поиска в этом безлюдном таежном месте. Она могла по разным причинам отклониться от заданного маршрута. Поэтому желательно было наблюдать ее на фоне ночного неба. При входе в плотные слои атмосферы она бы ярко светилась. Не последнюю роль играли требования обеспечения секретности. В светлое время пуск был бы не так заметен, как ночью. Для соблюдения режима секретности во время пуска в то время принимались строгие меры: трассы самолетов отнесли в сторону, поезда под разными благовидными предлогами задерживали на узловых станциях.

Работы по подготовке к пуску шли полным ходом. Напряжение, огромная ответственность и, как всегда, у некоторых желание перестраховаться. Утром Королеву звонит начальник метеоотдела: начинается ухудшение погоды, появляются перистые облака. Как быть? Без «Иртыша» оптические средства при плохой видимости могут потерять цель. Но у метеорологов других забот

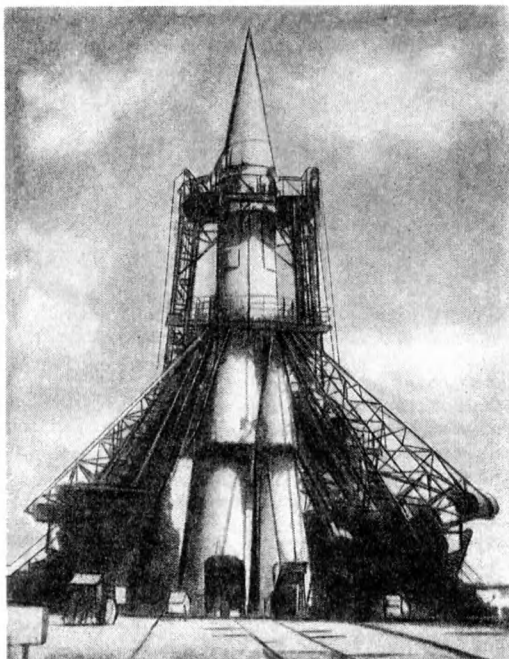


Ракету-носитель с космическим кораблем везут к месту старта

нет, а страха много. Решение Василия Михайловича Рябикова и Сергея Павловича Королева — продолжать подготовку, начинать заправку.

В ходе подготовки то там, то здесь случались задержки. Это нервировало. Порой происходили срывы. Расскажу об одном из инцидентов. Спустившись вниз на кабину обслуживания, я увидел крайне неприятную картину: кругом пар от испаряющегося кислорода, в этом холодном паре люди, как черти в преисподней (а дело происходит на глубине примерно 10—17 м), делают свое дело... Кислород тек из подшипников турбонасосного агрегата. Отводов за кабину не было предусмотрено, и на ней образовывались лужи кислорода. Второпах делают лоточки, стоки, ставят ведра, поддоны. Все это наполняется жидким кислородом и вручную выплескивается за борт — на лоток пусковой установки. Вспоминаю сейчас и думаю, как же нам везло! Ведь кислород с хлопчатобумажной тканью, ватой и т. п. образует взрывчатое легкоиницилируемое вещество. Он без труда реагирует со всеми маслами и любой органикой. В каждый момент можно было взлететь на воздух и без ракеты, точнее вместе с ней. Все мы тогда только учились. Порой знания и опыт добывались ценой жизни.

Поднявшись наверх, нашел Владимира Ивановича Курбатова — заместителя В. П. Глушко — главного конструктора двигательных установок. Рассказал, что там внизу делается. Он помчался туда. За ним пошел заместитель Королева по испытаниям Леонид Александрович Воскресенский. Вскоре там оказался и генерал А. Г. Мрыкин. Увидев столь неприглядную картину, он высказал упреки в адрес конструкторов и поднял вопрос о необходимости принятия дополнительных мер безопасности перед Госкомиссией. Видимо, Сергей Павлович решил, что это я информировал генерала, и, придравшись к какому-то пустяку, потребовал покинуть стартовую площадку. Нервное напряжение было тем горячим, которое делало легко воспламеняемыми и взрывоопасными отношения между людьми. Но я из людей неподдающихся, поэтому начались неприятные пререкания. Наконец Сергей Павлович пригрозил, что вызовет караул и меня выведет. На что у меня нашлось резонное возражение, что караул наш, военный, и подчиняется мне, а по-боевому расчету мое место — на командном пункте стартовой площадки, и я отсюда не уйду. Кончилось тем, что Королев по «громкой» связи вызвал на КП членов Госкомиссии Мрыкина и Пашкова и в очень возбужденном состоянии попросил забрать меня, иначе он сам уйдет. Мне

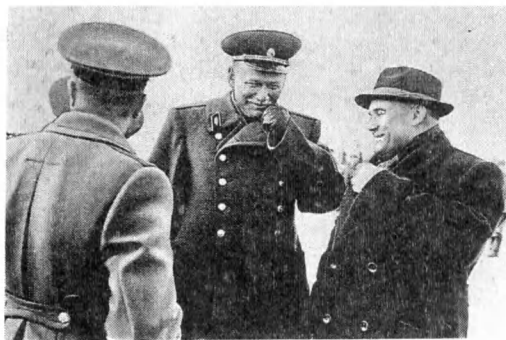


Первая межконтинентальная баллистическая ракета

как секретарю Госкомиссии «нашлось» какое-то срочное задание, и все обошлось.

Через день или два в столовой за завтраком Сергей Павлович извинился за тот инцидент. Замечу, что это совершенно не характерно для него... — за что-нибудь перед кем-то извиняться. Он был скор на расправу, но любил как своих, так и чужих специалистов — энтузиастов и фанатиков его любимой ракетной техники. Люди делились им на тех, кто всей душой предан ракетостроению, и всех остальных. Первым он многое прощал, ко вторым был беспощаден. Помнится, как однажды одному из конструкторов он приказал отправиться из Байконура в Москву («по шпалам») — ему показалось, что тот формально относится к своему делу.

Но вернемся на стартовую площадку. В 21 ч 05 мин (с часовым опозданием от намеченного срока) была подана команда: «Пуск!» Пламя, дым, тучи пыли окутали ракету. На какой-то момент даже стало страшно за нее, когда она скрылась в этом море огня. Но вот двигатели вышли на режим, четко разошлись опорные фермы и машина плавно пошла вверх. Неотрывно следим за ней, затаив дыхание. Самые противоречивые чувства переполняют нас. Тут и восторг, гордость за людей, сотворивших



Генерал Васильев Алексей Антонович (бывший заместитель начальника полигона по НИР и измерениям) с Сергеем Павловичем Королевым на стартовой площадке

это чудо и неотступная тревога: как все пойдет дальше?

Трудно сказать, сколько времени мы наблюдали за полетом — может минуты, может секунды. Но вдруг что-то вспыхнуло и ракета исчезла из виду. Суждения высказывались самые противоречивые: одни еще видят, другие — нет, кто-то заметил, как что-то отвалилось и упало. В общем по поговорке «никто так не врет, как очевидцы». Ясно было одно — что-то произошло. И все-таки успех — четко сработали сотни механизмов, систем, электроцепей, контактов, и ракета поднялась со старта, красиво пошла.

Человек пятьдесят собрались в «банкобусе» — так на жаргоне испытателей называли помещение вблизи старта, где обычно собирались Госкомиссия и техническое руководство и как говорится «банковали». Сначала таким помещением при пуске пер-



Домик в районе стартовой площадки Байконура, в котором жил и работал Сергей Павлович Королев

вых ракет на полигоне Капустин Яр был сломанный и брошенный в степи автобус — отсюда и «банкобус».

Начали поступать первые сообщения. Генерал Лев Михайлович Гайдуков из рай-

В пустыне, в горах, в океане

Научно-популярная книга Н. А. Еременко «Мир глазами геолога» (1990 г.) рассказывает об основных проблемах современной геологии. В книге шесть глав. Познакомив читателя с данными о геологии планет Солнечной системы (первая глава «Земля и Вселенная»), автор во второй главе вводит читателя в удивительный мир камня, дает характеристику различных минералов и горных пород, условий их формирования, описывает мировые шедевры скульптуры, архитектуры и строительства, созданные из камня.



Две следующие главы посвящены геологическому строению пустынь и горных местностей. Непосредственный участник науч-

кату, которая летает, проверили старт, всю «наземку», динамику выхода ракеты из стартового сооружения совершенно нового типа.

Доклад был принят спокойно. Н. С. Хрущев и Н. А. Булганин поздравили с успехом, просили форсировать дальнейшие работы. И мы начали разбираться в обстоятельствах полета, причинах падения, готовить к пуску следующую машину. Но об этом в следующий раз.

ных экспедиций по западным Каракумам и к подножию Копетдага, автор рисует яркие картины природы этих неповторимых уголков Земли, знакомит читателей с повседневной работой геологов и задачами, которые им приходится решать в полевых условиях.

Геология дна Мирового океана — тема отдельной главы книги. В ней говорится о зарождении молодой земной коры в рифтовых зонах океана, удивительных донных сообществах гидротермалей, основных идеях и гипотезах, связанных с происхождением океанского дна.

Заключительную главу книги автор посвятил экологическим проблемам, которые все чаще возникают в связи с деятельностью геологов. Это и повреждение почвенного слоя при разработке полезных ископаемых в открытых карьерах, и загрязнение акваторий и атмосферного воздуха при добыче нефти в море.

Информация

Совершенствуются нейтринные детекторы

Строившиеся ранее детекторы поступающих на Землю извне высокоэнергетических частиц нейтрино обычно фиксировали их количество, но не могли определить направление, откуда они

появились. Этот недостаток отсутствует у вступившей в строй в 1988 г. в Японии установки Камиоканде II, где в последнее время работает японо-американская группа исследователей во главе с К. С. Хирата. Методика состоит в фиксировании нейтрино по вызываемому ими рассеянию электронов, что позволяет судить об источнике космических частиц.

В результате впервые экспериментально подтверждено, что нейтрино поступают на Землю именно от Солнца, причем спектральный анализ показал: они образуются при распаде бора-8,

изотопа с малым периодом полураспада, возникающего при термоядерных реакциях на Солнце. Однако, по-прежнему остается загадочным «дефицит» нейтрино: их наблюдаемое количество примерно вдвое меньше того, что следует ожидать согласно существующей модели Солнца.

Physical Review Letters, 1990, 65, 1297
New Scientist, 1990, 127, 27

150 лет нуль-пункта Кронштадтского футштока

В. И. БОГДАНОВ,
кандидат физико-математических наук
Л. С. ХРЕНОВ,
доктор географических наук

Конец первой половины XIX в. ознаменовался в России новыми успехами в астрономии, геодезии, гидрографии и смежных отраслях знания в связи с деятельностью таких выдающихся ученых, как В. Я. Струве (1793—1864), К. И. Теннер (1783—1860), Ф. Ф. Шуберт (1789—1865), М. Ф. Рейнеке (1801—1859), А. И. Савич (1810—1883). 7 (19) августа 1839 г. состоялось торжественное открытие Пулковской астрономической обсерватории, основателем и первым директором которой был В. Я. Струве (Земля и Вселенная, 1990, № 1, с. 49.—Ред.). В 1828—1864 гг. Ф. Ф. Шуберт возглавляет работы по составлению новых точных карт района Балтийского моря на основе выполненной триангуляции, создания сети астропунктов (Ф. П. Врангель, 1796—1870), гидрографических описаний и промеров глубин (М. Ф. Рейнеке). В частности, под его руководством были выполнены обширные топографические работы, а при содействии правительств Пруссии, Швеции и Дании — проведена специальная хронометрическая экспедиция.

Развитие военного и торгового флота, строительство новых портов и укреплений, возросшие требования к навигационному обеспечению мореплавания — все это приводило к необходимости реорганизовать существовавшую тогда систему уровневых наблюдений по футштокам (посты измерения уровня моря) в морских портах, вынудило проводить систематические промеры глубин, всесторонне изучать вековое смещение береговой линии Балтийского моря. Как известно, научная разработка вопроса о природе послеледникового смещения береговой линии Балтийского моря относится к 1731 г., когда шведские исследователи А. Цельсий и К. Линней впервые показали реальность самого этого явления и объяснили его уменьшением объема водных масс Ботнического залива. Они также

заложили первую уровневую марку — это была насечка на скале, сделанная для дальнейшего систематического определения ее высоты над средним уровнем моря. О. Рунеберг в 1765 г., С. Плейфер в 1802 г. и Л. фон Бух в 1807 г. высказали предположение: уровень Балтийского моря понижается в результате поднятия земной поверхности. Концепция эта объясняла нерегулярный характер изменения уровня даже в сравнительно близко расположенных пунктах акватории. Вывод Л. фон Буха о том, что вся Балтика от Фредериксгалля в Норвегии и до Або в Финляндии, а возможно и до Санкт-Петербурга «медленно и нечувствительно поднимается», был известен и не мог не учитываться при организации новых геодезических и гидрографических исследований.

Придавая большое научное и практическое значение этим вопросам, Петербургская Академия наук в 1837 г. обратилась в Морское Министерство с просьбой нанести на скалах Финского залива насечки (метки, марки, знаки) наподобие шведских и организовать систематические наблюдения за изменением их высот над «ординарным» (средним) уровнем моря. 15 (27) апреля 1837 г. Управляющий Канцелярией Генерал-Майор Вилиамов направил от имени Управления Генерал-Гидрографа в Гидрографическое Депо Морского Министерства письмо следующего содержания: «Академия наук просит г. Начальника Главного Морского Штаба о поручении назначенному в сем году для продолжения промера Финского залива Капитан-Лейтенанту Рейнеке между настоящим своим занятием делать наблюдения над беспрестанным обмелением вод сего залива, замеченным напредь сего многими учеными. Его Светлость изволил изъявить на означенную просьбу Академии свое согласие, о чем Канцелярия Генерал-Гидрографа честь

имеет сообщить Гидрографическому Депо по принадлежности для наилучшего по сему предмету распоряжения, присовокупляя, что для руководства при наблюдении над обмелением вод Г. Рейнеке должен получить от Академии наук наставление»¹.

В наставлении Академии наук подробно изложены требования к выбору мест заложения таких знаков и их устройству. Знаки, указывается в наставлении, «могут состоять из горизонтального желоба, по крайней мере в 2 фута длиною», вырубленного в вертикальной стене утеса — цельной береговой скале, а не в «каменных грудах», на высоте 5—6 футов и на расстоянии не более 10 верст друг от друга.

Наставление обязывало вырубать около каждого знака число и год закладки, описывать место положения и заносить в особый дневник результаты повторных измерений высот марок над средним уровнем моря. С 1837 г. и до конца XIX в. заложили несколько десятков таких уровневых марок, для части которых были выполнены повторные определения высот. Так появилась в нашей стране уникальная сеть скальных уровневых реперов и начались систематические геодинамические исследования.

Трудно переоценить значение новых сведений об уровневых марках, считавшихся утерянными. Уровневые марки прошлого столетия могли бы оказаться весьма полезными и сейчас при изучении вековых тенденций в изменении уровня моря, особенно в связи с гипотезами катастрофического повышения уровня Мирового океана в результате распада ледниковых щитов Антарктиды и Гренландии. Они необходимы и для исследования современных движений земной коры и изменения в геоиде, а также при разработке новых типов скальных реперов для векового фундаментального закрепления результатов геодинамических исследований.

М. Ф. Рейнеке начал работу с упорядочения существовавшей уровневой сети. Первые уровневые наблюдения в России были сделаны в начале XVIII в. по прямому указанию Петра I. Наблюдения в Кронштадте велись с 1703 г. относительно среднего уровня, высотное положение которого отмечалось «на шлюзовых воротах и стенках Морского канала» и определялось в разных местах. Футшток в Купеческой гавани в Кронштадте установили в 1800 г.



Медная пластинка с чертой, соответствующей нулю Кронштадтского футштока. Установлена Х. Ф. Рейнеке в 1913 г. и закрыта защитной рамой в 1951 г.

Это была двухсаженная рейка с дюймовыми делениями, укрепленная на быке Синего моста через Обводный (Адмиралтейский) канал. С тех пор на футштоке ведутся регулярные неравномерные наблюдения за колебаниями уровня моря. Однако до работ М. Ф. Рейнеке нуль-пункт футштока и нуль-пункты футштоков в других морских портах не были определены в единой системе. Заслуга М. Ф. Рейнеке в том и состоит, что впервые в отечественной практике он предложил использовать средний уровень моря в различных портах, определенный за один и тот же временной интервал. 20 мая (2 июня) 1840 г. он сообщил исполняющему обязанности Директора Гидрографического Департамента: «По приказанию Вашего Превосходительства сделана выписка из журналов, веденных в военных портах Финского залива, о стоянии высоты воды. Окончательный вывод из 10-летних наблюдений показывает, что на портовых футштоках точки нуля, соответствующая соответствовать среднему стоянию воды, выше надлежащего, именно:

В Санкт-Петербурге при Главном Адмиралтействе — на 1,85 дюйма, в Кронштадте при Штурманском полуэкипаже — на 6,83 дюйма, в Свеаборге при Адмиралтействе —

¹ ЦГА ВМФ СССР, ф. 404, оп. 2, д. 95



Мареограф у Кронштадтского футштока

на 8,42 дюйма, в Ревеле при Гавани — на 2,64 дюйма.

Согласие футштоков с истинным средним стоянием воды необходимо для изображений при гидравлических работах и гидрографических описаниях, и потому не прикажете ли исправить найденную погрешность портовых футштоков и нуль означить на камне»².

20 мая 1840 г. следует считать датой рождения знаменитого «нуля Кронштадтского футштока» — исходного пункта Государственной нивелирной сети СССР и однородного ряда равномерных наблюдений. С этой меткой в дальнейшем и вплоть до настоящего времени совмещались нули всех равномерных рек.

В 1890 г. Ф. Ф. Витрам (1854—1914) на месте черты М. Ф. Рейнеке вмонтировал медную пластину, более надежно отмечавшую нуль Кронштадтского футштока. Но она впоследствии выпала и затерялась, и в 1913 г. Х. Ф. Тонберг установил новую медную пластину с чертой, соответствующей насечке Рейнеке. В 1951 г. она была закрыта специальной защитной рамой с надписью «Исходный пункт нивелирной се-

ти СССР» и сохраняется до настоящего времени.

Н. Я. Цингер (1842—1918), прокладывая в 1871—1872 гг. нивелиртеодолитный ход по Балтийской железной дороге, впервые осуществил связь нуля Кронштадтского футштока с материком — с маркой № 173 в здании железнодорожного депо станции Ораниенбаум (здание уничтожено во время войны). С этого момента впервые в России высоты Государственной нивелирной сети стали определяться от нуля Кронштадтского футштока.

Многочисленные измерения показали, что нуль Кронштадтского футштока практически не изменяет свое высотное положение. Его высота неоднократно передавалась на материк на марку Ф. Ф. Витрама в здании железнодорожного вокзала станции Ораниенбаум, а в послевоенное время — на фундаментальный репер № 6521 ГУГК при СМ СССР, заложенный в Петровском парке г. Ломоносова. В соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. за № 760 «О введении единой системы геодезических координат и высот на территории СССР» все высоты нивелирных сетей I и II классов должны определяться от нуля Кронштадтского футштока, высотное положение которого принято за начало Балтийской системы высот.

Когда стали строить комплекс сооружений для защиты Ленинграда от наводнений, изменился естественный ровненный режим в районе Кронштадтского футштока. Всесторонние геодинамические исследования усилили сомнения в высотной стабильности и нуля Кронштадтского футштока, и материковых реперов. Выяснилось, что возможны неравномерные оседания земной поверхности при росте статических нагрузок (рост городов, промышленных предприятий) и интенсивном водозаборе артезианских вод. Сформировавшееся в послевоенное время в этом горизонте региональное понижение напоров в центре (Ленинград, Васильевский остров) практически уже давно смыкается с аналогичными депрессиями на территории Эстонии. Таким образом, длительное время все южное побережье Финского залива, включая Кронштадтский футшток и другие равномерные посты, геодезические реперы нивелирной сети I класса, астрономические обсерватории в Пулкове и Тарту, а также пункты опорной гравиметрической сети и других геофизических наблюдений находятся в области аномального напряженного состояния и деформационных процессов, которые пока еще слабо изучены в этом регионе.

11—13 апреля 1983 г. по инициативе ВАГО и Географического общества СССР в

² ЦГА ВМФ СССР, ф. 402, оп. 1, д. 1028

Ленинграде под руководством члена-корреспондента АН СССР Ю. Д. Буланже было проведено междуведомственное совещание «Состояние наблюдений за уровнем моря и проблема Кронштадтского футштока». На совещании были намечены мероприятия для решения этой проблемы. В настоящее время все рекомендации совещания выполнены. В 40 км от г. Ломоносова построен новый дублирующий уровеньный пост (Шепелевский дублер Кронштадтского футштока). В Кронштадте, Ломоносове и Шепелеве сооружены три глубинных скважинных реперных поста для фундаментального векового закрепления высотного положения нулей футштоков и мареографов и реперов высотного обеспечения уровеньных наблюдений. Проводятся также комплексные геодезические, гидрогеологические и гравиметрические работы на созданном здесь Ленинградском стационарном геодинамическом полигоне. Реперные посты в Кронштадте, Ломоносове и Шепелеве созданы по типу уже функционировавших ранее и построенных специалистами Эстонской гидрогеологической партии в Таллинне. Якоря реперов заложены в различных толщах горных пород: в кристаллическом гранито-гнейсовом фундаменте, соответственно на глубинах 180,3; 230,7 и 176,3 м; в гдовских водоносных песчаниках на глубинах 73,8; 120,9 и 73,2 м; в кровле котлинских глин на глубинах 23,2; 31,5 и 26,6 м.

Кроме того, на расстоянии нескольких десятков метров от каждого реперного поста заложены реперы Государственной нивелирной сети I класса. Это позволяет наблюдать за деформациями пород осадочного чехла в Кронштадте, Ломоносове и Шепелеве. Таким образом, впервые вблизи Кронштадтского футштока, его Шепелевского дублера и материковой группы фундаментальных реперов Государственной нивелирной сети в Ломоносове организованы систематические наблюдения за деформациями пород осадочного чехла.

Проблема Кронштадтского футштока — типичный пример ситуаций, возникающих в



Шепелевский дублер Кронштадтского футштока (подпорная дамба, уровеньная рейка, колодец и будка мареографа)

результате неконтролируемого возрастающего изменения природной среды. Интенсивная инженерно-хозяйственная деятельность человека, эксплуатация природных ресурсов, рост городов, строительство крупных объектов и сооружений (в том числе вблизи старейших астрономических обсерваторий, вековых уровеньных постов, фундаментальных геодезических реперов и пунктов прецизионных геофизических наблюдений) приводит к искажению и нарушению однородности продолжительных рядов инструментальных наблюдений.

В настоящее время необходимо обеспечить однородность наблюдений. Это имеет огромное научное и практическое значение для астрономии, геодезии, геофизики, геодинамики, экологии и гидрометеорологии. Мы считаем, что Всесоюзное астрономо-геодезическое общество должно выступить инициатором проведения всесоюзного совещания по этой проблеме.

Фото М. К. Беловой

Вычислительная техника в помощь любителям астрономии

Астрономические программы для микрокалькуляторов

А. Е. МЕРЕМИНСКИЙ
ГАИШ

В книге Ж. Мееса «Астрономические формулы для калькуляторов» (М., Мир, 1988) содержатся формулы и алгоритмы, полезные как любителю, так и астроному-профессионалу. Алгоритмы, приведенные в книге, по большей части не просты, и для их реализации требуется микрокалькулятор типа HP-67 (Hewlett — Packard), а иногда и персональный компьютер. Выпускаемые в СССР программируемые микрокалькуляторы (ПМК) типа МК-61 и МК-52 и более ранние — БЗ-34, МК-56 и МК-54 значительно уступают моделям типа HP-67 по количеству регистров памяти и максимальной длине программы. Поэтому автору данной статьи было интересно попытаться, используя некоторые из алгоритмов Ж. Мееса, написать программы для отечественных ПМК (более доступных нашим читателям).

В предлагаемой серии статей программы написаны для МК-61 и МК-52. Их нельзя без существенных изменений использовать на ПМК БЗ-34 и МК-56 (МК-54). Причина не только в большем объеме памяти МК-61 (МК-52), но и в расширенной системе команд.

1. Определение юлианского дня и юлианского столетия по календарной дате и моменту времени

Программа определения юлианского дня (JD) на БЭЙСИКе для ПЭВМ была уже опубликована в журнале (Земля и Вселенная, 1988, № 3, с. 86). Существует такая программа и для ПМК¹. Однако, им-присущи одни и те же недостатки. Во-первых,

день месяца в этих программах — десятичное число и момент времени приходится перед расчетом переводить в доли суток. Естественно, хотелось бы вводить момент в часах, минутах и секундах, а преобразование к десятичной дате поручить самой программе. Во-вторых, целая часть JD, как правило, семизначное число, а точность представления числа в отечественных ПМК и переменных БЭЙСИКа (одинарной точности) для большинства ПЭВМ — всего восемь знаков, т. е. на дробную часть JD остается всего лишь один знак. В результате в контрольном примере № 3 по этим программам вы получите $JD = 2443825,7$ вместо правильного $JD = 2443825,69$.

Предлагаемая программа лишена этих недостатков. Она также позволяет определить для данной даты юлианское (или бесселево) столетие, отсчитываемое от начала юлианского (тропического) 1900 г. Определение бесселева столетия в дальнейшем будет использовано в программе вычисления средних координат звезд для определения параметров прецессии по Бесселю, юлианское столетие потребуется для вычисления нутации при получении видимых координат светил.

Реализация такой программы на МК-61 (МК-52) потребовала модификации алгоритма, описанного в книге Мееса. Для облегчения понимания программы приводим модифицированный алгоритм с описанием переменных и комментариями, заключенными между «скобками» — знаками (* и *).

алгоритм JDT (JDi, JdF, T, y, m, d, ч, мн, ск, J0, k);

аргументы y, m, d, ч, мн — целые; ск, J0, k — вещественные; (*y — номер года, m —

¹ В. П. Дьяконов «Справочник по расчетам на микрокалькуляторах» (М., Наука, 1989)

месяц, d — день, ч, мн — часы и минуты, ск — секунды с долями, J0, k — начальный день и число дней столетия *)

результаты JDi — целое; Jdf, T — вещественные;

(* JDi, Jdf — целая и дробная часть JD, T — столетие *)

начало dd, z — вещественные, a, b, c, f — целые, l — логические;

(* dd — десятичный день (часы, минуты и секунды приведены в доли суток и прибавлены к дате), l принимает значение 0, если введена дата после 15 октября 1582 года и 1 — если до, т. е. это дата по юлианскому календарю *)

$$dd = d + (ч + (мн + ск / 60) / 60) / 24;$$

$$\text{если } y + m / 100 + dd / 10000 < 1582, \text{ то } l = 1;$$

$$\text{иначе } l = 0;$$

конец если

если $m < 3$

$$\text{то } y = y - 1; m = m + 12;$$

конец если

если $l = 0$

$$\text{то } a = \text{int}(y / 100); b = 2 - a + \text{int}(a / 4); \text{иначе } b = 0;$$

конец если

(* int и frac — выделение целой и дробной частей числа *)

если $y < 0$

$$\text{то } z = 0,75;$$

$$\text{иначе } z = 0;$$

конец если

$$c = \text{int}(365,25 * y - z); f = \text{int}(30,6001 * (m + 1));$$

$$JDi = b + c + f + 1720994 + \text{int}(dd + 0,5);$$

$$Jdf = \text{frac}(dd + 0,5); \text{вывод } JDi, Jdf$$

$$T = (JDi - J0 + Jdf) / k; \text{вывод } T$$

конец

Эта программа дает правильные результаты для всех положительных юлианских дней, т. е., начиная с 12 ч 1 января 4713 г. до н. э. Год № M до н. э. вводится как —

(M—1), т. е. десятый год до н. э. вводится как — 9, первый — как 0. Время счета для получения JD — около 25 с. В этой и последующих программах приняты такие обозначения операций пересылки данных в регистры и вызова данных из регистров; xP0 и Px0 для нулевого регистра, xP1 и Px1 для первого и т. д.

Инструкция к программе: V/O; FПРГ; ввести в программу; FАВТ; ввести данные в регистры; год †; месяц; день; время (в форме чч.ммсссс); V/O; C/П; на дисплее — целая часть JD; †; на дисплее — дробная часть JD; C/П; На дисплее — юлианское (бесселево, для него — значения в скобках) столетие. При повторном счете по программе ввод констант в регистры P4—Pb не производится.

Контрольные примеры

1.— 4712 † † † 12,0 V/O; C/П; после счета: 0; † : 0; C/П; после счета: —66,119644 (юлианское столетие)

2. 333 † † † 27 † 18,0 V/O; C/П; после счета: 1842713; † : 0,25; C/П; после счета: —15,668904 (юлианское столетие)

3. 1978 † 11 † 13 † 4,3336 V/O; C/П; после счета: 2443825; † : 0,69; C/П; после счета: 0,788665 (бесселево столетие).

2. Вычисление календарной даты и момента времени по юлианскому дню

Как и в предыдущей программе, в целях сохранения большого количества десятичных знаков в JD, отдельно вводятся его целая и дробная части. Результат получается в виде календарной даты и момента времени в часах, минутах и секундах с долями. Индикация в качестве результата отрицательного номера года — |M| означает получение в результате (M+1) года до нашей эры. Алгоритм этой программы лишь незначительно отличается от описанного в книге Ж. Мееса и здесь не приводится. Время работы программы — не более 30 с.

Программа № 1

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	F,	F,	xI2	F,	xI3	F,	K [→]	2	4	†
1	+	xII	0	xI0	xI4	xI6	Px1	Px4	+	Px2
2	+	Px4	†	Px3	+	Px5	-	Px0	3I	I
3	xI6	Px2	3	-	Px0	46	Px2	I	2	+
4	xI2	Px3	I	-	xI3	Px3	Px0	50	Px9	xI0
5	Px6	Px0	66	Px3	Px4	+	K(x)	xI0	4	†
6	K(x)	2	+	Px0	-	xI4	Px8	K(x)	Px1	+
7	xI2	Px8	K(x)	Px2	I	+	Px7	*	K(x)	+
8	Px3	Px6	*	Pxc	-	K(x)	+	Pxd	+	Px0
9	K(x)	+	Px0	K(x)	↔	C/П	↔	Pxc	-	+
10	Pxb	+	C/П							

Регистры: I00=P4; I62, I015=P5; 365,25=P6; 30,6001=P7; I720994, 6=P8; 0,75=P9; 2415020 (или 2415020,3)=Pa; 36525 (или 36524,22)=Pb;

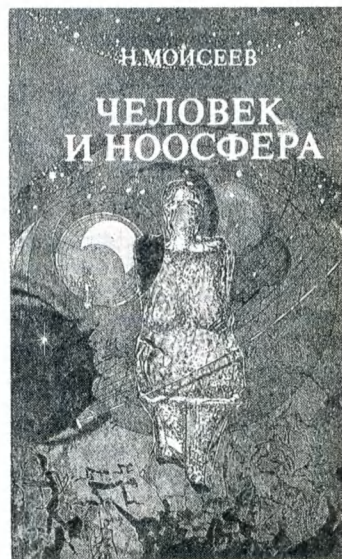
Программа № 2

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	Px6	+	xI2	K(x)	+	xII	Px2	K(x)	xI3	PxI
1	I	Px6	-	Px0	37	PxI	Px7	-	Pxc	2
2	-	Px8	+	K(x)	4	+	K(x)	Px6	4	*
3	↔	-	I	+	PxI	+	xIII	PxI	Px9	+
4	xII	xI4	-	Pxc	+	K(x)	xI4	Pxc	*	K(x)
5	xI2	PxI	↔	-	Pxb	+	K(x)	xI6	Pxb	*
6	K(x)	Px2	+	PxI	↔	-	xI0	Px5	I	-
7	xII	I	3	-	Px0	8I	PxI	I	2	-
8	xII	Px4	Pxc	-	xI2	PxI	3	-	Px0	94
9	Px2	I	-	xI2	Px3	2	4	*	K [→]	xI3
10	Px2	C/П								

Регистры: 2299161=P6; I667216=P7; 36524,25=P8; I524=P9; 365,25=Pa; 30,6001=Pb; 4715=Pc; I22, I=Pd; 0,5=Pe

Козволюция Человека и Природы

В 1990 г. в издательстве «Молодая гвардия» вышла книга академика Н. Н. Моисеева «Человек и ноосфера», посвященная проблеме совместной эволюции (коэволюции) Человека и Природы, состоянию и перспективам развития ноосферы. Изложив свое видение мира и общественного устройства планеты XXI в., автор — исследователь сложных систем, — опираясь на общие законы развития и знание прошлого, попытался показать вдумчивому читателю контуры ближайшего будущего.



В первой части книги («От стратегии природы к стратегии разума») шесть глав — «Эскиз мирового эволюционного процесса», «Механизмы эволюции», «Память, ее генезис в преддверии интеллекта», «Эволюция и становление интеллекта», «О естественном и искусственном», «На пути к искусственному интеллекту»). В этой части книги автор «хотел утвердить ту точку зрения, согласно которой развитие материи на всех ее уровнях регулируется общими законами самоорганизации».

Инструкция к программе: В/О; ФПРГ; ввести программу; FАВТ; ввести данные в регистры; целая часть JD↑; дробная часть JD; В/О; С/П; на дисплее: номер года; P1-месяц; P0-число; P3-момент времени в форме чч.ммсссс (часы, минуты и секунды с долями). При повторном счете ввод констант в регистры P6 — Pе не производится.

В качестве контрольных можно использовать примеры к предыдущей программе, введя JD и получив дату и момент времени.

Продолжение следует

СТАТЬИ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В ЖУРНАЛЕ В 1984—1990 ГОДАХ

- БЕЛЫЙ Ю. А. Первое знакомство, 1984, № 1, с. 81
- БЕЛЫЙ Ю. А. Работа с программируемым калькулятором, 1984, № 2, с. 101
- БЕЛЫЙ Ю. А. Обработка результатов наблюдений, 1985, № 2, с. 84
- БЕЛЫЙ Ю. А. Преобразование астрономических координат, 1980, № 1, с. 98
- ГОРИНОВ А. А. Обработка результатов наблюдений метеоров на ПМК, 1990, № 2, с. 76
- ДЬЯКОНОВ В. П. От вычислительных центров к персональным ЭВМ, 1987, № 5, с. 94
- ДЬЯКОНОВ В. П. БЭЙСИК — язык программирования персональных ЭВМ, 1989, № 2, с. 74
- РАФАЛОВСКИЙ И. В., МАШКЕВИЧ С. В. Вычисление эфемерид на микрокалькуляторе, 1988, № 4, с. 59
- ШИТОВ В. М., ЯХНО Г. С., ШЕРШАКОВ С. В. Определение продолжительности дня, 1988, № 5, с. 81
- ЯРИКОВ С. Ф. Программы на БЭЙСИКе для календарных вычислений, 1988, № 3, с. 86
- ЯРИКОВ С. Ф. Преобразование координат на ПЭВМ, 1989, № 2, с. 92

Во второй части книги («Эволюция в грядущих десятилетиях») три главы — «Мир на границе тысячелетий», «Институты согласия», «Сверхжизнь: направляемое развитие. Возможно ли оно?». Автор заканчивает книгу словами: «И люди еще не знают того, что, не изменив надлежащим образом свое поведение, свое отношение друг к другу, не сменив шкалу ценностей и своих взаимоотношений с окружающей средой, они обрекут себя, свой род на деградацию, а может статься, и вымирание. Вот почему в качестве первого шага в утверждении «нравственного императива» я полагаю необходимым реализовать Всемирную просветительскую программу. Это необходимо, но отнюдь недостаточно — подчеркнут это еще раз».

Мир без Солнца

Тема книги известного французского гидробиолога Л. Лобье — богатейшая фауна горячих и холодных минерализованных источников на дне Тихого и Индийского океанов («Оазисы на дне океана», Л.: Недра, 1990 г., перевод с франц. М. А. Долголенко). Из восьми небольших глав книги читатели узнают об удивительном «мире без Солнца», обнаруженном в 1977 г. на Галапагосском рифте. Это сообщество животных, получающих энергию для своей жизнедеятельности не в процессе фото-

синтеза, а при бактериальном хемосинтезе (питание сероводородом), поражает как разнообразие форм, так и очень высокими биомассами.

Читатели познакомятся с геологическими и геохимическими условиями океанского дна, где возникла эта уникальная экосистема нашей планеты, с устройством и действием на океанском дне «черных курильщиков» — гигантских фонтанов прорвавшегося сквозь океанскую кору раскаленного вещества земной мантии. Большое внимание автор уделяет описанию самих гидротермальных сообществ, которые включают огромные количества больших трубчатых червей (рифтий), крупных двусторчатых моллюсков, хищных брюхоногих, голотурий, обитающих на глубинах 2—3,5 тыс. м.

Книга снабжена словарем терминов и содержит два полезных приложения, написанных советскими учеными Л. И. Москалевым и С. В. Галкиным (о биологических глубоководных исследованиях с помощью подводных обитаемых аппаратов и ландшафтных исследованиях гидротермалей).

«Недра — летопись биосферы»

Так называется научно-популярная книга Ю. М. Малиновского, выпущенная издательством «Недра» в 1990 г. Главная задача книги — познакомить широкий круг читателей с очень важной, но пока еще мало изученной проблемой взаимодействия двух оболочек Земли: литосферы — верхней каменной оболочки и биосферы, включающей почву, живое вещество, атмосферу и гидросферу. В книге шесть глав. В первой главе рассказывается о геологической истории «сферы жизни», ее составных частях и особенностях. Вторая и третья главы посвящены строению и жизни земных глубин. Здесь речь идет о шкале геологического времени, тектонической и геохронологической шкале, о блуждании



полосов и дрейфе континентов, о гигантских приливах в теле Земли.

«Летопись биосферы» — название четвертой главы книги. Читатель познакомится с проблемой периодичности накопления полезных ископаемых в земной коре, что, кроме практических целей, важно и для определения прошлых состояний биосферы. Узнает он и о новом приоритетном научном направлении — геологии биосферы, цель которого — восстановить прошлое биосферы по следам ее деятельности, т. е. осадочным породам и полезным ископаемым.

Пятая глава рассказывает о биосферных ритмах, которые служат механизмом саморегуляции биосферы. Заключительная шестая глава книги посвящена концепции взаимодействия в цепи событий, происходящих в биосфере и тектоносфере Земли и Галактике.



Свидетелей обвинения было двое

ВЛАДИМИР ТРЕТЬЯКОВ

Профессор А. В. Новицкий был молод. Наука о тайнах человеческой психики захватила профессора еще в детстве. Бурное житейское море его не только не пугало, а наоборот, влекло. Новицкий был довольно-таки самоуверенным человеком, что, впрочем, не вредило ему во мнении многих. К этим многим относились в основном его второкурники, которых он завоевал с первой же лекции. Впрочем, есть одно исключение, Янчуком его зовут. Вот он на «камчатке» сидит и сразу две книжки читает. Самолюбив же, черт, этот Новицкий! Доведа мысль до логического конца, он говорит, взглянув на часы (не на Янчука, конечно):

— Что-то мне захотелось перестроить изложение. Надеюсь, то, что я вам сейчас скажу, будет поинтересней любого текста на хинди.

Как он догадался? Янчук краснеет и поспешно убирает из зоны видимости желтый хинди-русский словарь.

А у лектора есть время собраться с мыслями, пока народ оглядывается, ищет, на кого намекают. Ну вот, отыскали, можно продолжать.

— Мне нужна ваша помощь,— говорит он просто.— Есть идея!

Многие считают телепатию ранним эволюционным приобретением. Автор идеи видит в этом определенную несообразность. В самом деле, телепатические способности, если это и дар природы, то дар сомнительный: ведь мышление телепата «на лю-

дах» затруднено. Попробуй-ка быть толковым, когда не знаешь, где мысли твои, а где — чужие. К тому же, угадывая чужие намерения, ты становишься слишком много знающим и тем осложняешь себе жизнь. Иначе говоря, быть телепатом когда-то, причем довольно давно, стало биологически невыгодно.

Но, с другой стороны, если телепатия человеку не нужна и даже вредна, то почему она до сих пор не отмерла? В качестве рабочей гипотезы я принял положение: она нужна... для космических контактов! Здесь надо дать ребятам минуточку-другую выговориться, а самому спектр мнений оценить.

— Итак, продолжает лектор, жестом руки прекращая шум,— идея в общих чертах принимается. О деталях, кто пожелает, можно отдельно поговорить. Я собираюсь с вашей помощью сделать первый шаг. Если у кого есть знакомые телепаты, прошу меня с ними познакомиться.

После лекции человек с фотоаппаратом, оказавшись он в аудитории, мог бы запечатлеть редкий для теперешнего вуза кадр: профессор за кафедрой, со всех сторон облепленной студентами.

— Вначале давайте с телепатами разберемся, а потом вопросы,— предлагает Новицкий.

Руку поднимает высокая девушка. Арефьева, вспоминает профессор.

— Александр Васильевич, у меня есть такой знакомый, все он обо мне знает, хотя

и не спрашивает ни о чем и никогда. Бывает, я только-только домой новость несую, встречаю его, а он уже в курсе!

— Может, просто хорошо информирован? Кто он?

— Что у него за работа, я не знаю, но в нашем ЖСК он товарищеским судом руководит. Председатель.

— Вас ведь Лидой зовут? Так вот, Лида, могли бы вы с ним на четверг условиться? В любое для него удобное время. Да, предупредите, что мы будем с аппаратурой... Ну, а теперь вопросы.

Только что кончился дождь, и Дина Рузина, человек лет пяти, поспешила на песочницу, чтобы до прихода мальчишек успеть выстроить задуманный город с башнями и оградой... Ну вот, одна башенка готова, здесь можно строить вторую... Но в этот момент к соседнему подъезду подкатывает такси. Дина забывает про вторую башенку и смотрит: вот из машины выходит дядя в шляпе и большая девочка Лида. Про багажник они ни за что не забудут. Потому что в нем вещи очень ценные. Если про них забыть, то тогда и приезжать к дяде Матвею не стоило. Он будет герой кино. Надо открыть багажник. Дядя водитель сейчас выйдет. Он выходит и открывает. Как много вещей! Даже Лида не знает, что для чего. Ладно, потом разберутся. Надо успеть спросить, пока в лифт не зашли.

— Ли-да!— кричит Дина, поднимаясь с колен.— А ско-

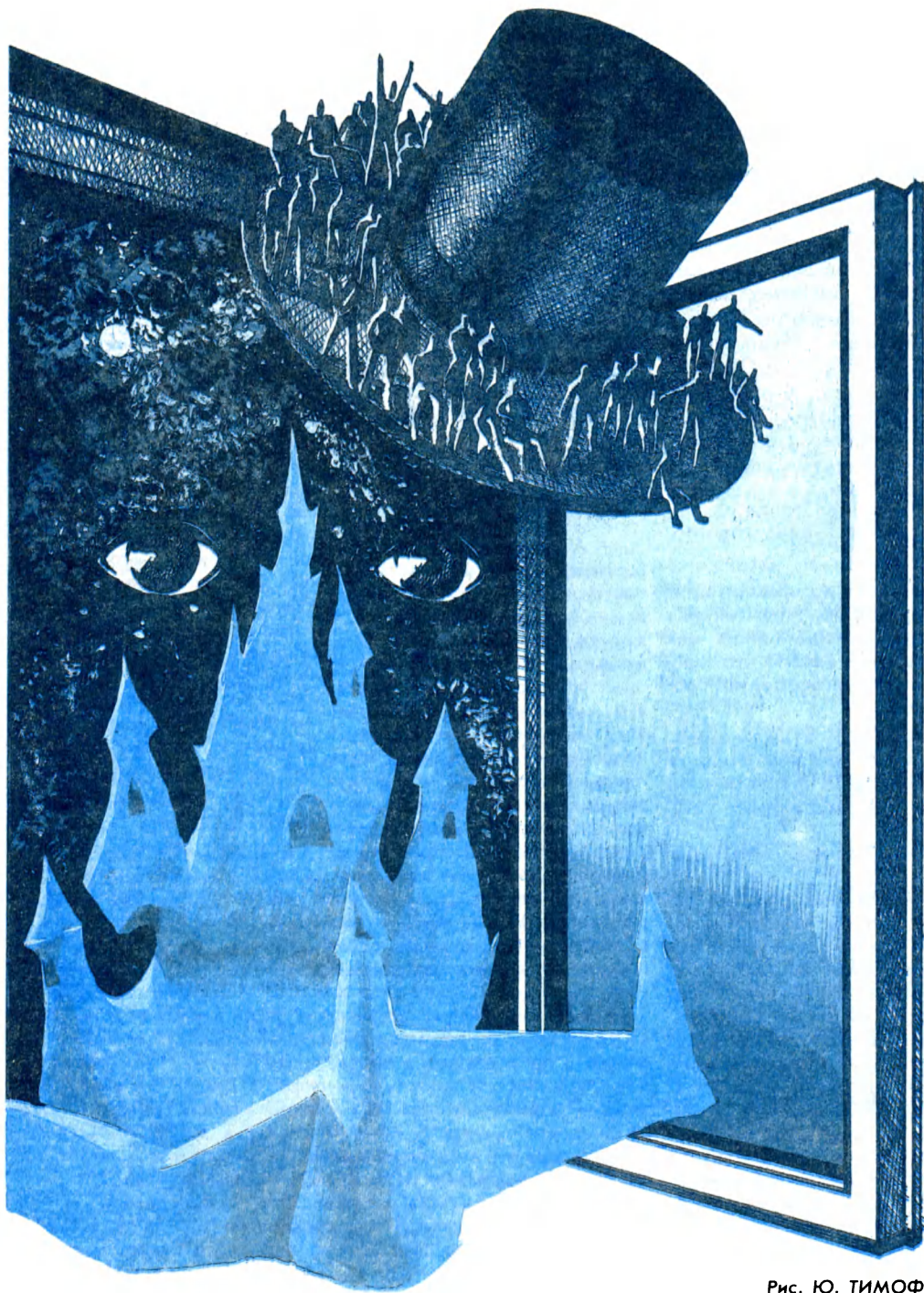


Рис. Ю. ТИМОФЕЕВА

ро будет кино про дядю Мат-
вея?

— Скоро-скоро!— отзы-
вается Лида.— Я тебе скажу!

— Молодые же у вас под-
руги,— замечает Новиц-

кий.— Это, между прочим,
хорошо о вас говорит.

— Очень уж она девочка
интересная,— поясняет Ли-

да. Профессор дает Лиде ви-

деокамеру, а электроэнцефалограф ставит на пол лифта.

— Попридержите дверь, пожалуйста, пока я...

— ...пока я помогу доставить остальное,— доканчивает молодой человек, возникая в проеме.

— Юрка! Вот молодец, что пришел!— радостно восклицает Лида. И спохватывается: — Если, конечно, Александр Васильевич не против.

— А что вас, кроме хинди, интересует?— спрашивает профессор (потому что Юра — это уже знакомый нам Янчук).— С видео справитесь?

— Эта бандура не из самых сложных.

— Ну пошли тогда за вещами,— облегченно говорит Новицкий.

По дороге профессор признался Юрию, что технику он воспринимает лишь как неизбежное зло. И что магнитофон его особенно беспокоит.

— Вот этот «Ниво-семерка»? Зачем он вам вообще понадобился? По акустике он почти любому видуку уступает.

— Что вы говорите?! Досадно...

— Акустический канал даже и неплохо продублировать,— сжалился студент над профессором. Вы ведь сами нас учили, что без дуближа функций жизни не выстоять. Вот мы и запишем дважды. При двух микрофонах можно вот как сделать...

Новицкий мысленно улыбнулся. Хорошо все-таки быть хорошим психологом! Всего несколько слов сказано, и вот уже студент, робеющий перед преподавателем, становится полноправным партнером в научном исследовании... Правда, Лида к опыту была явно не готова. Слишком много она с ним связывала своего, личного. Достаточно только взглянуть на нее, когда она, например, камеру Юре передавала.

— Лида, ну куда это го-

дится?— начинает психотерапия Новицкий.— Ведь вы же сияете! Таким сиянием можно любые телепатемы задавить. Излучать вам надо совсем другое — спокойную доброжелательность. Потому что через вас, особенно на первых порах, пойдет все наше общение с председателем.

Лида кивает. А профессор подмигивает и говорит:

— Ну, а председателя я беру на себя!

— Приехали,— оповещает Лида.— Восьмой этаж.

На звонок Лиды дверь открылась.

— Дядя Матвей, здравствуйте!— говорит Лида.— Вот и мы.

— А приборов-то навезли, батюшки!— притворно ужасается хозяин.— Неужто все — на мою голову? Проходите, пожалуйста, в эту комнату.

— Ну что, Матвей Иванович, приступим?— обращается профессор к хозяину квартиры.— Освободите запястья и лодыжки. Лида на вас специальный халат надеет с электродными завязками. Шлем мы пристроим попозже, чтобы он вам слушать не мешал. Нам будет помогать Юра. Он — наш оператор. Итак, о своих способностях давно догадываетесь?

— Еще бы не догадываться!— почему-то сердито отвечает председатель.— Всякая дурь тебе в голову лезет... Попробовали бы хоть разок в моей шкуре!

— Другими словами, вы свою исключительность осознаете?

— Ну, вроде того.

— Вот это напрасно! Потому что телепатия — типичный пережиток. А мы просто разрабатываем одну тему, и хотим, чтобы Вы нам помогли...

— Ой, лукавите вы тут что-то,— отстраняясь от шлема с присосками, говорит председатель.— Коль у вас не лю-

бопытство, так почему же все время думаете: получится — не получится? И какие-то древние контакты хотите через меня освежить? Это ведь ваши мысли, разве не так?

— Молодец Матвей Иванович!— захохотал Новицкий, чтобы скрыть смущение.— Я-то хотел вас подготовить, психологическую заставку убрать. А вы меня расшифровали!

— Ну вот. Извиняйте уж, но куклой в ваших руках... быть что-то неохота. Так что все козыри выкладывайте, или...

— Договорились, все как есть сейчас расскажу. Юра, у вас готово? Отлично. Только это не микрофон, а электрофон, причем многоканальный. Его лучше за Матвеем Ивановичем поставить, а не перед ним,— чтобы базовое различие усилить. Лида, нули на КГР-датчиках хорошо вывели? Юра, включите таймер. По первому сигналу точного времени запускаем все. А теперь камеру в руки. Помните: вы — оператор документального кино...

И профессор стал рассказывать о своей гипотезе.

— В общем так, Матвей Иванович,— сказал Новицкий.— Не исключено, что род телепатов сохранил в своей наследственной памяти следы давних встреч с инопланетными существами. Палеоконтактов, как теперь говорят. Предлагаю вам в глубинах своей памяти покопаться, а мы документально засвидетельствуем, если там что-нибудь отыщется.

Тут председатель и говорит:

— А чего копаться-то? Не далее как неделю назад это было. Так что хорошо помню.

В наступившей тишине стали слышны попискивания таймера, выдававшего опорные синхроимпульсы, шорох лент.

— Что же вы сразу-то не

сказали?!— наконец нашелся Новицкий.— Пожалуйста, расскажите. И как можно подробней!

— В тот день мы рассматривали жалобу Ховрятовского на Казякина. Веду я, значит, собрание, все как обычно. И вдруг замечаю: лезут ко мне какие-то посторонние мысли. Начинаю думать: кто их запускает? Но никого подходящего в зале не нахожу. А мысли идут. Непривычные, да и неразборчивые поначалу. Потом уж смысл стал просвечивать. Мало того, что дело склочное, так еще и сказки выслушивай инопланетные...

— Вот как? Хотя бы сюжет расскажите.

Председатель рассказал о том, кто мешал ему слушать дело. Зовут его вроде Щас и прибыл он к нам издалека. Там у них прорва планет в звездном шаровом скоплении, а все едино живут. Задумал этот Щас к нам лично заявиться. А у них там энергию сразу ото всех семнадцати звезд только-только научились черпать, так что флукутации звездные всем позарез нужны. Из года в год отодвигают парня, потому что он всего лишь неприятный исследователь из космобиологического учреждения. Но Щас пространство, время и недоверие преодолел и оказался в одном из рукавов Галактики. Он давно у нас жизнь подозревал, а ему не верили: в таком захолустье вряд ли, мол, что-то стоящее живет...

— Дядя Матвей,— спросила Лида,— а вы Щаса этого видели?

— Против нас он не крупный, но детально я его внешность не разглядел. Он ведь хоть и рядом, а как бы за барьером невидимым.

— А как вы поняли, что он рядом?

— Больно хорошо он в жилкооперативных делах стал разбираться. Вначале ни шиша не понимал, а потом

все больше и больше. Он, наверное, какие-нибудь щупы в зале разместил.

Тут председатель рассмеялся: он вспомнил, как Щас все, что слышал, норовил на ученый спор перевести. Он, видать, декодер не в то положение поставил. И тот ему выдает примерно так. А и Б ведут ученый спор. Ховрятовский — это А, Б — Казякин. Вот Б толкует, что в поле тяжести жидкость стекает с уровня повыше на уровень пониже. Но А таким законом выдумал, а природа. Осмыслил тут Щас, что ему декодер толкует, и говорит себе: «Какая чушь!» Но прибор уже и сам догадался, толково стал объяснять. Так примерно. У того, который Б, есть система с нужной ему жидкостью (водой, значит). Живет он на более высоком уровне (этаже). Ну, а поскольку система барахлит, то в жилое пространство А (он ведь слово «квартира» не знает) жидкость то и дело просачивается, от чего пространство портится. Вот А и требует от Б средств для улучшения своего пространства (на ремонт, как понимаете). Причем А хочет, чтобы Б полностью раскошелился, а Б даже и на частично не согласен. Почему я, говорит, должен отвечать за какую-то сантехнику, которую не я строил и не я портил?

— И тут,— говорит председатель,— словно сотрясение какое в соседнем пространстве произошло. Это у Щаса в голове бомба разорвалась и все осветила. И он тогда сам себе сказал: «Ах ты, боже мой! Столько мыслящих существ размышляют, кто кому должен?!»... Я не слишком в подробностях погряз?

— Ничуть,— отвечает профессор.— Прошу вас, продолжайте.

— Да тут и продолжать-

то нечего. Что, вы думаете, вытворил наш исследователь, который несколько лет очередей на старт дожидался, в замороженном виде сквозь столетия к нам летел и в мечтах с братьями по разуму общался? Не гадайте — не догадаетесь! Он, как только понял про «кому и сколько», сразу же ключ на старт и — шашть в другую галактику! Решения суда даже не дождался и декодер со щупами бросил. И мое мнение на этот счет...

Тут раздался звонок.

— Я открою! — быстро поднялась Лида.

— Это Казякин! Он опять возражать пришел,— успел пояснить председатель.

— Я извиняюсь, конечно,— сказал Казякин, отодвинув Лиду в сторону.— Только решение переделать надо! Чтоб я этой Хавре свое кровное отдавал. Надо будет, так я и на твой суд в суд подам!

Здесь Новицкий просто не мог не вмешаться.

— Вы совершенно правы, товарищ,— сказал он громко,— что намереваетесь отстоять свои права в судебном порядке. Но позвольте дать вам дружеский совет. Сообразите, во сколько обойдутся вам судебные издержки и во сколько — частичное возмещение. Ну, а теперь идите, подумайте. Лида, проводите товарища!

— Так какое особое мнение вы хотели нам высказать, Матвей Иванович? — спросил Новицкий.

— Вот я и говорю,— председатель собрал наконец мысли, разбежавшиеся при появлении Казякина.— Зачем было топиться обвинять? Согласен, что из иста и ответчика представители земной цивилизации никудышные. И все же Щаса я осуждаю. Раз уж ты такой высокоразвитый (к нам добраться сумел!), так выйди же из своего наблюдательного пространства! Людям бы

краны несвинчивающиеся поставил, экран бы, на худой конец, промеж этажами разместил. Так он вместо этого в другую галактику мчится! А коль взялся мыслящих существ искать, так будь готов к тому, что они тебе могут не понравиться. Посудите сами, разве могут все казьяни-хворятковские свое достоинство в постоянном напряжении держать, на случай, что другая цивилизация на них посмотрит?! Я считаю, Щас виноват. С семнадцатизвездной цивилизацией у нас никаких дел не заладилось. В следующий раз пусть более снисходительных ребят к нам присылают.

Послушаем, о чем говорят участники прошедшего эксперимента, стоя в очереди за такси.

— Вы правы: область применимости моей гипотезы, по-видимому, шире, чем я думал,— говорит Новицкий.— Не только палео-, но и вполне современные контакты. Обработка данных, конечно, на многое откроет глаза, но уже и сейчас некоторые мысли напрашиваются. Какие, по-вашему?

Педагог, если он стоящий, о педагогическом процессе и в очереди за такси не позабудет.

— Телепатия, она разная бывает?— высказывает догадку Янчук.

— Верно,— соглашается Новицкий.— Если верить Матвею Ивановичу, так и более чем трехмерная.

— Ой, Александр Васильевич, а почему? Я не понимаю...— Лида явно смущена своей бестолковостью.

— Ну как же?— берется пояснить Юра.— Председатель из сопряженного пространства телепатемы получил?

— Ну, получал.

— Расшифровывал полученное?

— Расшифровывал.

— Значит, что? Мысль Щаса через пространство сум-

марной размерности проходила! И если его пространство тоже трехмерно, то бывает телепатия...

— ...шестимерная!— радостно доканчивает Лида.

— Вот у меня и соавторы появились,— комментирует эти высказывания профессор.— Кстати, Юра, насколько серьезен ваш интерес к хинди? Хинди близок к санскриту, на котором написаны, например, «Махабхарата» и «Рамаяна». Так вот, множество комментариев к этим текстам еще не переведены на европейские языки. Древние не могли обойти экстра-сенсорную сторону. Вот бы порыться в этих комментариях. В Индии побывать...

— Дальше можете не угорваривать, Александр Васильевич. Теперь я хинди всерьез займусь.

— У меня к Лиде вопрос... Скажите, вы маленькой Дине про съемку председателя что-нибудь говорили?

— Нет. А почему вы спрашиваете?

— Я слышал, как она спросила: «Скоро ли будет кино про дядю Матвея?»..

— Правда... Как же я не подумала?

— Да и я ведь не сразу сообразил. Только сейчас вспомнил, что вы назвали ее очень уж интересной девочкой. В общем, и с ней нам тоже надо всерьез поговорить. Вы наверняка понимаете, что значит в таких тонких делах, как шестимерная телепатия, контрольный эксперимент. Предлагаю в следующий четверг той же компанией и с той же аппаратурой в гости к Дине нагрязнеть.

А Дина в это время уже спала и видела сон. Тихо скрипит входная дверь. Контролеры пришли, думает Дина, контролировать, как я сплю. Уже разве четверг наступил? Вот вошла большая девочка Лида, а за ней тот самый дядя, ее учитель думания. «Шляпу, дядя, надо

снимать в помещении!», хочется сказать Дине, но дядя ее не слышит. Он и Лида на цыпочках подходят к кровати. Дина плотнее закрывает глаза. Дядя приподнял шляпу (так вот почему он ее не снял!) и начал что-то быстро и непонятно говорить. Лида переводит на понятный язык: — Диночка, этот Александр Васильевич захотел к тебе в гости нагрязнеть. Ты спи. Мы хотим только узнать...

Лида смотрит на Александра Васильевича, а он опять приподнимает шляпу и еще непонятнее говорит. Лида переводит:

— Хочешь ли ты...

Дина очень хитрая, думает Дина. Она уже давно знает, что ей сейчас скажут. Но так приятно оттянуть удовольствие! Поэтому пусть себе Александр Васильевич еще длиннее говорит, обмахиваясь шляпой. Сейчас Лида его мысль докончит. И Лида доканчивает:

— ...сниматься в кино!

Как тут быть? Сказать «хочу» нельзя, контролеры сразу поймут, что Дина не спит. И рукой махнуть нельзя. А гости ждут. Они могут чего доброго подумать, что никто тут в кино сниматься не хочет.

Дина начинает потягиваться как будто бы во сне и совсем незаметно кивает головой. Александр Васильевич все понимает. Он говорит шепотом «Ура!» и швыряет от радости шляпу в окно, которое перед ней предупредительно раскрывается. Шляпа пропадает в темноте ночи, но тут же возвращается, вся увешанная зелененькими человечками. А самый главный человечек, по имени Щас, стоит на полях с большой подзорной трубой, чуть ли не со спичку, и выискивает галактику по лучше нашей, чтобы помчаться туда на шляпе Александра Васильевича.

Книги о Земле и небе

«Незабытная память» ВЕКОВ

Из всех видов памяти, пожалуй, самой информативной оказывается коллективная память человечества. Ей суждено не только сохранить картины общественной жизни и социальных потрясений, но, выдерживая конкуренцию с самыми современными физическими методами исследований, пронести через огромные пласты времени информацию о нашей планете. Вулканические извержения и землетрясения оставляют шрамы и метки на поверхности Земли. Но только мозг человека способен запечатлеть, что и как происходило в минувшие времена, и придумать способ сохранить эти знания на века.

Огромный труд вложили ленинградские ученые доктор физико-математических наук профессор Е. П. Борисенков и доктор исторических наук В. М. Пасецкий в свою книгу «Тысячелетняя летопись необычайных явлений природы» (М.: Мысль, 1988). Для того, чтобы понять закономерности климата современной эпохи, дабы сделать предсказания на будущее, они решили обратиться к климату прошлого России. И рукописные источники, «незабытная память» о прошлом страны, оказались уникальным хранилищем информации о природе России. Труд ученых нашел свое воплощение в книге, которую, несмотря на ее сотысячный тираж, уже можно считать библиографической редкостью.

Систематические записи о важнейших веках отече-



ственной истории и необычайных природных явлениях ведутся около тысячи лет. Русские летописи представляют интерес не только для историков. В последние годы к ним стали обращаться метеорологи, климатологи, геофизики. Исследователи отмечают необычайную точность и добросовестность русских летописцев, их деловитость и объективность. Как правило, хронисты избегали мистических толкований и комментариев происходящего. Они описывали «все брэнное, земное... все доброе и худое», скрупулезно отмечая не только год, но и месяц, день и даже час, когда случилось то или иное событие.

Увы, до наших дней сохранилось лишь несколько сотых процента рукописного наследия Древней Руси. Самый страшный бич прошлого — пожары — уничтожили тысячи рукописных книг и бес-

ценных летописных сводов.

Метеорологов, и в первую очередь, специалистов по климату, интересуют природные хроники. Интересно отметить, что от века к веку информация природоведческого характера становилась все более подробной. Климат нашей планеты менялся под влиянием внешних космических факторов (солнечная радиация, изменение параметров земной орбиты и т. д.). Чувствителен он и к воздействию определенных биохимических циклов, сопровождающих эволюцию атмосферы и биосферы планеты. А в последнее время прослеживается и антропогенное влияние на климат. История дает нам немало примеров упадка отдельных цивилизаций, связанных с климатическими катастрофами.

Как свидетельствуют данные палеонтологии, Земля



переживала несколько суровых эпох, длившихся сотни миллионов лет. Во время ледниковых периодов поверхность нашей планеты выглядела довольно безрадостно: камни и лед, песок и тундра. Скупая, непохожая на современную, растительность. Температура воздуха в северном полушарии примерно на $5,3^\circ$ ниже, чем в наше время.

Для нашей цивилизации последний ледниковый период остался в доисторическом прошлом. За последние 10 тыс. лет на земном шаре потеплело. Частично растаял ледниковый панцирь северного полушария, поднялся в более высокие широты лесной покров планеты. А вечная мерзлота отступила на сотни километров.

И вот сейчас, в эпоху относительного климатического благоприствования, Землю буквально лихорадит. Мы постоянно становимся свидетелями экстремальных метеорологических ситуаций, природных катастроф, защититься от которых наша цивилизация пока не в состоянии. Еще памятны небывалые засухи в Африке, затронувшие территорию свыше 5 млн км²; наводнения в Индии; ураганы, принесшие смерть

и разрушения; трагические землетрясения в Мексике, Армении, Таджикистане; аномально суровые зимы в Северной Америке. И еще — бесконечные ливневые дожди в разных регионах, обильные снегопады, разливы рек. Подобные климатические потрясения влияют на состояние мировых запасов продовольствия, неблагоприятно воздействуют на экономику и социальную жизнь многих стран мира.

«Казалось бы, в век научно-технической революции зависимость человека от капризов погоды и изменений климата должна уменьшиться... Сегодня человечество обладает сравнительно большими возможностями для преодоления последствий климатических аномалий, чем несколько столетий и даже тысячелетий назад. Однако полной независимости не произошло», пишут авторы книги.

Перед глобальными природными катастрофами человек по-прежнему беззащитен. Можно ли прогнозировать природные катастрофы? Пока климатические прогнозы носят, в основном, вероятностный характер. Но для того, чтобы построить общую теорию климата, считают ученые, нужно обра-

титься к прошлому. Необходима информация об экстремальных метеорологических явлениях, о колебаниях климата хотя бы на протяжении последних тысячелетий. Эта проблема привлекает метеорологов многих стран.

История цивилизации буквально завалена катастрофами, уносившими жизни тысячи и тысяч людей. Документальные материалы свидетельствуют о том, что даже в самые тяжелые и трагические времена на Руси природа оставалась главным действующим лицом истории.

Великие бури с градом, наводнения, пожары, необычные грозы, жестокие зимы, засухи, голод, эпидемии, массовый мор скота — все это периодически переживала Русь. Но скрупулезный подсчет, произведенный Е. П. Борисенковым и В. М. Пасецим, не может не потрясти. За последнее тысячелетие на долю наших соотечественников выпало 350 голодных лет! Особенно тяжелой для Руси оказалась первая треть XIII в., вошедшая в историю как «великое горе», когда значительная часть городских поселений вымерла еще до нашествия татаро-монголов.

Видимо, не правы те, кто обвиняет во многих бедах лишь современный научно-технический прогресс, ретивые сторонники которого не дают себе труда оглядеться по сторонам. Есть объективная реальность, с которой нельзя не считаться. Колебания климата и в последнем тысячелетии и в наше время не случайны. Таково свойство нашей планеты.

В течение последнего тысячелетия Европа пережила малый климатический оптимум VIII—XII вв. Затем последовал так называемый малый ледниковый период, длившийся почти шесть столетий. И только во второй половине XIX в. началось естественное потепление,

В помощь лектору

Космос и ГОСТ

Перед нами государственный стандарт. На титульном листе — название, номер ГОСТа (последние две цифры — год), на оборотной стороне титульного листа — состав исполнителей, указана дата, с которой ГОСТ введен в действие. Состав исполнителей — в основном доктора и кандидаты наук, а также сотрудники Госстандарта. В некоторых государственных стандартах в число исполнителей входят также и медики, — в тех случаях, когда эти стандарты определяют воздействие соответствующих факторов на биологические объекты.

Исполнители — это ведущие специалисты тех институтов, которые проводят научные исследования в данной области, — сотрудники Института космических исследований АН СССР (ИКИ АН СССР), Физического института АН СССР (ФИАН) и Научно-исследовательского института ядерной физики МГУ (НИИ ЯФ) и других институтов и организаций.

Отметим, что некоторые ГОСТы устанавливают при-

меняемые в науке и технике термины и определения понятий, причем термины, установленные стандартом, обязательны для использования в документации всех видов научно-технической, учебной и справочной литературы. Система стандартов удобна еще и тем, что благодаря ей можно ссылаться в случае необходимости на соответствующий номер ГОСТ, а при введении новых стандартов можно, не повторяясь, делать ссылки на предыдущие ГОСТы.

Какие же результаты научных исследований на сегодняшний день «гостированы?» Приведем некоторые примеры. Введены в действие несколько стандартов, которые устанавливают модели магнитного поля в окрестностях Земли и в межпланетном пространстве — это ГОСТы «Поле магнитное. Модель поля внутриземных источников» и «Магнитосфера Земли. Модель магнитного поля магнитосферных токов». Стандарты предназначены «для использования в расчетах при определении усло-

вий функционирования технических устройств в космическом пространстве». Межпланетное поле определяется двумя моделями — регулярного межпланетного магнитного поля (ГОСТ «Поле магнитное межпланетное. Пространственная модель регулярного поля») и нерегулярного межпланетного магнитного поля (ГОСТ «Поле магнитное межпланетное. Пространственно-временные характеристики нерегулярного поля»). Несколько стандартов введено и для характеристик Солнца — это «Ветер солнечный. Состав и концентрация частиц и скорость», «Излучение рентгеновское солнечное. Амплитудные характеристики», «Лучи космические солнечные. Модель потоков протонов». Отметим, что в каждом из них указываются области применения этих стандартов. Если ГОСТ, описывающий солнечный ветер, «предназначен для использования в расчетах при определении условий функционирования технических устройств в космическом пространстве», то

продолжающееся и по сей день.

Что значит «малый ледниковый период?» Это прежде всего нестабильность погоды и климата. Резкого похолодания или нашествия арктических льдов не наблюдалось, но количество экстремальных метеорологических ситуаций необычайно возросло. Тут все — и студеные зимы, не характерные для данного региона, и засушливые летние месяцы, или наоборот повышенная влажность, и летние морозы, порождаю-

щие сильный голод, эпидемии, мор скота.

Исследование ленинградских ученых оканчивается 1914 г. и хотелось бы надеяться на то, что работа будет продолжена. Это даст не только богатейшую информацию для восстановления естественной истории нашей страны (и планеты в целом), но и серьезную пищу для ума.

Каким путем пойдет развитие нашей цивилизации? Насколько фатальна зависимость человека от стихии?

Предсказуемы ли самые отдаленные последствия грандиозных проектов, меняющих лик планеты?

Ученые не ставили себе целью ответить на все эти вопросы. Но проведенный ими анализ необычайных природных процессов позволил иначе посмотреть на экономическую и социальную жизнь нашего государства. А разумная постановка проблемы, как известно, во многом облегчает ее решение.

А. С. ЛИХАЧЕВА

ГОСТ «Лучи космические солнечные» предназначен «для использования в расчетах радиационного воздействия потоков СКЛ на технические устройства, биологические и другие объекты в космическом пространстве».

За последние годы стандартизация уже «вышла» за пределы нашей Солнечной системы и даже нашей Галактики. Уже введены в действие такие стандарты, как например, «Излучение космическое рентгеновское ди-

скретных источников. Энергетические спектры и угловые координаты», «Гамма-излучение космическое дискретных источников. Энергетические спектры и угловые координаты», и даже такой «экзотический» ГОСТ как «Излучение рентгеновское и гамма-излучение диффузные внегалактические. Характеристики углового и энергетического распределения». Мы упомянули лишь часть «космических» стандартов, которые введены в действие

в нашей стране (их общее число составляет несколько десятков). По мере дальнейшего развития космических исследований будут расширяться, уточняться наши представления о Вселенной и ближнем космосе. Новая информация даст возможность создать более точную «модель» космоса и установить более обоснованные стандарты.

С. М. ДЬЯЧЕНКО

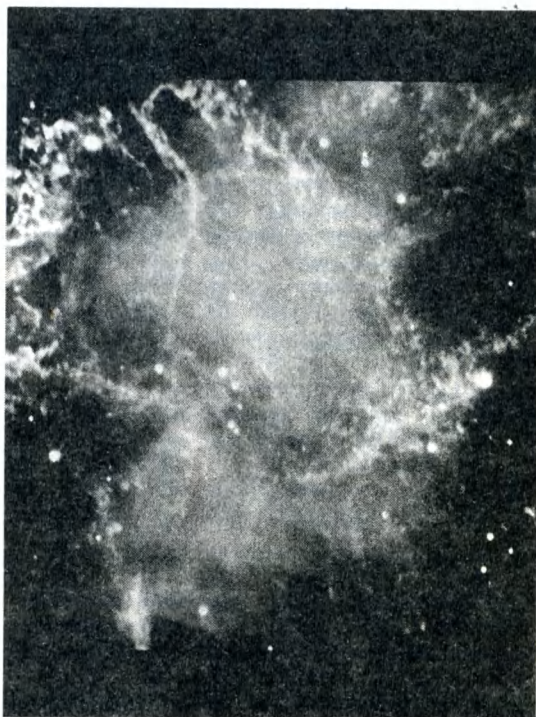
Информация

Малопрозрачные спиральные галактики и проблема «скрытой массы»

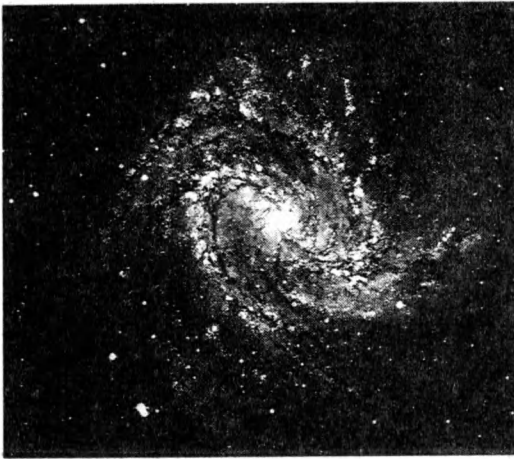
В течение последних десяти лет ученых продолжает волновать проблема так называемой «скрытой массы» в галактиках. Суть ее состоит в том, что масса любой галактики оказывается существенно больше суммарной массы всех звезд галактики и массы, содержащейся в ее газопылевой составляющей. Некоторый свет на эту проблему, возможно, прольет работа, выполненная на Европейской южной обсерватории в Ла Силла (Чили).

В 1972 г. астрономы этой обсерватории начали работу над составлением нового современного фотографического атласа южного неба. С помощью 1-метрового телескопа Шмидта было получено более 1200 пластинок большого формата в голубых лучах. 606 лучших из них составили основу «Атласа южного неба ЕЮО на текущий момент в голубых лучах», изданного в 1980 г. Слабейшие объекты этого атласа в 100 раз менее ярки, чем в предыдущих изданиях этого типа.

Но составление и публикация атласа — это только начало большого исследования, предпринятого шведским астрономом А. Лаубертсом и голландским астрономом Э. Валентийном. Сначала А. Лаубертс подверг атлас тщательному просмотру, в результате которого в 1982 г. появился подготовленный им каталог более чем 16 тыс. ярких галактик, звездных скоплений и галактических туманностей. Тогда же в Научном центре ЕЮО в Гархинге (под Мюнхеном) Лаубертс



Центральная часть Крабовидной туманности, полученная Таренги с помощью телескопа NTT Европейской южной обсерватории в Ла Силла (Чили) 18 декабря 1989 г. Применялась камера на ПЭС-матрицах и широкополосный красный фильтр. Волокнистая структура состоит в основном из излучающих атомов водорода, тогда как диффузный фон создается рассеянием света на электронах, ускоряемых магнитным полем туманности (синхротронное излучение)



Яркая спиральная галактика NGC 5236 (M 83) в созвездии Гидры. Это одна из 9381 спиральных галактик, изученных Андрисом Лаубертсом и Эдвином Валентийном



Спиральная галактика NGC 1068 (M 77) в созвездии Кита, одна из наиболее ярких галактик Сейферта, характерных необычно яркими центральными частями и присутствием сильных эмиссионных линий в спектрах. Снимок получен 31 декабря 1989 г. Иорге Мельником на Телескопе Новой Технологии Европейской южной обсерватории с приемником на ПЗС-матрицах. Яркий центр на снимке передержан. NGC 1068 является также мощным источником радиоизлучения. Она находится на расстоянии 35 млн. св. лет от нас

и Валентийн приступили к следующему этапу работы. С помощью точного быстродействующего микрофотометра они просканировали изображения 15467 галактик из каталога, тем самым превратив изображения в ряды чисел, которые можно заложить в ЭВМ. И несмотря на гигантский объем информации (более 4 гигабайт), ее расположение на оптических дисках позволило быстро (практически мгновенно) выводить нужную информацию о любой из галактик. Составлены специальные программы компьютерного анализа, с помощью которых для каждой галактики было получено около 200 различных параметров.

Дальнейшую работу провел Э. Валентийн, который тщательно проанализировал данные о 9381 спиральной галактике из числа объектов каталога. Он изучал распределение яркости в галактике в зависимости от ее позиционного угла относительно луча зрения. Эта зависимость позволила судить о наличии и плотности поглощающей материи в галактике.

В противоположность общепринятым представлениям о прозрачности галактик, Э. Валентийн пришел к прямо противоположному выводу:

галактики малопрозрачны, они заполнены сильно поглощающим веществом. Измерения, проведенные с помощью инфракрасного спутника IRAS, показали, что эта материя должна иметь довольно низкую температуру: ниже 20 К. Это могут быть облака молекулярного водорода, непосредственно не наблюдаемые.

Может быть облака молекулярного водорода и составляют так долго разыскиваемую «скрытую массу»? Для решения этого вопроса Валентийн совместно с испанским астрономом И. Гонзалесом-Серрано детально изучил 6 спиральных галактик с наибольшим дефектом массы. Во всех случаях масса, вычисленная по поглощению света, в точности совпадала с дефектом массы, определенным описанным выше методом.

Конечно, результат Валентийна и Гонзалеса-Серрано еще не означает, что проблема «скрытой массы» решена. Нужны дополнительные исследования. Но один из путей ее решения, пожалуй, найден.

По материалам зарубежной печати

Первый свет в телескопе Кека

Закончена сборка первых девяти сегментов и получены пробные изображения небесных объектов на телескопе, установленном на горе Мауна Кеа (высота 4150 м над уровнем моря) на Гавайских островах. Это место, известное своим лучшим в мире астроклиматом, было выбрано для телескопа, претендующего стать крупнейшим в мире. Проект телескопа с сегментированным зеркалом (эквивалентный диаметр всего зеркала — 9,82 м) осуществляется Калифорнийским университетом и Калифорнийским технологическим институтом, а финансируется фондом У. М. Кека, чье имя и носит телескоп.

Работы были начаты в конце 70-х годов. Главное зеркало, которое планируется смонтировать полностью к концу следующего года, будет состоять из 36 отдельных сегментов, каждый диаметром 1,8 м. Одно из больших преимуществ системы поддержки зеркала заключается в том, что в ней не используются внешние опорные источники для определения формы зеркала (как то лазерные интерферометры и т. п.). Для вычисления относительного положения сегментов применяются емкостные датчики, позволяющие измерять относительные положения сегментов с достаточной точностью, избегая, таким образом проблем, связанных с атмосферной турбулентцией.

Система поддержки зеркала включает 168 датчиков смещения (по два датчика на каждый край сегмента), что повышает надежность работы и обеспечивает работоспособность даже в случае выхода части датчиков из строя. Светосила главного

зеркала 1:1,75. Монтировка — альт-азимутальная (как у советского БТА). По массе все 36 сегментов составят лишь треть от массы главного зеркала БТА (масса отдельного сегмента — 400 кг, толщина — 75 мм, материал — церодур). Полная масса телескопа Кека также вдвое меньше, чем у БТА. Разработчики надеются достичь предельной звездной величины 28^m , что приближается к пределу Космического телескопа имени Хаббла (Земля и Вселенная, 1987, № 4, с. 49.— *Ред.*), проигрывая ему при этом в пространственном разрешении. Стоимость телескопа Кека составляет 1/16 от стоимости Космического телескопа Хаббла.

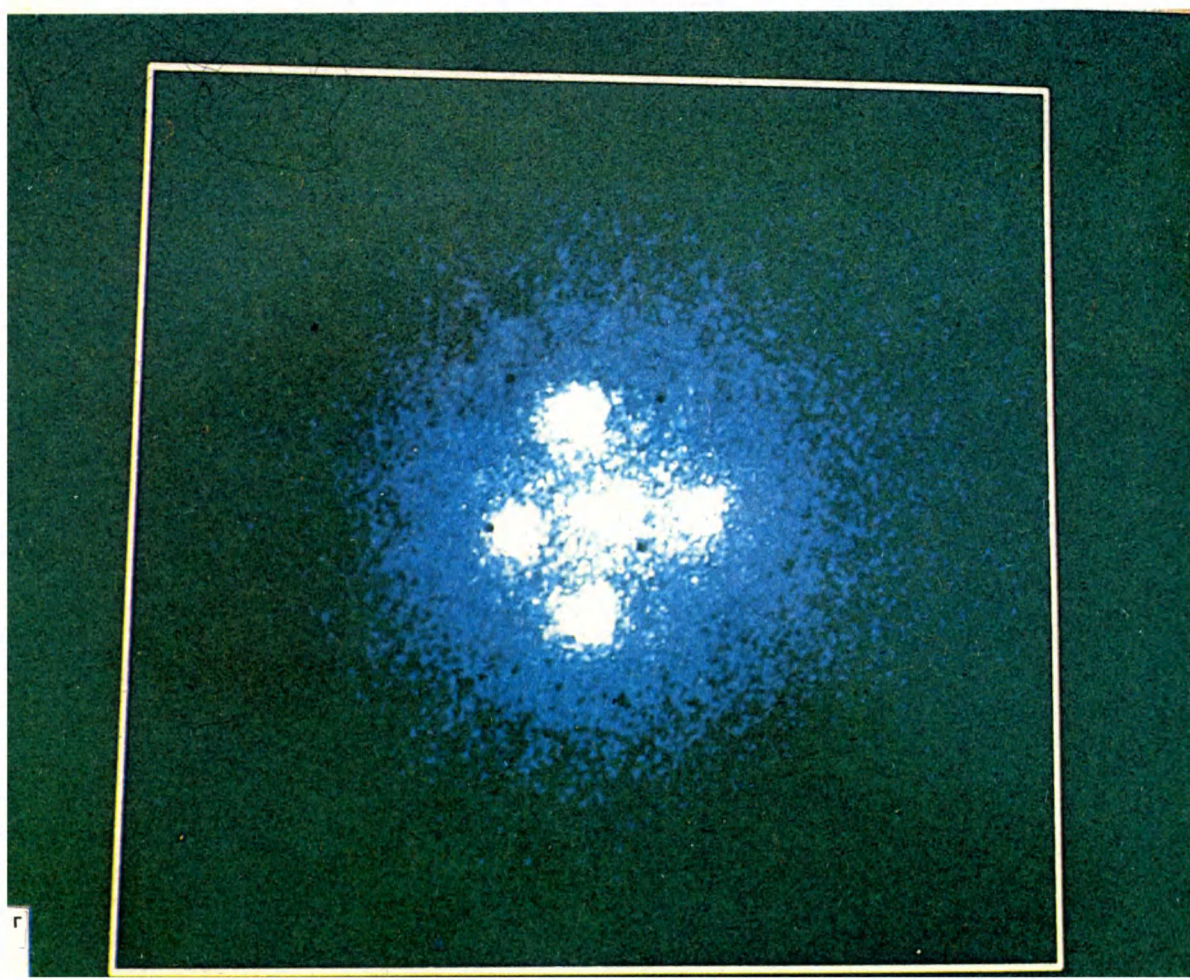
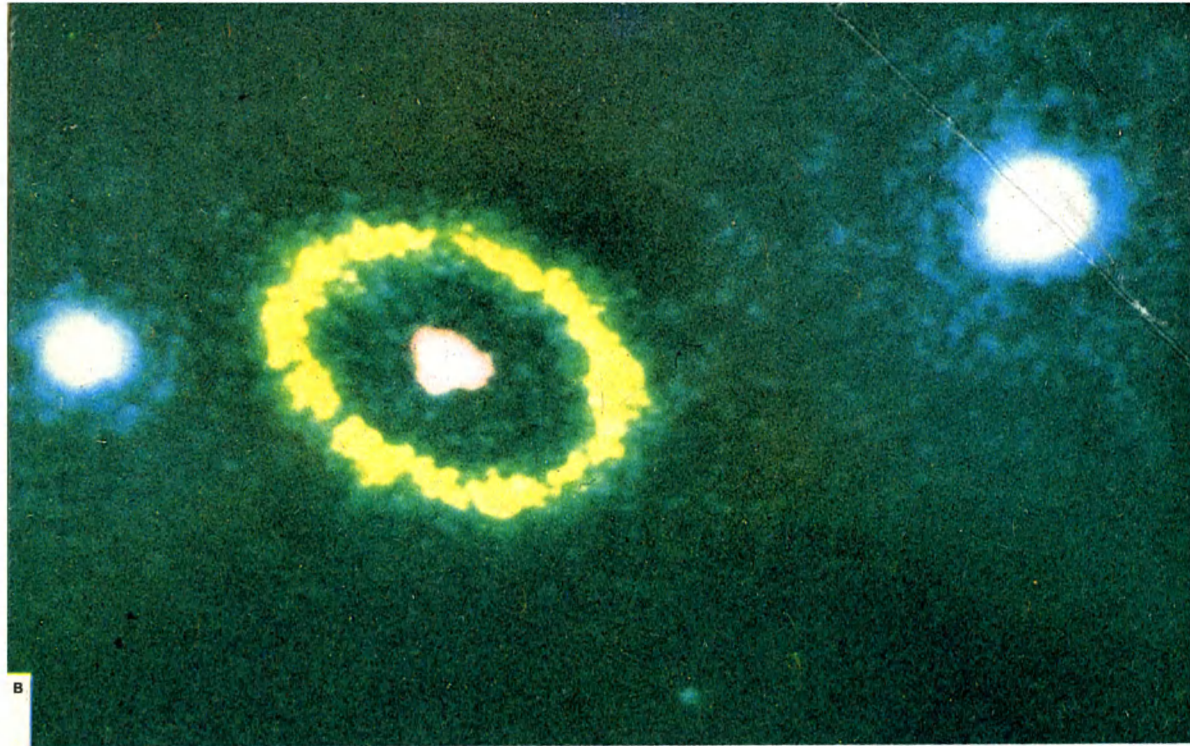
Кандидат физико-математических наук А. С. КУТЫРЕВ

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

Редколлегия, редакция и авторский коллектив журнала «Земля и Вселенная» поздравляют вас с наступившим 1991 годом! Пусть этот новый, нелегкий для всех нас год, станет, несмотря на все трудности и невзгоды, годом мирного и успешного труда, потому что без этого лучшее будущее просто невозможно.

Сдано в набор 14.11.90. Подписано к печати 8.01.91.
Формат бумаги 70×100 1/16. Офсетная печать. Усл.-печ. л. 9,4.
Уч.-изд. 11,5. Усл. кр.-отт. 957 тыс. Бум. л. 3,5. Тираж 48 850 экз.
Заказ 2284. Цена 90 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука» 117049
Москва, Маролевский пер., д. 26
Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический
комбинат Государственного комитета по печати 142300, г. Чехов
Московской области





Снимки солнечного затмения, снятые членом астрономического кружка Московского планетария ученицей 7-го класса Галей Пушкаревой в окрестностях г. Петушки Владимирской области. Внизу: Солнце закрыто светофильтром.



Иллюстрации к статье Э. В. КОНОНОВИЧА (стр. 69)



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ЦЕНА 90 КОП.
ИНДЕКС 70336