

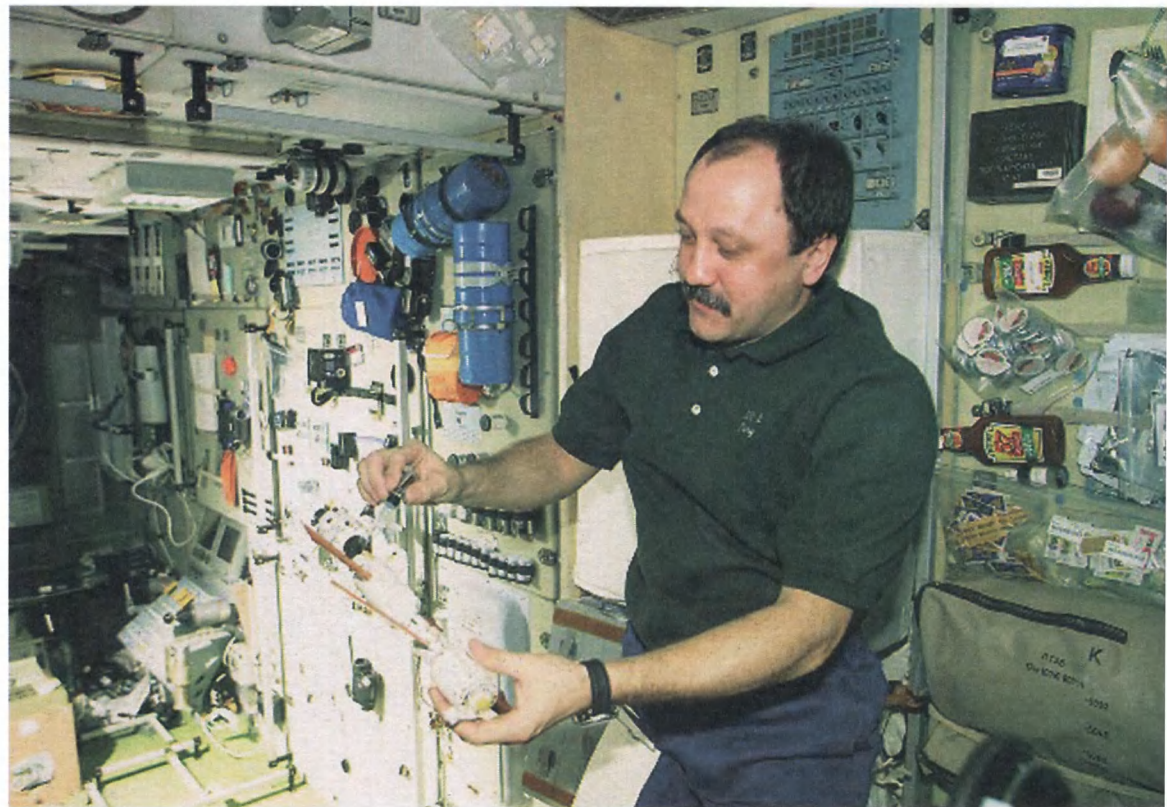
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

СЕНТЯБРЬ—ОКТЯБРЬ 5/2001





Научно-популярный журнал
Российской академии наук и
Астрономо-геодезического
общества
Издается с января
1965 года
Выходит 6 раз в год
Академиздатцентр
"Наука"
Москва



ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

5/2001

Новости науки и другая информация: Солнце в апреле–мае 2001 г. [28]; Еще один снимок удаленной кометы [30]; Комета Хейла–Боппа все еще активна [31]; Что же обнаружено в "марсианском" метеорите [41]; Новые книги [53]; Новая проблема звездной космогонии [54]; Попытка предотвратить катастрофу [63]; Проект первого индийского астрономического спутника [68]; Открытие на Марсе плитовой тектоники [69]; Околосолнечная астрономия XXI века [79]; "Первый свет" ОБТ-интерферометра [80]; Там, где мантия граничит с ядром [82]; Озеро Чад может исчезнуть [82]; Иридий на границе мелового и третичного периодов [99]; Изучение кораллов раскрывает тайну Эль-Ниньо [109]; Гигантские снежные дюны Антарктиды [111]

В номере:

- 3 СЕМЕНОВ Ю.П. Орбитальный пилотируемый комплекс "Мир" – основные итоги программы
- 15 ГЕРАСЮТИН С.А. Новости о научных спутниках и межпланетных станциях
- 32 ЧУРЮМОВ К.И. Аномально яркая комета Хейла–Боппа в конце второго тысячелетия

ЛЮДИ НАУКИ

- 42 Владимир Вячеславович Радзиевский (к 90-летию со дня рождения)
- 45 Памяти Бориса Викторовича Раушенбаха

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 55 КУЗНЕЦОВ В.В., НЬЮИТТ Л.Р. По следам магнитных полюсов Земли

В РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ КОСМОНАВТИКИ

- 64 РАКЦ: первое десятилетие деятельности

К 40-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА

- 70 ГЕРАСЮТИН С.А., ЛЕВИТАН Е.П. Отечественные космонавты (продолжение)

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

- 83 ЛЫНДИН В.И. Первая основная экспедиция

АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 89 ГУЛЮТИН Д.А. Звездолеты стартуют из "Орлёнка"

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 95 Небесный календарь: ноябрь–декабрь 2001 г.

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 100 ЛЕВИТАН Е.П. Попытка разгадать замысел Бога
- 106 ДОВЖЕНКО В.А. К юбилею Центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина



© Академиздатцентр "Наука"
Российская академия наук
журнал "Земля и Вселенная" № 5, 2001 г.

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

На стр. 1 обложки: Крабовидная туманность в созвездии Тельца. Нитевидные волокна Сверхновой 1054 появились при вспышке, когда произошел сброс оболочки звезды со скоростью более 1200 км/с. В центре туманности M1 расположен остаток Сверхновой – пульсар с периодом 0.033 с. Поле снимка 6' x 4', соответствует 9 x 6 св. годам при расстоянии до туманности в 6500 св. лет. Снимок сделан 25 марта 2001 г. с помощью 8.2-м зеркала Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории. В ИК-спектре обнаружена комбинация электронов и протонов с образованием нейтрального водорода, в голубом свете – движение ионизованного газа в магнитном поле. Фото ЕЮО.

На стр. 2 обложки: Вверху – командир второй основной экспедиции МКС Юрий Усачев с макетом станции в модуле “Звезда” (23 апреля 2001 г.). Фото NASA. Внизу – экипаж первой экспедиции посещения МКС Деннис Тито (США), Талгат Мусабаев и Юрий Батурин (РФ). Стартовали 28 апреля 2001 г. на КК “Союз ТМ-32”, возвратились 6 мая на корабле “Союз ТМ-31”. Фото С.А. Герасютина (к ст. В.И. Лындина).

На стр. 3 обложки: Примерно так АМС “Одиссей” будет исследовать Марс с орбиты планеты. Рисунок NASA (к ст. С.А. Герасютина).

На стр. 4 обложки: Снимок галактики NGC 4013 в созвездии Б. Медведицы сделан 1 марта 2001 г. Космическом Телескопом им. Хаббла. Эта спиральная галактика, напоминающая зубчатое колесо, находится на расстоянии более 55 млн. св. лет от Земли. Впервые ее фото получено с беспрецедентным разрешением. В данном ракурсе (с ребра) удалось различить детали огромных газопылевых облаков, простирающихся за пределы главного диска галактики. Фото NASA.

In this issue:

- 3 SEMENOV Yu.P. Orbital piloted complex “Mir” – basic results of the programme
- 15 GERASYUTIN S.A. News of scientific satellites and interplanetary stations
- 32 SHURYUMOV K.I. Abnormally bright Hale–Bopp comet at the end of XXth Century

PEOPLE OF SCIENCE

- 42 Vladimir Vyacheslavovich Radzievsky {to the 90th birthday}
- 45 In memory of Boris Viktorovich Raushenbakh

HISTORY OF SCIENCE

- 55 KUZNETSOV V.V., NEWITT L.R. Following the tracks of Earth’s magnetic poles

IN SPACE ACADEMY OF RUSSIA

- 64 First ten years of activities

TO THE 40TH ANNIVERSARY OF Yu.A. GAGARIN’S FLIGHT

- 70 S.A. GERASYUTIN, LEVITAN E.P. Russian cosmonauts {continued}

INTERNATIONAL SPACE STATION

- 83 LYNDIN V.I. First basic expedition

AEROCOSMICAL EDUCATION

- 89 GULYUTIN D.A. Spacecraft start from “Orlyenok”

AMATEUR ASTRONOMY

- 95 Celestial calendar: November–December 2001

BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 100 LEVITAN E.P. Attempt to guess God’s thought
- 106 DOVZHENKO V.A. Anniversary of Gagarin’s space training center

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН

доктор психол. наук Ю.Н. ГЛАЗКОВ, доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН, доктор физ.-мат. наук И.А. КЛИМИШИН, доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО, доктор физ.-мат. наук И.Н. МИНИН, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ, член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, доктор филос. наук А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Орбитальный пилотируемый комплекс “МИР” – основные итоги программы

Ю. П. СЕМЕНОВ,
академик
Президент Ракетно-космической корпорации “Энергия”
им. С.П. Королёва

Ю.П. Семенов – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, действительный член Российской академии наук, действительный член Международной академии астронавтики, Российской инженерной академии и других научных обществ, автор и соавтор более 300 научных трудов и изобретений. Он руководитель крупномасштабных наукоёмких проектов освоения космического пространства: пилотируемых орбитальных комплексов “Салют”, “Мир” и российского сегмента Международной космической станции, транспортных кораблей “Союз” и грузовых кораблей “Прогресс”, многоразовой космической системы “Энергия” – “Буран”, ракетно-космического комплекса морского базирования “Морской старт”, телекоммуникационных систем на базе россий-



ских космических аппаратов связи нового поколения “Ямал”, а также ряда перспективных разработок, которые будут воплощаться в начале XXI в. За выдающийся вклад в развитие отечественной и мировой космонавтики и внедрение космических технологий в сферу некосмического производства Ю.П. Семенов удостоен звания Герой Социали-

стического Труда, награжден орденом “За заслуги перед Отечеством” III степени, Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, Золотой медалью “Космос” Международной авиационной федерации (ФАИ). Ю.П. Семенову присуждены Ленинская и Государственная премии СССР, Государственная премия Российской Федерации (1999 г.),

Международная премия Алана д'Эмиля (МАФ), Аэрокосмическая премия им. Ф. К. Баньо.

23 марта 2001 г. в 9 ч по московскому времени завершился 15-летний полет российского пилотируемого орбитального комплекса "Мир". Наступило время подвести основные итоги беспрецедентной программы работ по его созданию и эксплуатации, в которых участвовали многие рос-

сийские предприятия и организации, институты Российской академии наук и научные учреждения других государств, аэрокосмические агентства и отдельные фирмы стран Америки, Европы и Азии (Земля и Вселенная, 1986, № 6; 1988, № 5; 1990, № 3; 1991, № 2; 1994, № 1; 1995, № 5; 1996, №№ 3, 5; 1997, №№ 3, 6; 1998, №№ 2, 6; 1999, №№ 3, 6; 2000, № 1; 2001, № 1). "Мир" –

воплощение 40-летнего опыта пилотируемых полетов, высочайших достижений науки и техники XX в. Комплекс "Мир" – первая уникальная международная научная лаборатория, обеспечившая развитие новых высоких технологий и наращивание научно-технического потенциала космонавтики на рубеже нового тысячелетия.

ОСНОВНЫЕ ПРИОРИТЕТНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Орбитальный комплекс "Мир" служит ярким примером воплощения рационального подхода к созданию сложнейших инже-

нерных сооружений в космосе – долговременных пилотируемых станций. Этот подход, который уже сейчас можно назвать классическим, состоит в реализации таких принципов, как многомодульность

построения, ремонтпригодность на всех уровнях, экономичное транспортно-

Орбитальный пилотируемый комплекс "Мир" после полной сборки. 1996 г.

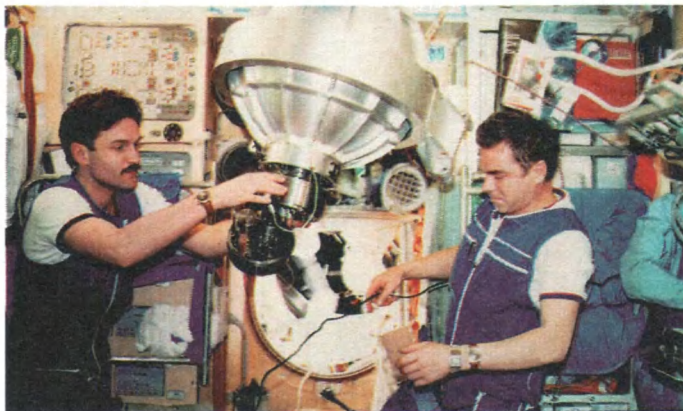


Ремонт гиродинов выполняет экипаж ЭО-11 А.Ю. Калери (слева) и А.С. Викторенко. 1992 г.

техническое обеспечение, безопасность полета экипажа, высочайшая степень адаптивности к изменениям программы полета и многоплановость целевого использования.

Многомодульность – основа построения пилотируемого орбитального комплекса “Мир”. Ученые и конструкторы исходили из реальных сроков изготовления составных частей, их запуска и сборки на орбите, необходимости выполнения всех требований по назначению и условиям эксплуатации, учитывали возможность поэтапного строительства комплекса на орбите в ходе полета с целенаправленным совершенствованием характеристик и развитием функциональных возможностей.

На околоземную орбиту было выведено **7 модулей**: базовый блок (стартовал 20 февраля 1986 г.), “Квант” (31.03.1987), “Квант-2” (26.11.1989), “Кристалл” (31.05.1990), “Спектр” (20.05.1995), “Природа” (23.04.1996) и стыковочный отсек (12.11.1995) для приема американских многоразовых кораблей типа “Спейс Шаттл”. **Установлены мировые рекорды массы космических аппаратов.** Суммарная максимальная масса комплекса с кораблями “Прогресс” и “Союз” достигала 137 т, а в периоды совместного полета в состыкованном состоянии с



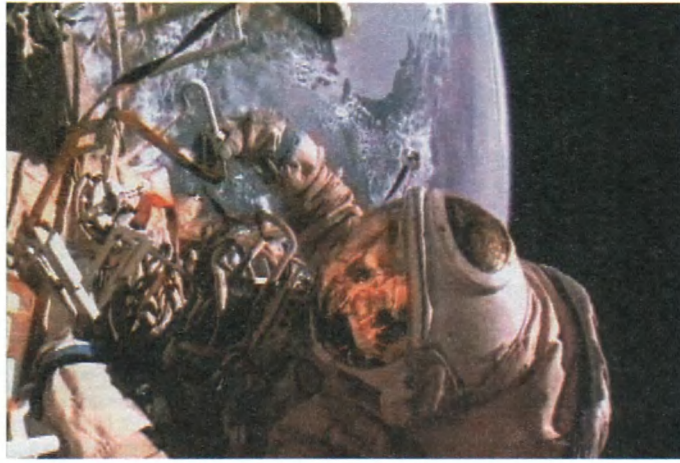
кораблями “Спейс Шаттл” – до 240 т. В момент завершения полета ОК “Мир” его масса составляла около 130 т.

Реализация принципа многомодульности позволила оперативно менять направления исследований в процессе летной эксплуатации ОК “Мир” по требованию постановщиков исследований и экспериментов, вплоть до изменения и дополнения целевого назначения отдельных модулей, дала возможность наиболее рационально распределять материальные ресурсы, необходимые для выполнения намеченной программы работ.

Возможность оперативного выполнения **ремонтно-профилактических мероприятий** как внутри модулей, так и на внешней поверхности комплекса, заложенная еще на стадии разработки проекта и реализованная практически на всех уровнях – от модулей до их систем и приборов, позволила устранять в ходе полета самые сложные отказы, в том числе непредвиденные. Благодаря этому эксплуатация

комплекса продолжалась столь длительное время, в три раза превысившее планируемый срок. Преодоление ряда серьезных штатных и аварийных ситуаций потребовало проведения ремонтных работ, что позволило приобрести бесценный опыт, обеспечило совершенствование организации и системы управления полетом, средств и методов подготовки космонавтов.

Использование **стыковочных агрегатов** нескольких типов и модификаций, автоматической системы перестыковки 20-т крупногабаритных модулей на боковые стыковочные порты позволяло менять конфигурацию комплекса, перемещая модули с одного стыковочного узла на другой (при необходимости решать задачу по замене модулей). Конструкция устройств многократного развертывания солнечных батарей “Опора” и “Тополь” позволяла осуществлять их монтаж и ремонт. Для перемещений космонавтов к зонам работ, находящимся на внешней поверхности комплекса, использо-



Ремонтные работы в открытом космосе на поверхности ОК "Мир".

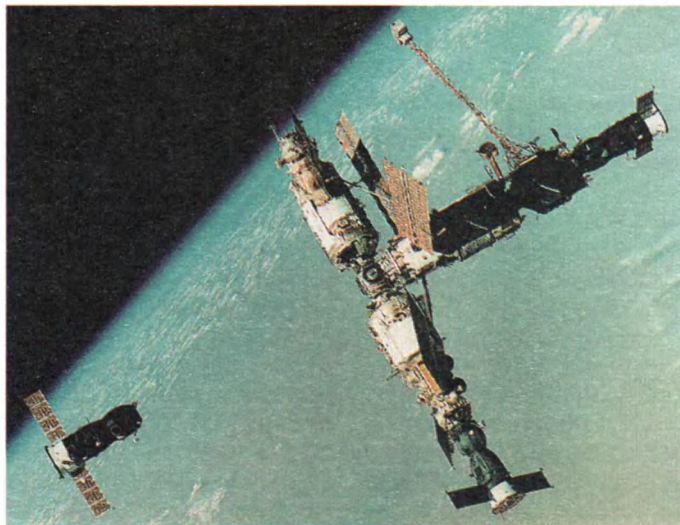
вались две телескопические 15-м грузовые стрелы, средства фиксации, инструменты и другие приспособления. Для этих же целей предусматривалось индивидуальное средство передвижения космонавта в открытом космосе, испытанное в феврале 1990 г.

Некоторые бортовые системы с принципиально новыми перспективными научно-техническими решениями первоначально вводились в состав комплекса как экспери-

ментальные для прохождения летных испытаний наряду с уже апробированными. И затем, как правило после их завершения или вслед за регламентными (либо ремонтно-профилактическими) работами, вводились в состав штатных систем, обеспечивая совершенствование и модернизацию комплекса. Например, система управления комплекса позволила в ходе полета модернизировать и заменять по радиолинии "Земля-борт" программ-

ное обеспечение, осуществлять переключения и комплексирование вычислительных средств отдельных модулей, решать задачи управления ориентацией комплекса с помощью включения того или иного количества работоспособных электромеханических маховиков-гиродинов. Уникальные ремонтные операции, выполненные на объединенной двигательной установке, герметизация и заправка магистралей системы терморегулирования, осуществленные в условиях полета, продемонстрировали ремонтпригодность станции на уровне сложных бортовых агрегатов.

Система транспортно-технического обеспечения (ТТО) комплекса "Мир" основывалась на использовании пилотируемых кораблей "Союз" и автоматических беспилотных грузовых КК "Прогресс", эксплуатация которых на протяжении не одного десятилетия подтвердила их надежность и оптимальность с точки зрения финансовых затрат на изготовление, запуск и полет, а также оперативность подготовки к старту. Состав средств ТТО удачно

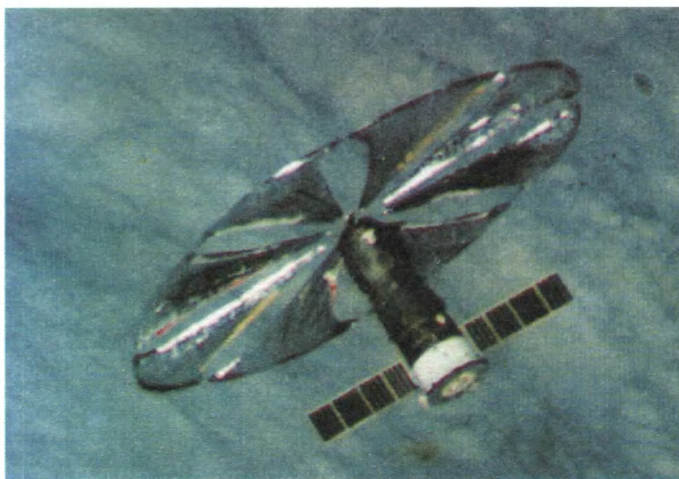


Грузовой корабль "Прогресс М-18" (слева) доставляет расходные материалы на "Мир". Справа пристыкован "Прогресс М-17", снизу – КК "Союз ТМ-16". 3 июля 1993 г.

Эксперимент "Знамя-2" выполнен 4 февраля 1993 г. в автономном полете корабля "Прогресс М-15".

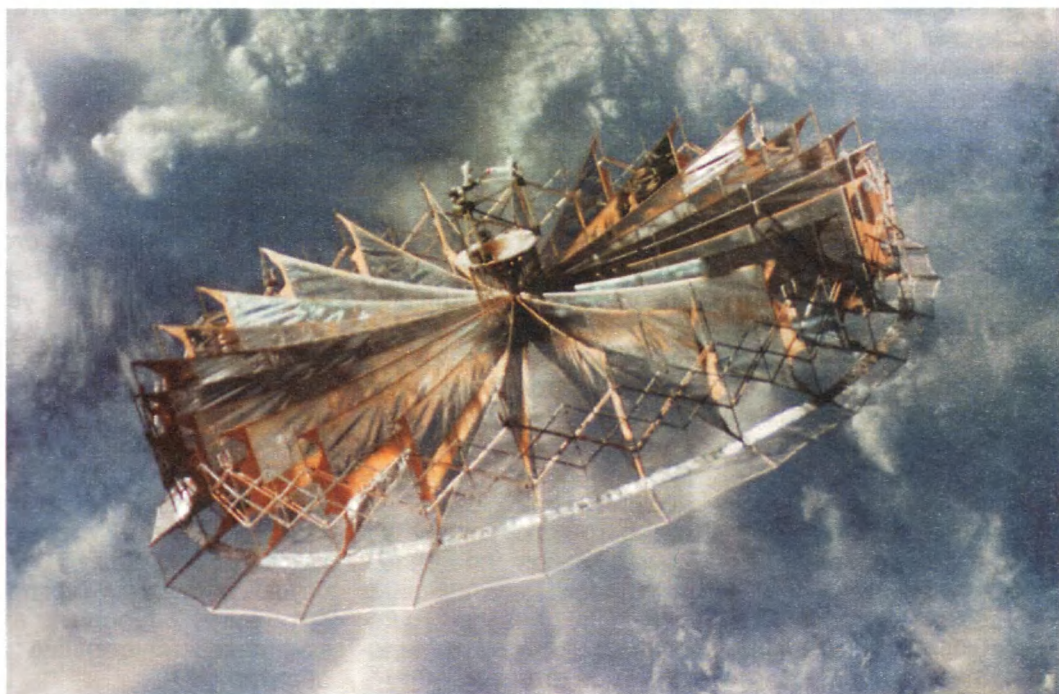
дополнили запускаемые с 1994 г. возвращаемые баллистические капсулы "Радуга". Они предоставили возможность срочной доставки на Землю грузов увеличенной, по сравнению с кораблями "Союз", общей массы и объема. Отработанные средства дистанционного телеоператорного управления кораблями "Прогресс" при их сближении и стыковке стали неотъемлемыми составляющими бортовых систем ОК "Мир" и этих кораблей, что повысило на-

Раскрытие в космосе параболической антенны диаметром 6,4 м в эксперименте "Рефлектор". 28 июля 1999 г.



дежность выполнения системой ТТО сложных и ответственных операций. Специальный стыковочный отсек, установленный на комплексе "Мир" во время работ по программе "Мир-Шаттл", расширил возможности ТТО орбитального комплекса за счет приема кораблей "Спейс Шаттл".

О высокой эффективности системы ТТО свидетельствует тот факт, что общий грузопоток "Земля-борт" составил за время эксплуатации ОК "Мир" более 150 т топлива и полезных грузов, доставленных 31 кораблем "Союз" и 64 кораблями "Прогресс". Кроме того, 9 кораблями "Спейс Шаттл" на ком-



плекс доставлено до 26 т грузов. Грузопоток, как и предусматривалось при разработке проекта, осуществлялся регулярно. Проектно-технические решения, принятые при создании КК "Прогресс", позволили использовать их также в качестве специализированных космических платформ для выполнения в автономном полете комплексных экспериментов "Свет", "Знамя-2", "Модель-2", "Инспектор" и "Рефлектор".

В ходе этих экспериментов проверена одна из важнейших функций системы ТТО комплекса – периодическое обслуживание свободно летающих космических аппаратов. При этом отработаны следующие операции:

- расстыковка и свободный полет грузового корабля с проведением эксперимента после установки экипажем на нем оборудования и аппаратуры, когда корабль находится в составе комплекса;

- неоднократная стыковка и расстыковка грузового корабля с комплексом;

- подготовка и обеспечение раскрытия перспективных крупногабаритных конструкций с использованием комплекса оборудования, установленного в земных условиях на внешней поверхности грузового корабля, сопровождая эти процессы визуально-инструментальным наблюдением и видеосъемками;

- запуск с корабля "Прогресс" малого космического аппарата для облета

комплекса по управляемой баллистической схеме.

Экспериментально доказана возможность установки на грузовой корабль "Прогресс" аппаратуры и оборудования массой до 750 кг и обеспечения продолжительности его автономного полета до 30 сут.

Корабль "Союз", постоянно находившийся в составе комплекса "Мир", обеспечивал в критический момент возвращение экипажа на Землю, **безопасность** непрерывной работы **космонавтов** на его борту наряду с мероприятиями, гарантирующими выход из опасных и аварийных ситуаций. Надежность системы безопасности комплекса была доказана, например, при ликвидации пожара на модуле "Квант" и при разгерметизации модуля "Спектр". Корабль за время летной эксплуатации комплекса "Мир" дважды использовался для досрочного возвращения космонавтов в связи с выявленными отклонениями в состоянии их здоровья. Фактически корабль прошел многолетнюю отработку в качестве корабля-спасателя, подтвердил право использовать его для аналогичной цели и в других проектах.

Эксплуатация комплекса "Мир" показала правильность всех реализованных решений по безопасности пребывания на его борту экипажей, что само по себе является выдающимся достижением для столь длительного космического полета пилотируемой станции.

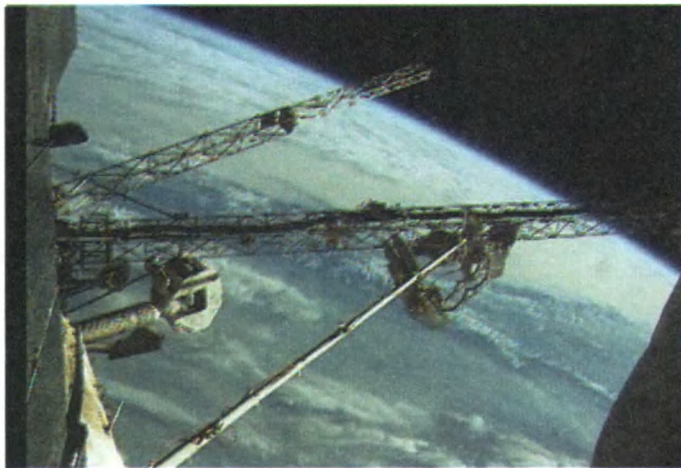
Высочайшая степень адаптивности к изменениям программы полета, многомодульность построения, ремонтпригодность бортовых систем и конструкций, экономичное транспортно-техническое обслуживание расширили функциональные возможности ОК "Мир" в зависимости от уточняемых приоритетов решаемых задач, требований заказчиков, состава и готовности оборудования, программно-математического обеспечения и уровня подготовки экипажа. Формирование программы полета комплекса путем сочетания основных экспедиций с более короткими экспедициями посещения позволило оперативно менять направления исследований, а также уже в ходе полета расширять их, учитывая интересы различных организаций, в том числе из других стран.

Высокая степень **адаптивности** комплекса "Мир" к изменениям программы полета была реализована с помощью следующих технических решений:

- размещение на его внешней поверхности выносной двигательной установки, позволившей существенно снизить расходы топлива для управления по крену;

- перенос ценного научного оборудования и аппаратуры на ОК "Мир" со станции "Салют-7" с помощью корабля "Союз Т-15", осуществившего межорбитальный перелет от комплекса на станцию и обратно;

Стержневые фермы "Софора" (длина 14 м) и "Стромбус" (длина 11,5 м). Космонавтов на ферму "Стромбус" доставила 15-м телескопическая грузовая стрела (на переднем плане). 1996 г.



– введение в состав комплекса двух грузовых стрел-манипуляторов и их использование для проведения возросшего объема работ на его внешней поверхности, в том числе по установке доставленного научного оборудования, осуществлению регламентных и ремонтных операций;

– доставка и установка многогазовых солнечных батарей нового типа с целью повышения энергооборуженности комплекса;

– введение в состав комплекса стыковочного отсека для причаливания кораблей "Спейс Шаттл".

График использования аппаратуры комплекса "Мир" для научных исследований.

Яркий пример адаптивности комплекса – использование его в качестве полигона для отработки перспективных крупногабаритных конструкций различного назначения. Некоторые из них после сборки на внешней поверхности комплекса стали его штатными элементами (ферменные конструкции "Софора", "Рапана" и "Стромбус").

Многоплановое целевое использование ком-

плекса характеризуется следующими данными. На нем выполнены исследования по **55** российским и зарубежным программам объемом более **31 тыс. экспериментов**. Всего на комплексе было сосредоточено свыше **240** наименований научной аппаратуры производства **27 стран** общей массой около **14 т**, включая обеспечивающее оборудование. С 1986 г. по 2000 г. объем научной информации, переданной на

За 15 лет проведено 31200 сеансов экспериментов:





Рекордсмены длительных полетов космонавты В.В. Поляков (слева) и С.В. Авдеев.

Землю по телеметрическим каналам, составил 1690 Гбайт, а суммарная масса возвращенных грузов с результатами экспериментов превысила 4.7 т. Полученные результаты позволили российской пилотируемой космонавтике выйти на качественно новый этап развития.

КОСМИЧЕСКИЕ РЕКОРДЫ

Работа 28 длительных экспедиций на ОК "Мир" ознаменовалась рядом ми-

ровых космических рекордов. Российский космонавт **В.В. Поляков** установил рекорд наибольшей продолжительности непрерывного пребывания человека в условиях космического полета – более **437 сут.** Среди женщин-космонавтов рекорды длительности установили россиянка **Е.В. Кондакова** (169 сут) и американка **Шеннон Люсид** (188 сут). Больше всего по суммарной продолжительности нескольких полетов про-

работали на станции россияне **С.В. Авдеев** (более 747 сут) и **В.В. Поляков** (более 678 сут), француз **Ж.-П. Эньере** (188 сут) и немец **Томас Райтер** (179 сут). На комплексе "Мир" совершено **78 выходов в открытый космос** общей продолжительностью более 360 ч. Максимальное количество выходов у **А.Я. Соловьева** – 16, общей длительностью 77 ч 46 мин. Беспрецедентная длительность полета пилотируемого комплекса "Мир" является, пожалуй, главным космическим рекордом XX в.

МЕТОДИКА МЕДИЦИНСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЭКИПАЖЕЙ

В ходе полетов на станциях "Салют" и комплексе "Мир" планомерно увеличивалась длительность пребывания человека на орбите в условиях невесомости. Тщательный анализ медико-биологических проблем, неизбежно возникающих в ходе продолжительного полета, позволили выработать соответствующие рекомендации и методики подготовки и послеполетной адаптации экипажей, а также средства для поддержания их здоровья и профилактики отрицательного воздействия невесомости.

Экипаж корабля "Союз-9" после 18-сут полета в июне 1970 г. не смог самостоятельно передвигаться, что породило скептицизм в отношении про-



Е.В. Кондакова на беговой дорожке ОК "Мир". 1994 г.

Международный экипаж в составе 22-й основной экспедиции и КК "Атлантис" (STS-79) в базовом блоке станции "Мир": А.Ю. Калери (РФ), Д. Эпт, Т. Эйкерс, К. Уолз, Д. Блаха (США), В.Г. Корзун (РФ), У. Ридди, Т. Уилкатт и Ш. Люсид (США). 19 сентября 1996 г.

должительной работы на орбите. Сегодня после многомесячного полета космонавты быстро адаптируются к земной жизни. Российская медицинская наука накопила достаточно средств и методов для подготовки экипажей к полетам длительностью до 1.5 лет. Не имевший аналогов на Земле по своему оснащению комплекс медико-биологического оборудования позволяет уверенно прогнозировать возможность экспедиции на Марс и открывает широкие перспективы по использованию в повседневной практике созданных приборов и полученных результатов для лечения болезней движения, а также оказания скорой медицинской помощи в чрезвычайных ситуациях.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Одним из главных достижений полета комплекса "Мир" можно по праву считать опыт многолетнего широкомасштабного **международного сотрудничества**. На ОК "Мир" работали **104 человека**, в том числе 62 астронавта из **11 государств и ESA**, причем некоторые из них побывали на борту комплекса не один раз. Пять



полетов совершил А.Я. Соловьев, четыре – А.С. Викторенко, по три – С.В. Авдеев, В.М. Афанасьев, А.Ю. Калери и Ч. Прекурт (США). Станцию посещали 42 космонавта, 44 астронавта США, 5 – Франции, 3 – ESA, 2 – Германии. Совместно с основными экспедициями российских экипажей на комплексе работало **16 экспедиций посещения**, в том числе 15 международных. По международным программам проведено более **7600 экспериментов**. Успешная эксплуатация комплекса доказала высокую надежность пилотируемой космической техники, а международные полеты открыли дорогу многолетнему и многоплановому сотрудничеству с ESA и NASA, Францией, Германией и другими странами. Комплекс "Мир" на практике стал первой международной орбитальной научной лабораторией.

Интересы специалистов разных стран распространяются на все облас-

ти космических исследований – медицину, биологию, биотехнологию, геофизику, дистанционное зондирование Земли, астрономию, материаловедение, а также на создание новых технологий и технических средств, необходимых для эксплуатации космических кораблей и станций. Например, по программе "Мир-NASA" выполнено более **5400 экспериментов**. На борту комплекса было размещено около 4.7 т американской аппаратуры. В этой программе приняли участие 7 астронавтов США, общая продолжительность полетов которых – 925 сут. Несмотря на отказы исследовательской аппаратуры, которые устранялись общими усилиями российской и американской сторон, а также нештатные ситуации в работе комплекса, сложная и насыщенная программа "Мир-NASA" была успешно выполнена. Россия предоставила американской стороне научное оборудование

для проведения экспериментов: печь "Оптизон-1", установку "Инкубатор", оранжерею "Свет", комплекс дистанционного зондирования "Природа".

Следующим по объему совместных работ на ОК "Мир" стало сотрудничество с Францией. В 1988–1999 гг. реализованы исследовательские программы "Арагац", "Антарес", "Альтаир", "Кассиопея", "Пегас" и "Персей", в рамках которых проведено более 40 экспериментов в области медицины, биологии и техники. На станции

работали пять космонавтов Национального комитета по космическим исследованиям Франции (общая продолжительность пребывания – 264 сут). В рамках совместных полетов проведено 3 выхода в открытый космос.

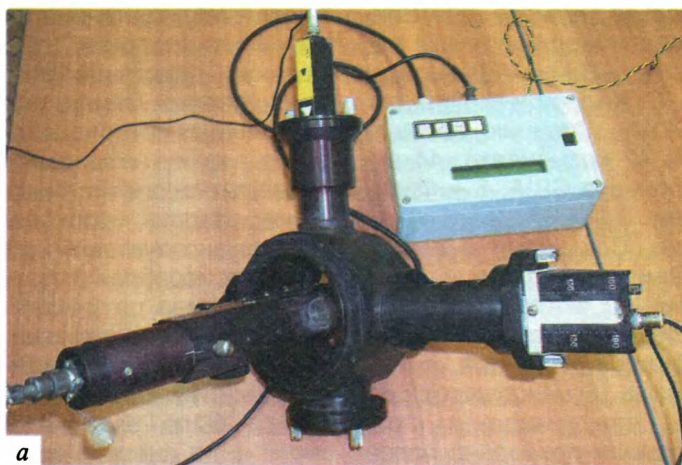
Весьма значительным явился вклад ученых и инженеров Германии в разработку методов и средств получения и обработки изображений поверхности Земли. Эксплуатация на комплексе "Мир" немецкой аппаратуры "МОМС-2П" явилось развитием новых

технологий многозональных съемок. Они позволили не только производить запись изображений, но и передавать их на Землю по радиоканалу. В исследованиях по международной программе с использованием комплекса "Природа" приняли участие 12 научных учреждений ФРГ. На борту ОК "Мир" работали 14 исследовательских систем общей массой около 840 кг, изготовленных в Германии.

Необходимо отметить, что с 1996 г. исследования выполнялись главным образом благодаря привлечению внебюджетных источников финансирования. Из-за непрерывно ухудшавшегося российского бюджетного финансирования основной акцент пришлось сделать на реализацию коммерческих программ экспериментов, предусмотренных контрактами в рамках международных проектов. В общей сумме затрат на реализацию проекта ОК "Мир", составляющей около 4.3 млрд. долл., вклад иностранных инвесторов за период 1994–2000 гг. достигает почти 25%.

УНИКАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Комплекс "Мир" стал орбитальным форпостом **фундаментальной и прикладной науки**. Его уникальные возможности от-



а



б

а) Аппаратура для эксперимента "Плазменный кристалл";
б) Плазменно-пылевая структура, созданная в ходе эксперимента.

крыли ученым мира простор для проведения длительных и постоянных наблюдений и исследований, постановки научных и технических экспериментов в условиях вакуума, невесомости, космического излучения и других факторов околоземного космоса. За время полета получены результаты исключительной ценности, внесшие принципиальный вклад в развитие знаний о Вселенной и материи, глобальных факторах, влияющих на нашу планету и околоземное пространство, об организме человека и формах эволюции жизни.

Астрофизическими приборами зафиксированы спектры и рентгеновские изображения центра нашей Галактики, открыты новые, наиболее удаленные от Земли, рентгеновские источники и зарегистрированы ранее неизвестные кандидаты в "черные дыры".

Данные по **природным ресурсам Земли** и экологическому мониторингу оперативно используются для обновления карт, контроля местности и экологической обстановки.

Все большее значение приобретает постоянное наблюдение за **процессами в верхней атмосфере**, играющими весомую роль в экологическом балансе Земли и, возможно, определяющими будущее человечества.

На основе исследований в условиях невесомости **физики жидкости**, тепломассопереноса и кристаллизации отработаны методы производства новых ценных, превосходя-

щих земные аналоги материалов – кристаллов арсенида галлия, теллурида кадмия и оксида цинка. Впервые в мировой практике реализована устойчивая регулярная пространственная структура, формируемая заряженными пылевыми частицами в плазме.

Были развернуты исследования по изготовлению и переработке **биопрепаратов** с заранее заданными свойствами для внедрения на предприятиях микробиологической промышленности.

На комплексе "Мир" экспериментально подтверждена модель замкнутой экологической системы жизнеобеспечения, отработаны методики, аппаратное и медицинское обеспечение долговременных пилотируемых космических полетов.

ВКЛАД КОМПЛЕКСА "МИР"
В СОЗДАНИЕ МКС

Опыт полетов на ОК "Мир" чрезвычайно ценен для создания Международной космической станции (МКС). В процессе его эксплуатации, в том числе при работе с кораблями "Спейс Шаттл", преодолены психологические барьеры и отработана схема взаимодействия при реализации совместных программ со всеми партнерами (США, Францией, Германией и ESA).

На ОК "Мир" в реальных условиях проверены многие технические решения, методики работ и технологические процессы, принятые к использо-

ванию на МКС, в том числе модульный принцип строительства на орбите космических сооружений больших габаритов и масс (до 240 т), реализованный впервые в мировой практике. Комплекс "Мир" показал эффективность применения кораблей "Союз", "Прогресс", "Спейс Шаттл" как транспортных средств доставки экипажей и материально-технического обеспечения МКС. На комплексе "Мир" отработывалось взаимодействие междунациональных экипажей в длительных полетах, технология поддержания сложного орбитального сооружения в работоспособном состоянии в течение длительного полета, приобретен опыт ликвидации нештатных ситуаций, обеспечения безопасности экипажа и живучести станции, одновременного проведения нескольких международных научных программ интегрированным экипажем. При реализации проекта МКС работали специалисты нескольких технических школ. В ходе полета ОК "Мир" отработана технология совместного управления пилотируемыми космическими объектами двух стран из двух Центров управления – ЦУП-М (г. Королёв, Россия) и ЦУП-Х (г. Хьюстон, США).

В рамках программы "Мир" получило развитие международное разделение труда в создании сложных информационных систем, уникальных научных приборов и инструментов, в частности обсерватории "Рентген" на модуле

“Квант”, многоцелевого сканирующего телескопа-спектрометра МОМС, уникального медицинского оборудования, что было положено в основу проведения работ по МКС.

Продолжением работ на ОК “Мир” стало проведение российскими специалистами и немецкими учеными на российском сегменте МКС эксперимента “Плазменный кристалл” в области физики низкотемпературной плазмы. Изучение плазменно-пылевых структур перспективно как для фундаментальных исследований, так и с точки зрения прикладных задач физики кристаллов и моделирования нестабильных процессов в плазме. Экспериментом заинтересовались и французские ученые.

Операции по завершению полета комплекса “Мир”, осуществленные с филигранной точностью и выполненные впервые в практике мировой пилотируемой космонавтики – вклад России в проект МКС. Такие же операции необходимо выполнить, когда истечет срок работы станции.

ИТОГИ ПОЛЕТА КОМПЛЕКСА “МИР”

Окончание полета ОК “Мир”, созданного умом и руками многих сотен тысяч ученых, инженеров, конструкторов и рабочих, является знаменательным историческим событием всемирного уровня и подводит итоги важнейших достижений в области пилотируемой космонавтики за 40 лет со дня

первого полета человека в космос, осуществленного Ю.А. Гагариным.

Действия ведущих государств мира в освоении космоса – различные по масштабам и задачам – свидетельствуют о том, что возможности современной пилотируемой космонавтики существенно расширились. Перечислим **основные результаты** работы российского ОК “Мир”:

– получены уникальные знания о природных явлениях, протекающих без гравитационного воздействия;

– достигнута длительность пребывания и активной работы человека в условиях орбитального полета, считающаяся своеобразным трамплином для последующих исследований соседних с Землей миров;

– сформированы и впервые прошли серьезную апробацию практически все направления исследований и экспериментов, которые намечаются на борту МКС, будь то накопление фундаментальных знаний, исследование и укрепление здоровья человека, усовершенствование технологических процессов или продолжение изучения космического пространства;

– доказана возможность реализации космических проектов, беспрецедентных по масштабам как с научной и технической точек зрения, так и в плане глобального международного сотрудничества;

– продемонстрированы общечеловеческие, гуманитарные ценности, столь необходимые для дальнейшего прогресса зем-

ной цивилизации. В уникальном “доме” на околоземной орбите научились жить и работать рука об руку представители разных стран, здесь не существовало межгосударственных границ, социальных и иных различий между людьми;

– впервые в мире продемонстрировано регулярное виртуальное присутствие землян в космосе в режиме реального времени (“телесайенс”). Реализация такой программы стала возможна благодаря использованию передовых средств коммуникаций и информационных технологий при управлении видеокамерой на поворотной платформе модуля “Квант-2”;

– приобретен опыт реализации школьных и студенческих программ экспериментов с целью популяризации научного, технического и гуманитарного образования в новых направлениях, предполагающих использование современных знаний о космосе и нашей планете.

Орбитальный пилотируемый комплекс “Мир” не просто этап, следующий за работой станций “Салют” и “Скайлэб”. Это первый крупномасштабный международный проект долговременного и постоянного присутствия человека в космосе, который позволил получить множество технических и научных данных. Это поможет повысить эффективность космических исследований, которые будут проводиться на Международной космической станции в XXI в.

Новости о научных спутниках и межпланетных станциях

Запуски научных спутников*

1. “ИМИДЖ” (“IMAGE”, США). Запуск состоялся 25 марта 2000 г. в 20 ч 34 мин 43 с** с космодрома Ванденберг. РН “Delta-2” вывела спутник на высокоэллиптическую полярную орбиту высотой 995×45988 км, наклоном 89.92° и периодом обращения 14 ч 26.2 мин.

Американский научный ИСЗ “IMAGE” (Imager for Magnetopause-to-Aurora Global Exploration – глобальные исследования “образа” магнитопаузы в авроральной области) исследует влияние солнечного ветра на магнитосферу Земли в рамках Международной программы изучения солнечно-земных связей. На спутнике впервые установлена аппаратура, способная вести съемку динамики магнитосферы: камеры для получения изображений ионных облаков, детекторы регистрации движения заряженных частиц в них и съемки

магнитосферы в ультрафиолете, антенны радиозондирования ее плазменных областей. За один виток КА формирует изображение плазмы в полосе $90 \times 360^\circ$ с разрешением 8° , в ультрафиолетовой области сбор данных идет с пяти оборотов и радиозондирование производится с частотой в 1 мин.

“ИМИДЖ” оснащен шестью приборами. Три камеры нейтральных атомов предназначены для определения скорости движения, энергии и массы нейтральных атомов в диапазоне 10–500 кэВ, атомов водорода и кислорода с энергиями 1–30 кэВ, потоков ионов низких энергий в диапазоне 10–500 эВ. С помощью этих приборов наблюдают источники во внутренней магнитосфере – кольцевые токи, плазменный слой, границы инжекции суббурь, потоки ионов в каспе (области незамкнутых силовых линий магнитного поля) и полярной ионосфере. Камера и три детектора крайнего ультрафиолета регистрируют резонансное рассе-

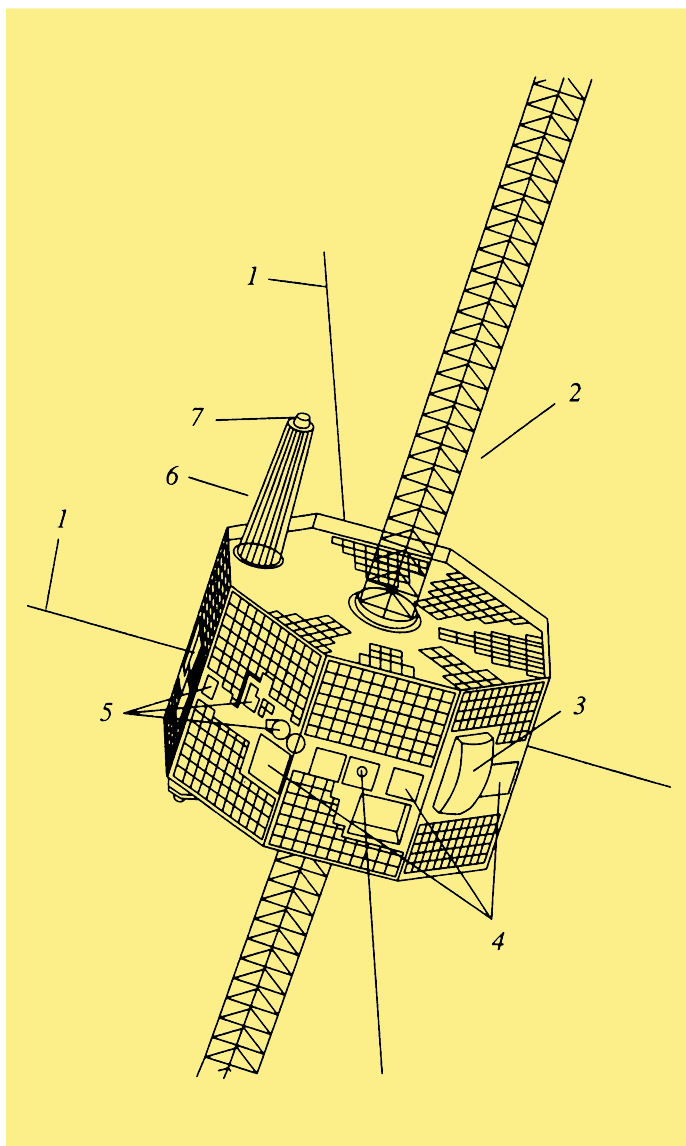
яние солнечных фотонов в плазмосфере и ведут съемку полярных сияний в диапазоне 121.6–160 нм. Радиозонд плазмы состоит из передатчика импульсного излучения диапазона от 3 кГц до 3 МГц и приемных антенн. Передатчик посылает импульсы радиоизлучения, а ответные сигналы от плазменных облаков принимаются шестью антеннами. В ходе эксперимента по радиозондированию определяются плотность и скорость плазменных облаков, перемещающихся от внутренней границы плазмосферы до ударной волны.

Наблюдение за “космической погодой” (Земля и Вселенная, 2000, № 3) помогает выявить реакцию магнитосферы при взаимодействии с солнечным ветром, проследить динамику магнитосферной плазмы и механизмы происхождения бурь и суббурь. На основе полученных данных будут созданы фильмы о поведении магнитосферы во время магнитных бурь.

Спутник имеет форму восьмигранной призмы диаметром 2.25 м и высотой 1.52 м (длина антенн ра-

* Продолжение. Начало см.: 1996, № 3; 1997, № 2; 2000, № 4.

** Здесь и далее время дано по Гринвичу.



Американский научный ИСЗ "ИМИДЖ" ("IMAGE"): 1 – четыре радиальные 250-м антенны радиозонда, 2 – две осевые 10-м приемные антенны радиозонда, 3 – одна из камер регистрации нейтральных атомов, 4 – радиаторы системы терморегулирования, 5 – камера и три детектора крайнего ультрафиолета, 6 – малонаправленная антенна связи, 7 – всенаправленная антенна связи. Рисунок NASA.

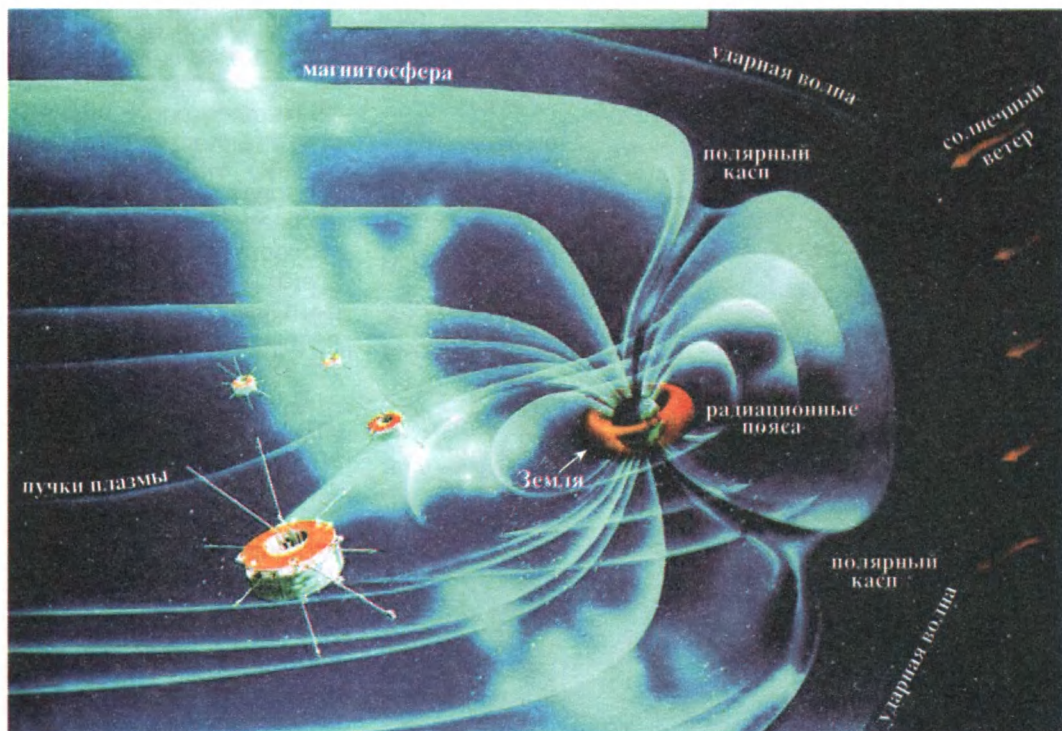
Западного исследовательского института (шт. Техас).

Срок работы ИСЗ "ИМИДЖ" – 3 года (до марта 2003 г.). Стоимость проекта – 154 млн. долларов.

2. "Кластер-2" ("Cluster II", ESA). С космодрома Байконур с помощью российских РН Союз У" и разгонных блоков "Фрегат" 16 июля 2000 г. в 12 ч 39 мин 35 с и 9 августа 2000 г. в 11 ч 13 мин 35 с запущены четыре западноевропейских КА. Пары спутников вышли на эллиптические орбиты высотой 240×18080 и 250×17090 км, наклоном 64.8° и периодом обращения около 5 ч. Позднее с помощью блоков "Фрегат" КА выполнили по пять маневров. Сформировалась полярная орбита наблюдения – высота около 17000×121000 км, наклонение 90.5° и период обращения 2 сут 09 ч 11 мин. Спутники образовали в космосе пространственную конфигурацию в виде тетраэдра, находясь друг от друга на расстоянии от 200 до нескольких тысяч км, изучая трехмерную картину процессов взаимодействия солнечного ветра с плазмой магнитосферы.

диозонда 500 м!), масса – 494 кг. Внутри КА установлены приборы (в средней части корпуса) и системы ориентации, хранения, обработки и передачи информации, связи и энергоснабжения (панели солнечных батарей на внешней поверхности аппарата мощностью 286 Вт). На корпусе укреплены четыре радиальные антенны радиозонда дли-

ной 250 м и две продольные – по 10 м. Бортовой компьютер записывает информацию объемом до 2 Гбит и передает ее на Землю один раз за виток со скоростью до 2.2 Мбит/с. Изготовила и испытала спутник американская компания Lockheed Martin Missiles & Space. Научный руководитель проекта – доктор Джеймс Бёрч из Юго-



Расположение квартета европейских спутников "Кластер-2" ("Cluster-II") на полярной орбите в магнитосфере Земли. Рисунок ESA.

Аппараты получили названия латиноамериканских танцев "Румба", "Сальса", "Самба" и "Танго" (постоянно изменяя взаимное расположение в пространстве, они словно танцуют в космосе).

Проект "Кластер-2" входит в Международную программу исследования солнечно-земных связей, солнечного ветра и процессов в магнитосфере (Земля и Вселенная, 1999, № 5). Разработки вело Европейское космическое агентство с 1985 г. в рамках программы фундамен-

тальных научных космических исследований "Горизонт-2000". Выполнение программы возлагалось на два типа спутников: "SOHO" и "Cluster". КА "SOHO" (запущен 2 декабря 1995 г.) в точке либрации L1 до сих пор проводит наблюдения Солнца и регистрирует поток энергичных частиц от него. Система же спутников "Кластер" должна была отслеживать быстрые изменения в магнитосфере, отделяя пространственные эффекты от временных. Однако первый старт РН "Ariane-5" с четырьмя ИСЗ "Cluster" 4 июня 1996 г. оказался аварийным. Спасая программу, сначала хотели возместить потерю спутников запуском одного КА в конце 1997 г. Руководители ESA реши-

ли восстановить проект в полном объеме, несмотря на дополнительные расходы и задержку других научных программ. Реализация проекта "Кластер-2" началась в августе 1997 г.

КА "Кластер-2" идентичны, выполнены в форме цилиндра диаметром 2.9 м, толщиной 1.3 м и массой 1200 кг, из них 650 кг – топливо, 72 кг – научная аппаратура. В центре корпуса аппарата укреплена цилиндрическая конструкция с маршевым двигателем, вокруг которой расположены платформы с научными приборами и служебными системами. На верхней платформе размещены 11 приборов.

В комплект научной аппаратуры входят магнитометры и инжектор для изучения электромагнитных



Сборка одного из космических аппаратов "Кластер-2" на заводе Dornier Satellitensysteme (ФРГ). Фото Daimler-Benz Aerospace.

полей, плазменная группа из пяти приборов, спектрометры и анализатор частиц, а также нейтрализатор электрического заряда. Два магнитометра измеряют три компоненты магнитного поля, инжектор выпускает пучки электронов с энергиями 0.5–1 кэВ на расстояние до 10 км, которые возвращаются к приемникам регистрации электрических полей. Плазменный комплект состоит из прибора точной временной привязки вариаций электронной плотности и сравнения их с волновыми измерениями; датчиков на 50-м антеннах для иссле-

дования флуктуаций электрического поля, проводимости плазменных структур и волн; прибора для пространственно-временного анализа флуктуаций магнитного поля в диапазоне 0.1 Гц–4 кГц; измерителя плотности заряженных частиц методом радиозондирования с помощью 50-м антенн; прибора поиска плазменных волн очень высокой частоты. Два спектрометра анализируют состав, массу и функции распределения ионов с энергиями до 40 кэВ в магнитосфере и солнечном ветре. Анализатор трехмерного распределения электронов

измеряет их количество, направление движения и скорость. Нейтрализатор электрического заряда рассчитывает функции распределения ионов низких энергий (до 2 эВ).

На нижней платформе установлена служебная аппаратура, состоящая из управляющих компьютеров, систем ориентации, управления, энергопитания (панели солнечных батарей на корпусе мощностью 224 Вт), связи (скорость передачи информации до 262 кбит/с), терморегулирования, обработки и хранения данных емкостью 7.5 Гбит. Двигательная установка содержит главный двигатель тягой менее 40 кгс (размещен внутри цилиндрической конструкции в центре корпуса спутника), баки с топливом и восемь двигателей управления тягой 1 кгс для коррекции орбиты. Аппарат для поддержания ориентации стабилизирован вращением со скоростью 15 об/мин. Магнитометры и датчики некоторых приборов размещены на двух штангах длиной 5 м. В ходе полета развертываются четыре радиальные антенны длиной 50 м для измерения плотности заряженных частиц.

Изготовили и испытали космические аппараты на предприятии Dornier Satellitensysteme (ФРГ) компании Astrium, научную аппаратуру поставили 34 компании и институты из

13 стран ESA и США. Научный руководитель проекта – доктор Филипп Эскубе. Координацию научных наблюдений со спутников проводит Объединенный центр научных исследований Лаборатории Резерфорда–Эпплтона (Англия). Контролем выполнения научной программы, планированием и управлением полета занимается Европейский центр космических операций в Дармштадте (ФРГ).

Первые наблюдения магнитосферы спутники “Кластер-2” выполнили через 3 мес. после запуска. Два раза в год запланированы коррекции орбиты для изменения расстояния между КА. До конца 2000 г. спутники, находясь в 600–700 км друг от друга, исследовали области каспов. В первом полугодии 2001 г. изучались процессы в хвосте магнитосферы, расстояние между ними увеличилось до 2–5 тыс. км. Затем, в повторном цикле исследований, расстояние между аппаратами будет варьироваться от 200 до 19 тыс. км, в зависимости от задач наблюдений.

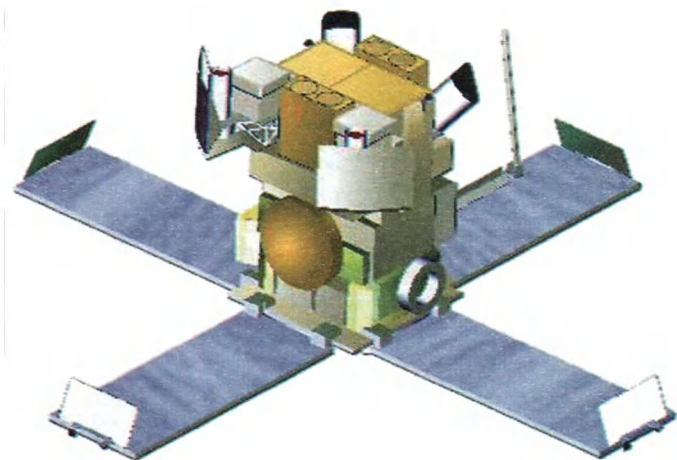
Квартет спутников в феврале 2001 г. приступил к исследованиям в период максимума 11-летнего цикла солнечной активности, планируемый срок работы – 2 года (дополнительная программа рассчитана до конца 2005 г.). Стоимость проекта (с учетом повторных сборки и запу-

ска, эксплуатации) оценивается в 850 млн. долларов.

3. “ХЕТЕ-2” (“НЕТЕ-2”, США) запущен 9 октября 2000 г. ракетой-носителем “Pegasus” с самолета-носителя над Тихим океаном в 5 ч 38 мин 18 с. Спутник выведен на расчетную экваториальную орбиту высотой 592 × 634 км, наклонением 1.95° и периодом обращения 96.7 мин. Это повторение проекта после неудачного старта первого спутника 4 ноября 1996 г.

Астрофизическая обсерватория “НЕТЕ-2” (High Energy Transient Experiment – высокоэнергетический вспышечный эксперимент), создана для изучения гамма-всплесков, их характеристик и определения точного положения в пространстве, а также проведет обзор небесной сферы в рентгеновском диапазоне. Обсерватория работает в спектральном диапазоне от 0.5 кэВ до 1 МэВ. На ней установлены три научных прибора: всенаправленный гамма-

спектрометр для обнаружения и спектроскопии гамма-всплесков и ярких переменных рентгеновских источников в диапазоне от 6 кэВ до 1 МэВ (эффективная площадь приемника – 120 см²); широкоугольный рентгеновский монитор из четырех детекторов с кодированной апертурой определяет положение в пространстве вспышек с энергиями 2–25 кэВ и точностью до 10'; две камеры мягкого рентгена с кодированной маской для обнаружения слабых рентгеновских переменных при гамма-всплеске с энергиями 0.5–2 кэВ. С целью контроля радиационной обстановки и обнаружения заряженных частиц с энергиями выше 1 МэВ на спутнике установлен датчик, дающий команду на отключение научной аппаратуры при возрастании потока частиц выше допустимого. Приборы работают независимо друг от друга. В случае обнаружения гамма-всплеска спутник экстренно оповещает назем-



Американская астрофизическая обсерватория “ХЕТЕ” (“НЕТЕ”). Рисунок NASA.

ные обсерватории и группы управления другими КА. В течение нескольких секунд после начала регистрации вспышки "ХЕТЕ-2" будет передавать данные о примерном местонахождении источника, а через минуту – о его точном положении на небе. Это позволяет быстро обрабатывать информацию и одновременно наблюдать явление с нескольких наземных и космических обсерваторий.

"ХЕТЕ-2" состоит из корпуса в форме призмы диаметром 0.66 м и толщиной 0.89 м, где размещаются аппаратура и служебные системы. К его основа-

нию крепятся четыре панели солнечных батарей, вырабатывающих ток мощностью 168 Вт. Аппарат оснащен процессором для управления работой приборов с памятью 20 Мбайт, радиосистема передает на Землю информацию со скоростью 250 кбит/с. На нем установлен приемник глобальной навигационной системы GPS для определения положения КА в пространстве и интерпретации данных. Система ориентации получает данные от двух магнитометров, 12 солнечных датчиков и оптической камеры, отслеживающей вращение

спутника. Масса обсерватории – 124 кг. Спутник создан в Центре космических исследований Массачусеттского технологического института. Научная аппаратура изготовлена в нескольких лабораториях США. Управление полетом "ХЕТЕ-2" и прием информации проводят станции на Кваджалейне, в Сингапуре и Кайенне (Французская Гвиана). Научный руководитель проекта – доктор Джордж Рикер. Расчетный срок работы КА – от 1 года до 4 лет. Стоимость проекта (включая повторные изготовление и запуск) – 73 млн. долларов.

Полеты автоматических межпланетных станций*

1. **"Стардаст"** ("Star-dust"; США) запущена 7 февраля 1999 г. Продолжается полет к комете Вильда-2, встреча запланирована на 2 января 2004 г. Несмотря на сбои в работе некоторых систем (особенно серьезная проблема – загрязнение оптической системы навигационной камеры, постепенно восстанавливающей качество навигационных съемок), научная аппаратура работает нормально. 28 декабря 1999 г. и 24 мая 2000 г. проводились первые две коррекции полета, скорость увеличилась на 13 м/с. 10 февраля

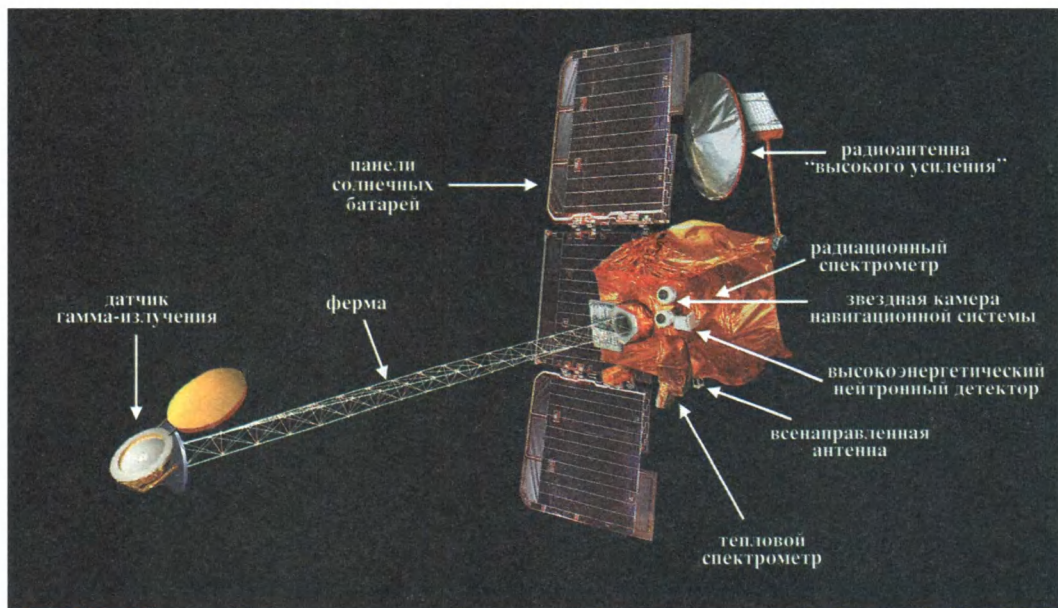
2000 г. АМС пролетела за Солнцем и стала приближаться к Земле. С 22 февраля 2000 г. открыта крышка аэрогелевого коллектора пыли. В течение 69 сут (до 1 мая) проводился первый этап сбора космической пыли, после чего ловушку убрали в возвращаемую капсулу и закрыли теплозащитный экран. Гравитационный маневр по изменению плоскости орбиты выполнен 15 января 2001 г. в 11 ч 14 мин 28 с, АМС пролетела около Земли на расстоянии 6007 км. Скорость аппарата относительно планеты составила около 10 км/с. 16 января АМС "Стардаст" пролетела в 108 тыс. км от Луны и сделала 23 снимка для калибровки бортовой

камеры. В апреле 2002 г. АМС будет в афелии на расстоянии 1.8 а. е. от Солнца.

2. **"Нодзومي"** ("Nozomi", Япония) запущена 3 июля 1998 г. Продолжается незапланированный полет по гелиоцентрической орбите между Землей и Марсом после неудачного маневра 20 декабря 1998 г. Все системы и 14 научных приборов АМС функционируют нормально. Намечен пролет "Нодзومي" вблизи Земли в июне 2003 г. В результате пертурбационного маневра станция перейдет на траекторию полета к Марсу, а в начале 2004 г. выйдет на его орбиту.

3. **"Марс Одиссей"** ("Mars Odyssey-2001", США). Станция запущена с космодрома Канаверал 7 апреля 2001 г. в 15 ч 02 мин 22 с ракетой-носителем "Дельта-2". 27 мая

* Продолжение. Начало см.: 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4.



Размещение научной аппаратуры и систем на АМС "Одиссей" ("Mars Odyssey-2001"). Рисунок NASA.

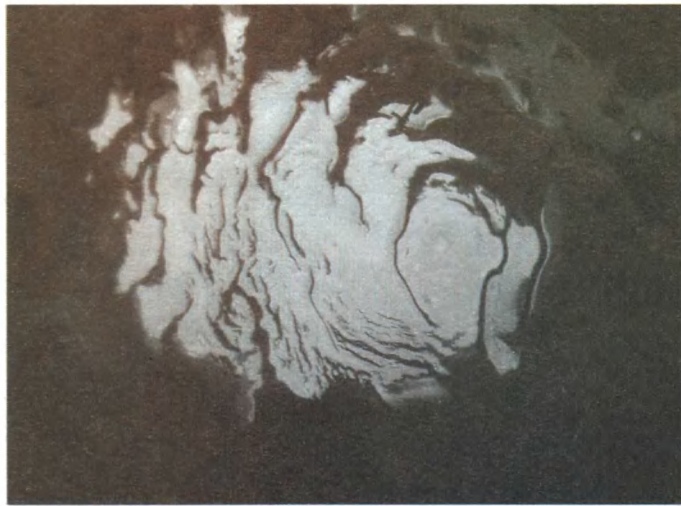
выполнена коррекция движения, еще 4 запланированы на трассе перелета к Марсу. Длительность экспедиции по гелиоцентрической орбите составит 200 сут. Это первый запуск после потери двух марсианских станций в сентябре–декабре 1999 г. (Земля и Вселенная, 2000, № 6).

Программа исследований предусматривает глобальные наблюдения поверхности и атмосферы Марса с его орбиты для изучения климата планеты, геологической истории, включая поиск жидкой воды и свидетельств древней жизни. Станция соберет данные о циркуляции атмосферной пыли, водяного пара и озона, о

сезонных изменениях в течение марсианского года (29 земных месяцев), проведет наблюдение полярных шапок и пылевых бурь, исследует состав основных химических элементов пород.

АМС "Марс Одиссей" состоит из служебного модуля (размер $2.2 \times 2.6 \times 1.7$ м) с комплектом научного оборудования. На борту станции размещены пять приборов – три спектрометра и два датчика. Тепловой спектрометр работает в видимом и ИК-спектрах, определяя состав пород поверхности, пыли и газов в атмосфере. Спектрометр гамма-излучения регистрирует распределение 20 химических элементов на поверхности планеты, в том числе углерода, кремния, железа, магния. Радиационный спектрометр измерит их процентное содержание. Высокоэнергетический нейтрон-

ный детектор и датчик гамма-излучения исследуют атмосферу и поверхность на наличие воды. В верхней части корпуса установлена ферма длиной 6 м с датчиком гамма-излучения, сбоку – радионантенна "высокого усиления" диаметром 1.3 м и три панели солнечных батарей длиной 5.8 м (общая площадь 7.4 м^2) и мощностью 400 Вт. Станция имеет трехосную систему стабилизации полета за счет гироскопов-маховиков. В состав двигательной установки входят маршевый двигатель тягой 65 кгс, 8 малых двигателей коррекции и стабилизации тягой от 0.1 до 2.2 кгс. Бортовая система управления включает 32-зарядный процессор с объемом памяти 128 Мбайт. Радиосвязь и передача информации осуществляется с помощью остронаправленной "высокого усиления" и двух всенаправ-



Южная полярная шапка Марса, сфотографированная АМС "Марс Глобал Сервейер" 17 апреля 2000 г. В это время (летом) дневная температура повышается до +11°C, льды тают, и шапка существенно уменьшается. Снимок охватывает 420 км. Фото NASA.

ленных антенн, сбор данных записывается на бортовом запоминающем устройстве с объемом памяти до 1 Гбит. Радиосистема передает на землю информацию со скоростью около 250 кбит/с. АМС создана компанией Lockheed Martin Astronautics по заказу JPL (Лаборатория реактивного движения, Пасадена, США). Стартовая масса станции – 725 кг. Научный руководитель программы – доктор Стив Саундерс.

АМС приблизится к Марсу 24 октября 2001 г. После торможения маршевый двигатель отделится, и "Марс Одиссей" выйдет на высокоэллиптическую орбиту вокруг Марса высотой 160 × 27 тыс. км с периодом обращения 25 ч. В течение 76 сут орбитальный аппарат будет снижаться, используя торможение в верхних слоях атмосферы, пока не достигнет двухчасовой орбиты с апоцентром 450 км для проведения научных исследований. Рабо-

та аппарата рассчитана на 1.5 марсианских года (917 сут). В программу "Марс Одиссей" включена ретрансляция научной информации на Землю с двух марсоходов на поверхности Марса. Их запуски планируются на май–июнь 2003 г., а исследования – на январь–май 2004 г.

4. **"Марс Глобал Сервейер"** (**"Mars Global Surveyor"**, США) запущена 7 ноября 1996 г. Продолжается картографирование поверхности Марса с орбиты высотой 370 × 430 км, наклоном 92.9° и периодом обращения 117 мин. Основная программа исследований Марса завершилась в начале 2001 г. Станция вела наблюдение поверхности и сезонных изменений в течение полного марсианского года (687 сут). Получены десятки тысяч снимков с разрешением до 2 м и миллионы спектров элементного состава пород, измерен рельеф поверхности с помощью лазерного высотомера. Наиболее интригующи-

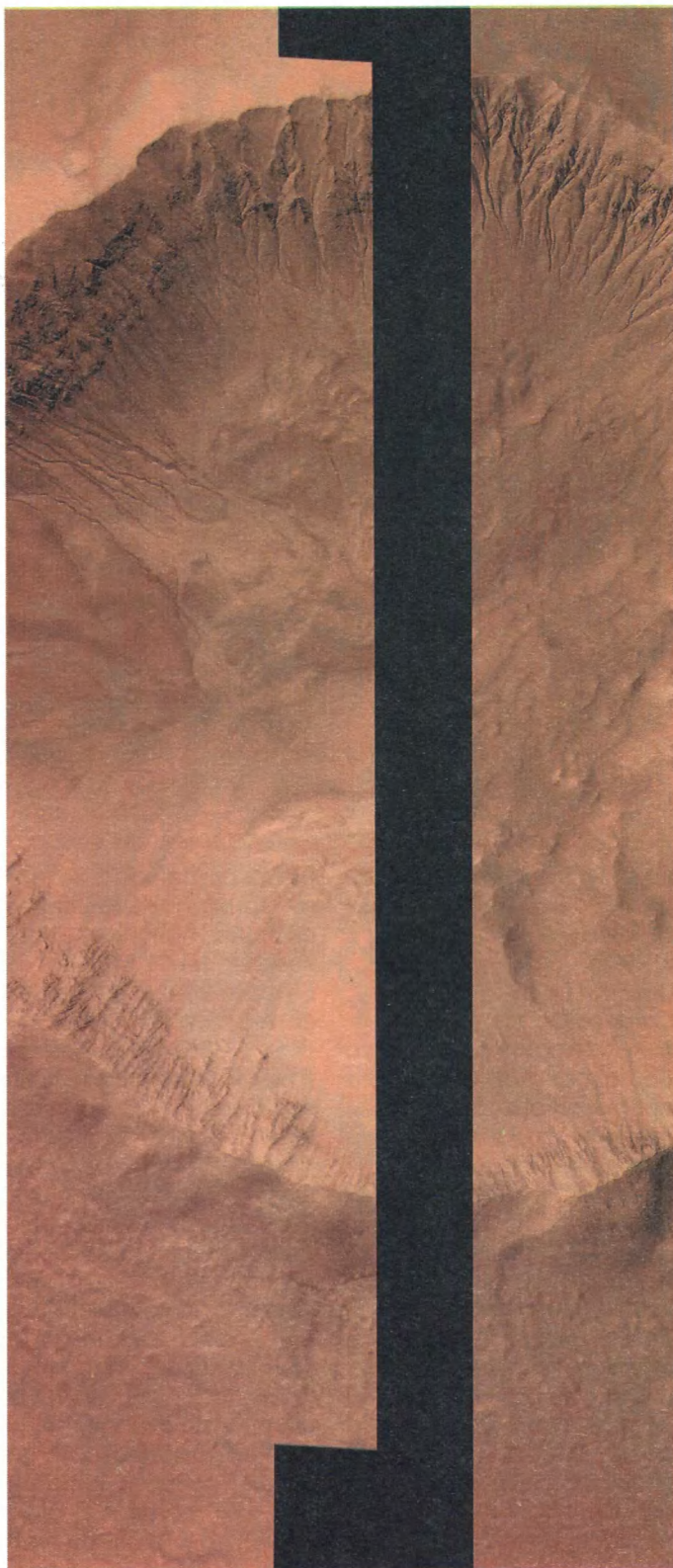
ми оказались изображения оврагов со следами потоков воды на склонах кратеров и долин, слои осадочных горных отложений, образовавшихся на месте предполагаемых древних водоемов, сложные структуры льда на южной полярной шапке. Проводился регулярный мониторинг погоды и изменяющегося рельефа полярных шапок. Составлена глобальная топографическая карта с разрешением по горизонтали 15 км и высоте 5 м (до сих пор нет столь точной карты рельефа даже многих районов Земли!). Обнаружен контраст между горным южным полушарием и равнинным северным. Великая Северная Равнина оказалась самой гладкой поверхностью в Солнечной системе. Ученые выдвинули гипотезу о существовании на ее месте древнего северного океана. У полюсов замечены обширные купола, предположительно содержащие водяной лед, по объему воды эквивалентные ледникам Гренландии. Открыто остаточное магнитное поле планеты – чередующиеся полосы магнитных аномалий шириной около 100 и длиной до 2000 км, направленные с запада на

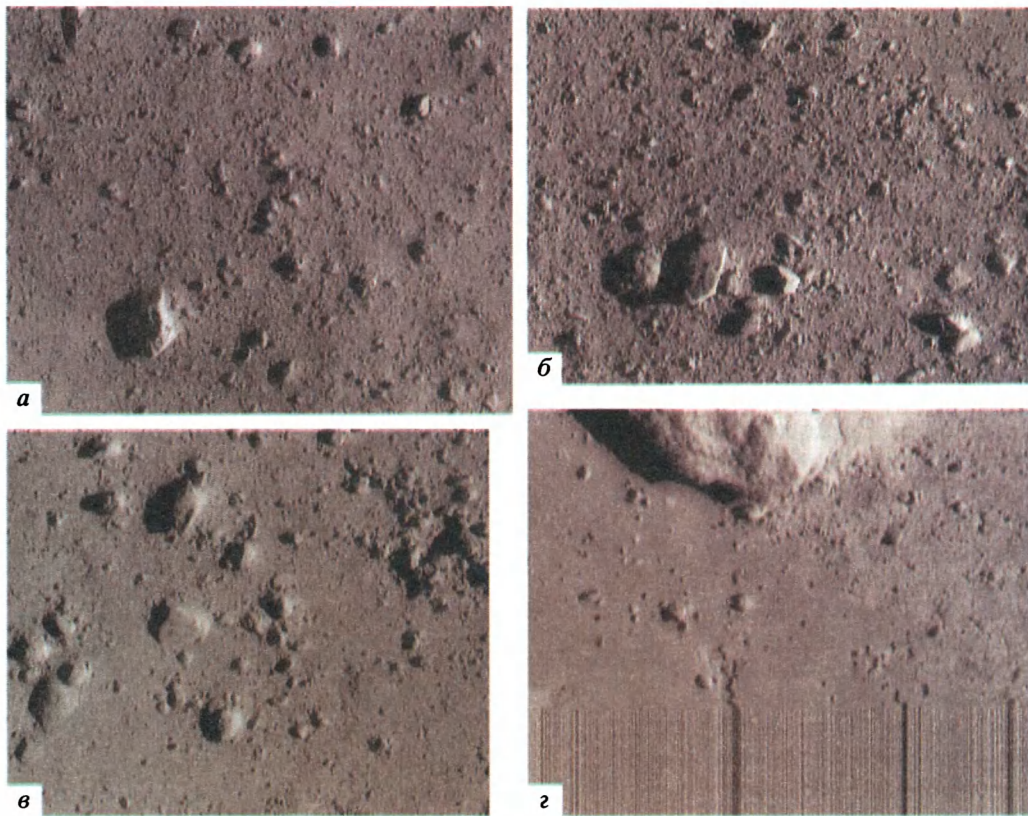
Безымянный кратер на Марсе диаметром 12 км, расположенный в области региона Хаос (37.4° ю.ш. и 168.0° з.д.). В кратере ударного происхождения обнаружены многочисленные наносы и следы течения водных потоков. Они указывают на просачивание из недр жидкой воды, разрушившей его склоны. Изображение участка шириной 18 км и длиной 7.6 км, синтезированное из трех снимков в нескольких диапазонах спектра, получено "Марс Глобал Сервейер" в 2000 г. Темная полоса в центре – не попавший в кадр район. Фото NASA.

восток и покрывающие большую часть южного полушария. В свободных от пыли областях северного полушария найдены андезиты – породы, возникшие в результате вулканических процессов в местах столкновения литосферных плит. Пока на Марсе еще не обнаружены никакие признаки жизни.

Работать "Марс Глобал Сервейер" будет до конца апреля 2002 г., когда эстафету примет орбитальный аппарат "Марс Одиссей". Вероятно, миссия "Марс Глобал Сервейер" продлится до 2004 г. Предполагается получить снимки заранее выбранных интересных объектов, в том числе мест посадок двух американских и европейского марсоходов (запуска в 2003 г.). Продолжатся геологические и минералогические исследования, определение влажности и состава облаков.

5. "Дип Спейс-1" ("Deep Space-1", США) запущена 24 октября 1998 г. Из-за отказа в ноябре 1999 г. звездного датчика дальней-





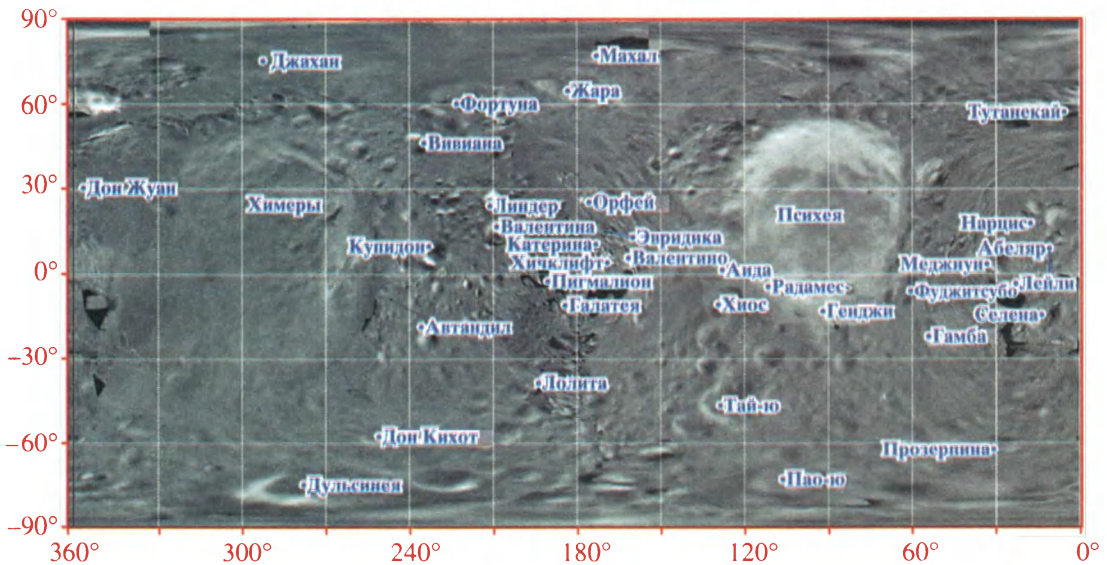
шие исследования стали невозможными. Пришлось отказаться от встречи с кометой Вильсона–Харрингтона в январе 2001 г. С помощью научной камеры-спектрометра и нового бортового компьютерного программного обеспечения станция обрела возможность ориентации в пространстве. Принято решение выполнить программу изучения одной из комет. С 28 июня 2000 г. по 27 января 2001 г. включалась ионная двигательная установка, скорость аппарата увеличилась на 2.6 км/с. Целью исследований “Дип Спейс-1” станет комета Борелли периодом обращения 6.9 года, около которой АМС пролетит в сентябре 2001 г.

(на расстоянии 1.34 а. е. от Солнца). Каждый день станция приближается к комете на 1.8 млн. км. В марте 2001 г. КА удалился от Земли на 400 млн. км.

6. **“NEAR-Шумейкер” (“NEAR-Shoemaker”, США)** запущена 17 февраля 1996 г. После выхода 14 февраля 2000 г. на орбиту астероида Эрос (№ 433) станция выполнила комплекс наблюдений. До 6 февраля 2001 г. проведены 25 коррекций орбиты. АМС несколько раз сближалась с астероидом Эрос до 2.5 км. Параметры орбиты станции на заключительном этапе – высота 36×36 км, наклонение 176° и период обращения 16.8 ч. За год полу-

Последние снимки с АМС “NEAR-Шумейкер” перед посадкой на Эрос 12 февраля 2001 г.: а) с высоты 1150 м показана область шириной 54 м – большие валуны разбросаны и частично присыпаны мелкодисперсным свежим материалом, размер крупного обломка породы 7.4 м; б) с высоты 700 м – область шириной 33 м – мелкие кратеры и камни, трещины от их падения; в) с высоты 250 м – область шириной 12 м – россыпь камней, покрытых пылью и обломками пород; г) с высоты 120 м – область шириной 6 м – вверху: часть камня, присыпанного мелкой пылью со следами эрозии, внизу: изображение смазано из-за прекращения работы радиоданной при падении космического аппарата. Фото NASA.

чено в 10 раз больше информации, чем предусма-



Карта поверхности Эроса по снимкам АМС "NEAR-Шумейкер", опубликованная 24 октября 2000 г. Некоторые крупные образования на астероиде предварительно названы именами влюбленных, героев мифов и литературных произведений. Фото NASA.

тривалось планом. Она включает свыше 160 тыс. снимков (последний перед посадкой на астероид снимок сделан с высоты 120 м, охвачена область 6 м с разрешением 1 см!) и данные о поверхностном слое грунта. На основе 11 млн. измерений лазерным дальномером построена детальная карта поверхности астероида. Смоделированы гравитационное поле и форма Эроса. Изучение спектральных свойств и состава поверхности позволило сделать вывод о сходстве Эроса с метеоритами-хондритами.

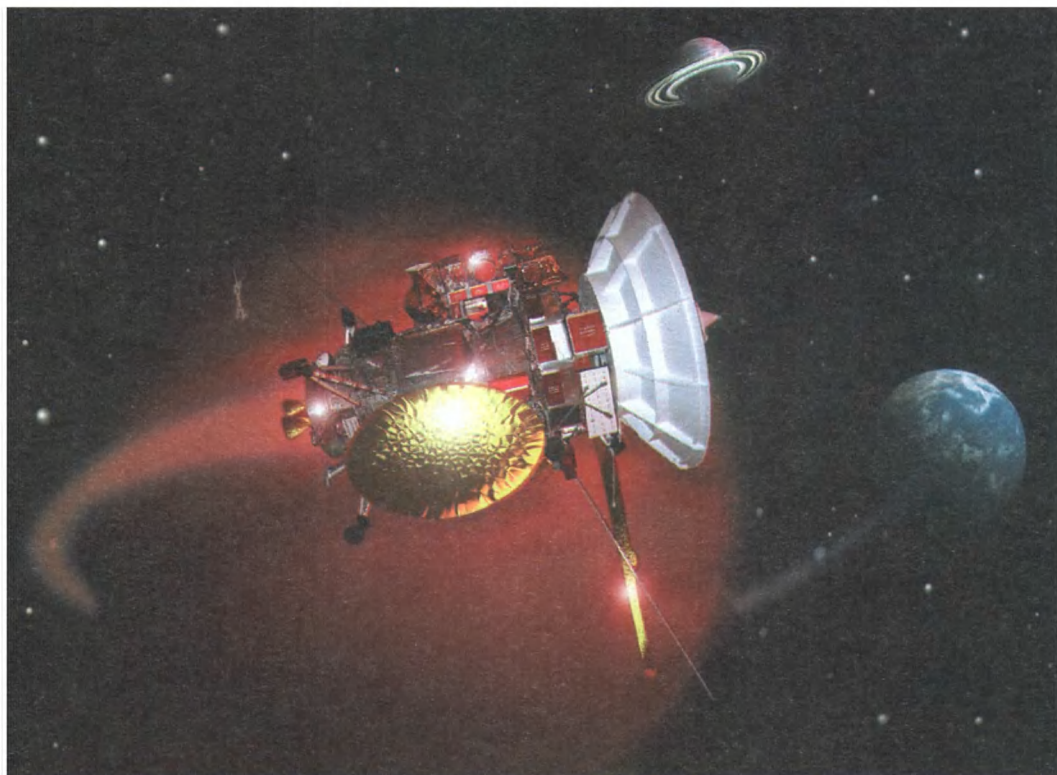
В результате четырех импульсов двигательной ус-

тановки 12 февраля 2001 г. с высоты 26 км "NEAR-Шумейкер" впервые в истории совершил посадку на южной границе астероида в области Химеры – 35° ю. ш. и 279° з. д. (Земля и Вселенная, 2001, № 4). Через час после посадки от аппарата стала поступать информация. Работоспособными оказались два прибора – спектрометр и магнитометр, которые передавали сведения о составе пород и магнитном поле астероида. 28 февраля 2001 г. состоялся заключительный сеанс связи.

7. "Кассини-Гюйгенс" ("Cassini-Huygens", NASA-ESA) запущена 15 октября 1997 г. АМС продолжает полет к Сатурну. Последний гравитационный маневр "Кассини" состоялся 30 декабря 2000 г. на расстоянии 9.7 млн. км от Юпитера, скорость возросла на 2 км/с. В январе 2001 г. станция выполнила программу изучения

состава и динамики атмосферы Юпитера, его спутников, кольца и магнитосферы. Причем наблюдения магнитосферы (плотность плазмы и ее взаимодействие с солнечным ветром) проводили две АМС – "Кассини" и "Галилей" – в различных областях. Впервые удалось получить глобальное изображение магнитосферы планеты.

8. "Галилей" ("Galileo", США) запущена 19 октября 1989 г. Третий раз продлена программа исследований системы Юпитера с его орбиты до августа 2003 г. С декабря 1995 г. до начала 2001 г. АМС совершила 28 витков вокруг планеты, последний оказался самым длительным – 222 сут, максимальная высота – 20.7 млн. км. Следующий виток будет продолжаться 203 сут с апоцентром 19.2 млн. км. 29 декабря 2000 г. в 0 ч 20 мин станция пролетела в 2326 км от Ганимеда со скоростью 10.5 км/с. Исследовалась



ночная сторона Ганимеда, определена скорость изменения температуры его поверхности после захода Солнца. В атмосфере Юпитера наблюдались Большое красное пятно и полярные сияния, в тысячи раз интенсивнее земных. 25 мая 2001 г. на 30-м витке аппарат прошел на расстоянии 123 км около Каллисто. Этот маневр позволит ему пролететь 6 августа и 16 октября 2001 г. над полярными областями Ио, а 17 января 2002 г. – над экватором этого спутника Юпитера. В ноябре 2002 г. намечается пролет в 500 км от Амальтеи с целью уточнения ее массы и плотности. Последний виток “Галилея” завершится в середине 2003 г. прямым

входом в атмосферу Юпитера.

9. **“Улисс” (“Ulysses”, ESA–NASA)** запущена 7 октября 1990 г. Продолжаются исследования Солнца и околосолнечного пространства. Все научные приборы работают нормально. 27 ноября 2000 г. состоялся повторный пролет АМС под южным полюсом Солнца, достигнута максимальная широта 80.1°. После завершения исследования южного полюса в период максимума 11-летнего цикла солнечной активности станция пролетела в октябре 2001 г. над северным полюсом. Наблюдались мощные вспышки, корональные выбросы, изменения в короне и гелиосфере.

Автоматическая станция “Кассини-Гюйгенс” на пути к Сатурну. Рисунок ESA.

10. **“Пионер-10” (“Pioneer-10”, США)** запущена 3 марта 1972 г. В апреле 2001 г. возобновлена связь с АМС, прекращенная в сентябре 2000 г. Станция передает информацию. Результаты измерений космических лучей свидетельствуют, что она все еще находится в гелиопаузе (пограничный слой между солнечным ветром и межзвездной средой). “Пионер-10” удалился от Земли на расстояние 11.37 млрд. км (время приема радиосигнала – 10 ч 34 мин), его гелиоцентрическая скорость

Снимок спутника Ио на фоне облаков Юпитера, сделанный АМС "Кассини" в январе 2001 г. Фото NASA.

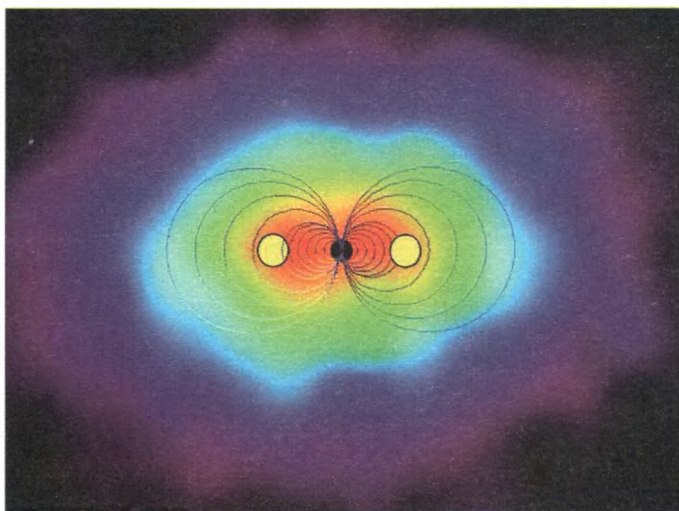
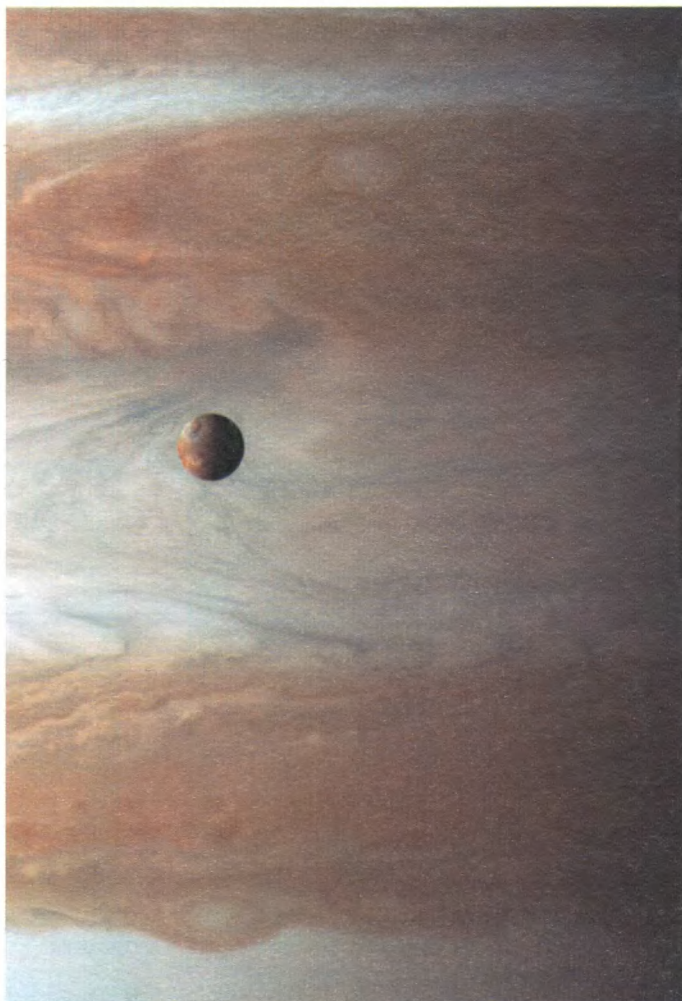
составила 12.24 км/с. "Пионер-11" (запущен 6 апреля 1973 г.) также преодолевает границы Солнечной системы, но с ним нет связи.

11. **"Вояджер-1 и -2"** ("Voyager-1/2", США) запущены 5 сентября и 20 августа 1977 г. Обе АМС продолжают передавать информацию, работают 5 из 13 научных приборов. К началу 2001 г. станции находились от Земли на расстоянии соответственно 11.89 и 9.48 млрд. км (радиосигнал шел 10 ч 42 мин и 8 ч 28 мин). Они покидают Солнечную систему с гелиоцентрическими скоростями 17.3 и 16.9 км/с под углами 35° к северу и 48° к югу от плоскости эклиптики.

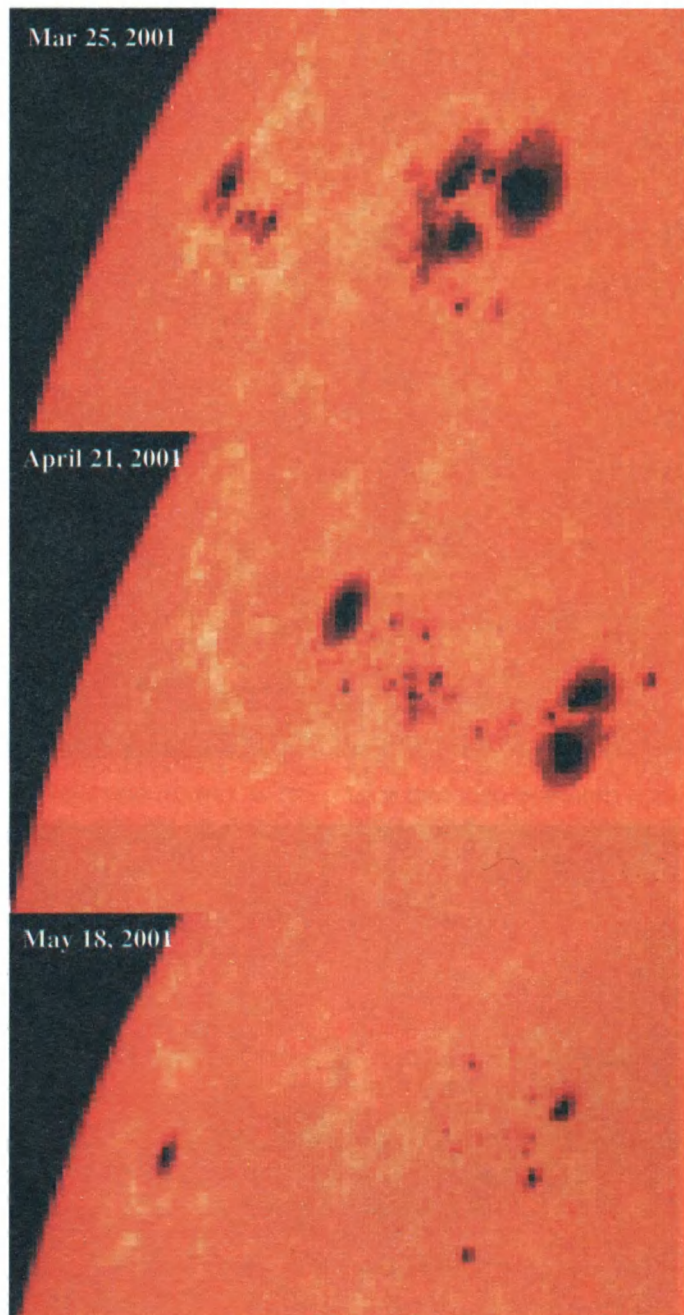
(По материалам NASA, JPL, ESA, Astrium, NASDA и журналов "Spaceflight", "Sky and Telescope", "Planetary Report", "Новости космонавтики" за 2000–2001 гг.)

С.А. ГЕРАСЮТИН

Одно из изображений магнитосферы Юпитера. Окутывающая планету туманность состоит из продуктов вулканической деятельности Ио. На изображение наложен рисунок магнитного поля Юпитера, черный диск – планета, два желтых круга – сечение плазменного тора Ио. Фотосъемка проведена АМС "Кассини" в январе 2001 г. Фото NASA.



Солнце в апреле–мае 2001 г.



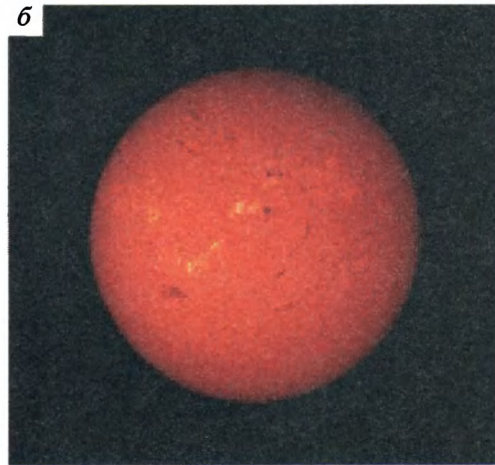
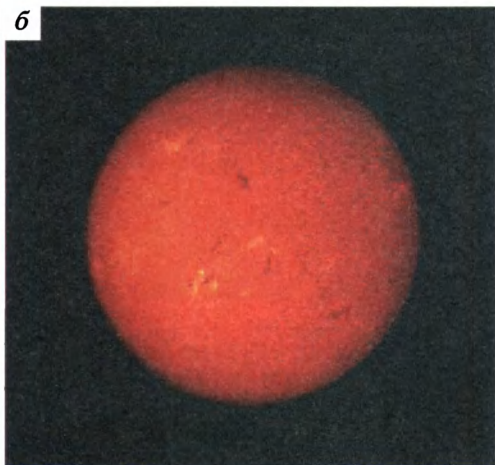
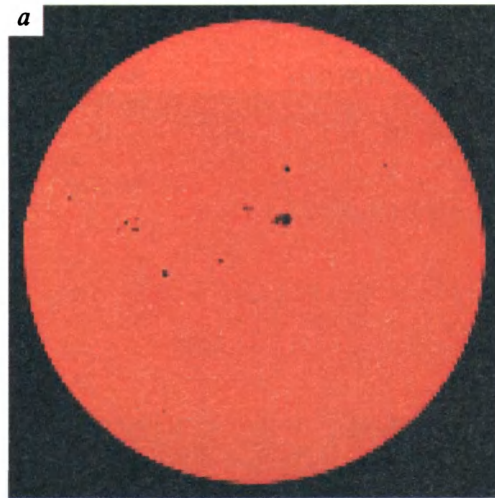
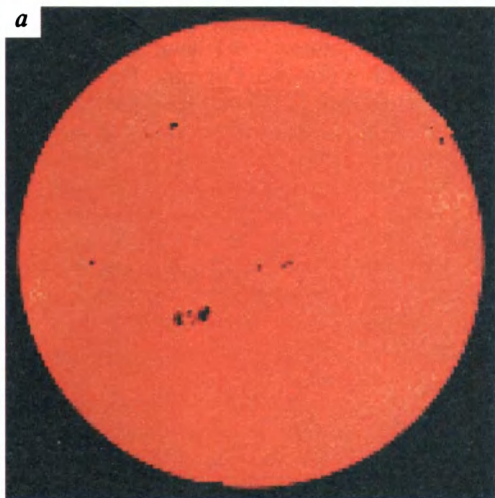
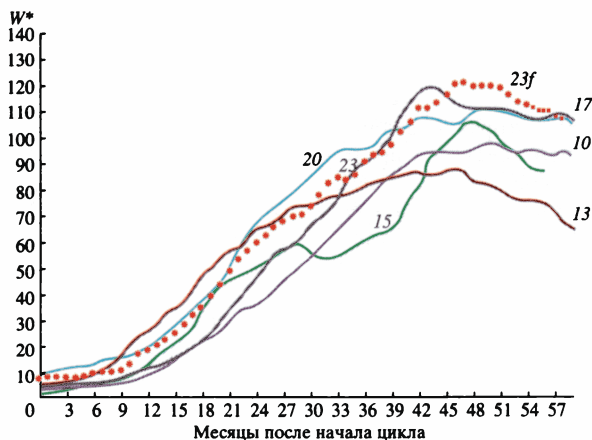
Спустя год после прохождения точки максимума текущего 23-го цикла пятнообразовательная активность в 2001 г. плавно понижалась. Значение относительного числа солнечных пятен $W_{\text{апр.}} = 108.2$ повысилось за счет прохождения по видимому диску Солнца трех больших и активных групп солнечных пятен. В мае значение относительного числа солнечных пятен снова стало понижаться ($W_{\text{мая}} = 97.3$). Мы приводим ход развития 23-го цикла солнечной активности в сглаженных за 13 месяцев относительных числах Вольфа в семье солнечных циклов, подобных текущему. Напомним, что максимум текущего цикла пройден в апреле 2000 г. ($W^* = 120.7$).

В апреле 2001 г. пятнообразовательная активность была на высоком уровне для циклов средней величины. Наибольшее значение ежедневного числа солнечных пятен отмечено 01.04 (186), а наименьшее – 17.04 (28). Начало апреля ознаменовалось серией мощных солнечных вспышек, описанных в предыдущем обзоре (Земля и Вселенная, 2001, № 4). Эти вспышки произошли в рекордной по площади группе пятен северного полушария Солнца, просуществовавшей на видимом диске Солнца три оборота, но такого уровня вспышечной активности в последующих оборотах уже не было. Вторая вспышечно-активная группа солнечных пятен, но уже в южном полушарии, появилась из-за восточного лимба Солнца 2 апреля в стадии полного развития и до 14.04 произвела 9 больших вспышек. Пять из них были рентгеновского балла X, а вспышка 14.04 –

Самая большая группа текущего цикла солнечной активности на протяжении трех оборотов Солнца.

Ход развития за 54 месяца текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

балл $X > 12.5$ (расчетный балл $X_{14.4}$) – вторая по величине в текущем цикле. И так, три последних дня марта и первые пятнадцать дней апреля ознаменовались самым мощным всплеском вспышечной активности Солнца в текущем цикле,



Вид Солнца 8 апреля 2001 г.: а) в белом свете; б) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра $H_{\alpha}(\lambda = 6563\text{Å})$.

Вид Солнца 24 мая 2001 г.: а) в белом свете; б) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра $H_{\alpha}(\lambda = 6563\text{Å})$.

Все снимки взяты в сети Интернет со страниц Службы Солнца (www/sec.noaa.gov).

в результате которого в околоземном космическом пространстве произошли 4 магнитные бури, в числе которых очень большая – вторая по величине в текущем цикле, и 5 протонных событий (приход к Земле больших потоков высокоэнергичных заряженных частиц).

В мае пятнообразовательная активность Солнца упала до среднего уровня. Наибольшее значение ежедневного относительного числа солнечных

пятен отмечено 23.05 (134), а наименьшее – 08.05 (55). Больших групп пятен на видимом диске Солнца не было. Отмечены 2 малые магнитные бури, причиной которых были выброс солнечного волокна и высокоскоростной поток от солнечной корональной дыры.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно узнать в Интернете по адресу:

<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>

Страница обновляется каждый понедельник.

За развитием текущего 23-го цикла солнечной активности можно следить по адресу:

<http://www.wdcb.ru/WDCB/cycle23.html>

Страница обновляется в начале каждого месяца.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Информация

Еще один снимок удаленной кометы

Комета Хейла–Боппа уходит все дальше от Солнца. Астрономы не забывают о ней,

время от времени получая ее изображения с помощью самых совершенных телескопов. Один из снимков был получен 18 июня 1999 г. на Европейской Южной Обсерватории на горе Ла Силья с помощью 3.5-м Телескопа Новых Технологий. Комета в это время была на расстоянии 1295 млн. км, или 8.66 а.е., от Солнца и от Земли. Астрономов поразил размер ее

комы – 1.1 млн. км, в 10 раз больше Сатурна. Ни одна комета не имела ранее комы такого размера на таком удалении от Солнца. У кометы Галлея, судя по снимкам, полученным на Ла Силья, кома на расстоянии 8.5 а.е. составила 500 тыс. км. Похоже, что пыль продолжает истекать с поверхности кометы Хейла–Боппа, увлекаемая испарением газов, таких как СО и СО₂.

Другая неожиданность – кома очень незначительно, только в 2–3 раза, уменьшилась по сравнению с той, что комета имела в начале 1997 г., когда проходила вблизи Земли. Можно не сомневаться, что большая величина комы связана с размером ядра кометы. Правда, точно измерить его так и не удалось. Наиболее вероятная оценка – 40–70 км, примерно в 10 раз больше обычного размера ядер комет.



Комета Хейла–Боппа. Снимок получен на Европейской Южной Обсерватории с помощью 3.5-м Телескопа Новых Технологий. Это композиция трех изображений в желто-зеленом (экспозиция 60 с), красном (30 с) и инфракрасном (30 с) участках спектра. Угловой размер комы – 3'.

Комета Хейла–Боппа все еще активна

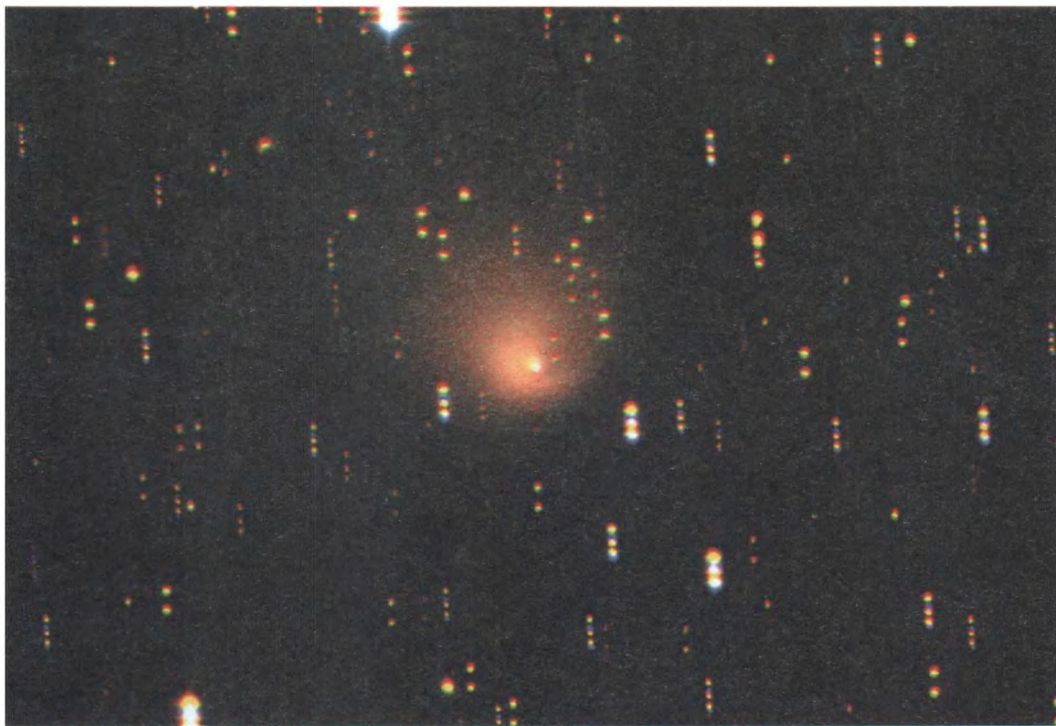
Комета Хейла–Боппа уже удалилась на расстояние в 13 а.е. (1950 млн. км) от Солнца и находится между орбитами Сатурна и Урана. Она удаляется со

скоростью около 11 км/с, или 1 млн. км/сут. Снимки кометы, полученные в начале марта 2001 г. на 2.2-м телескопе Европейской Южной Обсерватории (гора Ла Силья, Чили) с помощью широкоугольной камеры WFI (Земля и Вселенная, 1999, № 3), показали, что ее ядро, “грязный снежок” диаметром 50 км, продолжает оставаться активным, несмотря на очень низкую температуру. Комета относительно яркая, ее блеск – 14.5^m. В коме хорошо заметны искривленные струйные потоки из пыли и газа, истекающих из ядра. Есть и очень широкий хвост веерной

формы. Размер кометы – около 2 млн. км.

Эмиссия пыли и газа спустя четыре года после прохождения через перигелий – необычное явление для комет. Ранее на таком расстоянии от Солнца оно было зафиксировано у кометы Галлея в 1991 г., но тогда это был короткий всплеск активности, вызванный столкновением (Земля и Вселенная, 1991, № 6; 1992, № 5).

ESO Press Photos 07/a-b/01



Снимок кометы Хейла–Боппа, полученный с помощью 2.2-м телескопа Европейской Южной Обсерватории и широкоугольной камеры WFI 27 февраля–2 марта 2001 г. Гидирование велось по комете, поэтому изображения звезд вытянуты и разделены на три точки соответственно трем ночам наблюдений. Изменения цвета на следах звезд вызвано использованием разных оптических фильтров. Снимок – композиция из 14 отдельных изображений, сделанных в красном, желтом и синем цвете, при общей экспозиции 44 мин. Поле зрения 5.1' × 3.5'. Север – вверху, восток – слева.

Аномально яркая комета Хейла–Боппа в конце второго тысячелетия

К. И. ЧУРЮМОВ,
доктор физико-математических наук, профессор
Киевский национальный университет (Украина)

Ежегодно в среднем открывают 6–7 комет и переоткрывают 10–20 периодических комет в их очередных возвращениях к Солнцу. На астрономических обсерваториях мира профессионалы осуществляют мониторинг, т.е. непрерывные астрометрические и астрофизические наблюдения нескольких десятков (порой до 60) комет

блеском до 22^m. Но только у очень яркой кометы можно оценить всю ее красоту. Как правило, появления таких комет сопровождаются новыми открытиями в физике комет.

Именно такая комета была открыта в июле 1995 г. далеко за орбитой Юпитера (Земля и Вселенная, 1997, № 1). Несмотря на большое удаление

от Земли, она была довольно яркой, легко различимой с помощью небольшого любительского телескопа. Уже первые наблюдения показали, что весной 1997 г. при подлете к Солнцу комета станет аномально яркой. Поэтому ее стали активно наблюдать профессионалы и любители на всех континентах земного шара.



Комета Хейла–Боппа. 1 апреля 1997 г.
(две экспозиции: 26^m и 1^m).
Наблюдатель – К.И. Чурюмов.

КАК ОТКРЫЛИ ЭТУ НЕОБЫКНОВЕННУЮ КОМЕТУ?

Комета была открыта в ночь с 22 на 23 июля 1995 г. почти одновременно двумя любителями астрономии — ловцами комет Аленом Хейлом из Клаудкрофта (штат Нью-Мексико, США) и Томасом Боппом из Глейндэйла (штат Аризона). Я хорошо знаком с А. Хейлом, в 1991 г. во Флагстаффе в США долго беседовал с ним относительно оценок блеска слабых комет. Он часто наблюдает кометы слабее 13^m на своем 40-см рефлекторе, на протяжении многих лет ведет поиск комет с оценкой их блеска. И вот, наконец, долгожданное открытие собственной кометы. Имя второго открывателя, Т. Боппа, мне не было известно. Хотя хронология открытия все еще не совсем ясна, похоже, что Хейл увидел новую комету на 10–20 мин раньше Боппа, в 6 ч 10 или 15 мин 23 июля. Он информировал Центральное Бюро астрономических телеграмм Международного астрономического союза (ЦБАТ МАС) в Кембридже (штат Массачусетс, США) уже в 6 ч 50 мин. Сообщение от Боппа пришло на два часа позже, он послал его после того, как вернулся домой, преодолев на автомобиле 140 км от места, где наблюдал комету. Она была найдена вблизи шарового скопления М70 в созвездии Стрельца. Вот очевидная польза от регулярного просматривания объектов каталога Месье на ночном небе!

После получения сообщений директор ЦБАТ Брайен Марсден присвоил комете номер С/1995 О1. Здесь С означает комета, О — первая половина июля, 1 — первая комета, открытая в этом интервале времени. Позже комета получила название “комета Хейла–Боппа” по именам открывателей. Первые же наблюдения показали, что комета очень медленно передвигается по небу, следовательно, она значительно удалена от Солнца и Земли. Визуальная оценка блеска, данная Хейлом, — 10.5^m — была необычно малой для столь далекой кометы, ведь вскоре выяснилось, что до нее около 1 млрд. км. Следовало ожидать, что при приближении к Солнцу комета станет очень яркой.

КОМЕТА СТАЛА АНОМАЛЬНО
ЯРКОЙ В АПРЕЛЕ 1997 Г.

В первые три ночи после сообщения об открытии новой кометы было получено свыше 60 точных положений. Большая часть их сделана любителями астрономии, которые используют при наблюдениях ПЗС-камеры, а при вычислениях — совершенные компьютерные программы для расчета точных положений объектов. На основе этих положений Дэниель Грин (помощник Марсдена) вычислил и опубликовал первую приближенную параболическую орбиту кометы. Она должна пройти перигелий 1 апреля 1997 г. на расстоянии 140 млн. км и, как

минимум, стать в 250 раз ярче знаменитой кометы Галлея на таком же расстоянии от Солнца. В следующие несколько дней наблюдатели получили еще множество точных положений, что позволило уточнить орбиту. Марсден вычислил эфемериду кометы в прошлом — и сразу отличный результат! Астроном Роберт МакНот из обсерватории Сайдинг Спрингс (Австралия) нашел изображение кометы на пластинках, полученных на 1.22-см телескопе Шмидта в конце апреля 1993 г. В то время комета имела блеск около 18^m. Точные положения, найденные МакНотом, позволили значительно улучшить точность орбитальных элементов кометы Хейла–Боппа. Выяснилось, что в апреле 1993 г. расстояние кометы от Солнца составляло более 2 млрд. км, и для такого расстояния она уже тогда была аномально яркой.

Теперь стало возможным определить период обращения кометы вокруг Солнца — ≈4200 лет. Последний раз комета появлялась возле Земли и Солнца в XXII в. до н.э. Возможно, ее видели в Древнем Китае, где появления ярких комет начали отмечать гораздо ранее этого срока. В апреле 1996 г. комета Хейла–Боппа прошла на расстоянии 120 млн. км от Юпитера, который своим притяжением существенно изменил ее орбиту. В частности, намного уменьшился период обращения. Позже, после получения большого числа позицион-



ных наблюдений, выяснилось, что в очередной раз комета вернется к Солнцу через 2400 лет.

Интересная особенность орбиты кометы Хейла–Боппа – близость ее узлов к орбитам Юпитера и Земли. Поэтому не исключена возможность ее тесных сближений с этими планетами в будущем. Если бы в настоящем появлении она пришла в нисходящий узел на 4 мес раньше, когда вблизи него находилась Земля, расстояние между ядром кометы и Землей составило бы всего 15 млн. км. Жители Земли в Новый, 1997 год, увидели бы грандиозный и ослепительный космический фейерверк. Сама наша планета оказалась бы внутри внешней водородной комы кометы. Тогда,

несомненно, это была бы “комета Тысячелетия”.

В 1996 г. комета постепенно увеличивала блеск. В конце августа она стала 5^m , т.е. видимой невооруженным глазом. Автор наблюдал комету в Киеве 13–17 августа с помощью бинокля 7×35 ; за пять ночей ее блеск изменился с 5.4^m до 5.1^m . 18 августа 1996 г. я увидел ее, находясь на загородной станции Астрономической обсерватории Киевского университета в селе Лесники, невооруженным глазом. Голова кометы достигла почти $30'$, т.е. сравнялась с Луной. Хвост имел длину около 1.5° – 2° . С середины августа комета была видна невооруженным глазом на протяжении года. Максимальной яркости комета достигла в последних чис-

Комета Хейла–Боппа, 10 марта 1997 г. Снимок А. Ищенко.

лах марта – начале апреля 1997 г. – свыше 1.5^m .

ТАЙНА АНОМАЛЬНОЙ
ЯРКОСТИ КОМЕТЫ ХЕЙЛА–
БОППА

Одной из возможных причин столь большой яркости кометы Хейла–Боппа могли стать огромные размеры ее ядра, которое представляло собой загрязненный пылинками и обломками минерального вещества ледяной шар, или, более вероятно, неправильной формы скалу, размером 50–100 км. Это намного больше ядра кометы Галлея, эффективный диаметр которого ≈ 10 км.

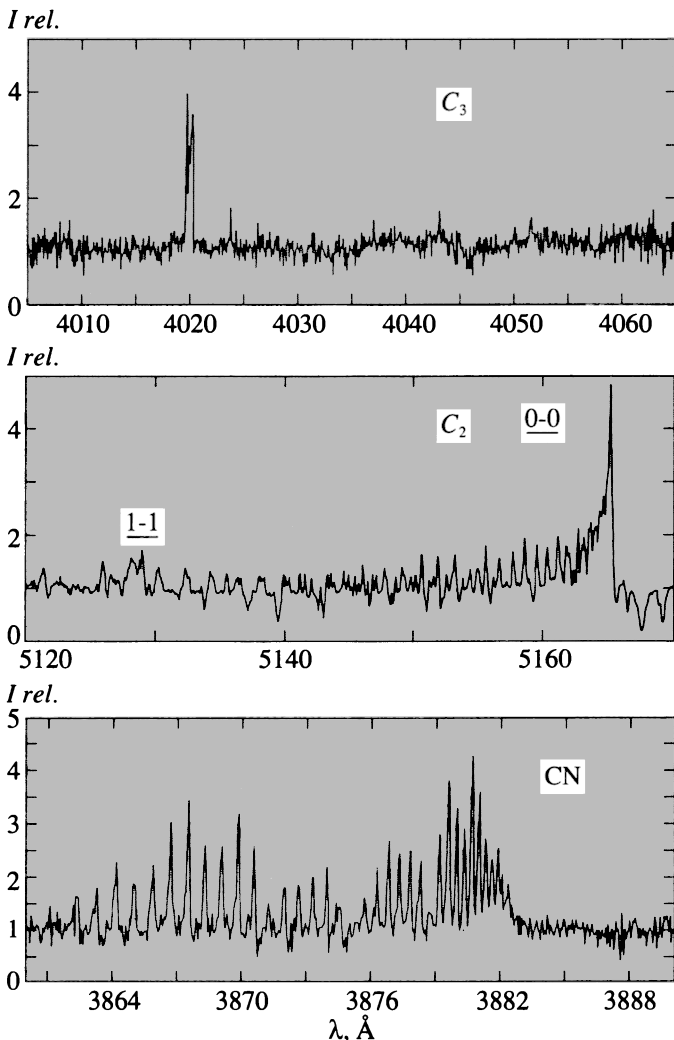
Другая причина яркости кометы Хейла–Боппа – испарение легкоплавкой составляющей с ее поверхности, возникающее под действием солнечного излучения. При этом захватывается пылевая составляющая, образующая пылевую кому вокруг ядра. Такая оболочка может иметь значительные размеры и, отражая солнечный свет, создавать наблюдаемый световой поток. Однако ледяная составляющая из замерзшей воды начинает активно испаряться (сублимировать) только на расстоянии менее 2 а. е. от Солнца. Вероятно, на поверхности кометы лежит толстый слой замерзшего углекислого газа CO_2 и угарного газа CO , удельная теплота сублимации которых намного меньше, чем у водяного льда. Наблюдения подтвердили такую возможность. В сентябре–ноябре 1995 г. с помощью телескопа Максвелла на Гавайях (Мауна Кеа) зарегистрировано излучение молекул CO на частоте 230 Мгц. Скорость выделения CO составляла около 1300 кг/с. Возможно, что некоторая доля CO появилась в результате фотодиссоциации молекул CO_2 , но небольшая, так как время фотодиссоциации CO_2 на расстоянии 6.6 млн. км от

Солнца не малое – около 3.2 года. Итак, можно считать, что на поверхности ядра кометы лежат огромные реликтовые ледники, в состав которых входит и CO лед.

Еще одна возможная причина аномальной яркости кометы Хейла–Боппа – внезапная вспышка блеска. Подобное отмечается у кометы Швассмана–Вахмана 1, движущейся почти по круговой орбите примерно на расстоянии Юпитера. Однако те-

перь уже вспышку пришлось бы признать аномально длительной. До августа 1996 г. наблюдения, казалось бы, опровергали такую возможность. Комета увеличивала яркость следуя типичному для комет закону – обратно пропорционально квадрату расстояния от Земли и, в среднем, обратно пропорционально кубу расстояния от Солнца. В сентябре 1996 г. темп усиления яркости несколько снизился, но через некоторое

Три области спектра с высокой разрешающей способностью кометы Хейла–Боппа (17 апреля 1997 г.). Выделено свечение молекул C_3 , C_2 и CN . По горизонтальной оси – длина волны, по вертикальной – относительная интенсивность.



время вновь стал возрастать, достигнув максимума за несколько дней до прохождения перигелия.

УГРОЖАЛА ЛИ КОМЕТА ХЕЙЛА–БОППА ЗЕМЛЕ?

Наименьшее расстояние от Земли до кометы составило 197 млн. км. На таком расстоянии гравитационное влияние кометы на Землю, как и электромагнитное, было практически нулевым. Тем не менее психологическое влияние кометы на некоторых людей оказалось очень сильным. Ведь множество людей увидели комету впервые, и не все могли выдержать ее длительное присутствие на ночном небе. Число самоубийств среди взрослых и детей с неустойчивой психикой в это время возросло. Особо трагичен случай с массовым самоубийством 39 членов одной религиозной секты в Калифорнии (США). Они решили, что комета пришла, чтобы забрать их на небо, и для этой цели за ней следует НЛО – космический аппарат, готовый подобрать предусмотрительно умерших сектантов. Ясно, что сама комета в этом не виновна. В атмосфере стрессовых ситуаций у многих людей с расшатанной нервной системой появление “зловещей” яркой кометы стало спусковым крючком, подтолкнувшим их к самоубийству.

В 1997 г. произошли различного рода катастрофы – гибель самолетов и кораблей, столкновения автомобилей и поездов, земле-

трясения, наводнения, извержения вулканов и цунами, которые унесли сотни тысяч жизней. В этом году, как и в предыдущие годы, умерло много людей, среди которых выдающиеся ученые, писатели, деятели искусства. Но количество печальных случаев никак не отличалось от среднестатистического по другим годам, когда на небе не было столь яркой кометы.

Автор этих строк в апреле 1997 г. приехал на неделю в САО РАН, чтобы провести спектральные наблюдения на 6-м БТА и 1-м Цейссовском телескопе. Однако за сутки до начала работ попал в аварию и сломал левую руку. Врачи категорически велели возвращаться в Киев и госпитализироваться, чтобы не потерять руку. Однако, учитывая малую вероятность снова получить наблюдательное время на больших телескопах от КТШТ (Комиссия по распределению наблюдательного времени на 6-м и других крупных телескопах), я решил пойти на риск и остаться, уговорив врачей наложить на сломанную руку временную гипсовую шину, без укладки сломанных костей на место. Наблюдения пришлось вести, преодолевая сильнейшую боль. Были получены прекрасные спектры кометы с высоким спектральным разрешением. По возвращении в Киев хирурги опять сломали мне руку, уложили кости на место и наложили постоянный гипс, который сняли только через пол-

тора месяца. Все это время боли продолжались, но все обошлось – руку не ампутировали. Если комета и имела к этому отношение, то только косвенное.

НОВЫЕ ОТКРЫТИЯ
В ФИЗИКЕ КОМЕТ

Несколько лет наблюдения кометы Хейла–Боппа велись практически без перерывов как профессионалами, так и любителями астрономии. Получены многочисленные фотографии и снимки на ПЗС-матрицах, с помощью наземных телескопов и Космического Телескопа им. Хаббла. Проведены спектральные, поляриметрические, телевизионные, фотоэлектрические и другие измерения. Уникальная серия спектральных наблюдений проведена на 6-м БТА и 1-м Цейссовском телескопе САО РАН в рамках программы АО Киевского университета. 7–12 июля 1996 г. – на 1-м телескопе с помощью эшелльного спектрометра с длинной щелью. Щель ориентировалась по позиционному углу продолженного радиуса-вектора (направление Солнце–комета) и перпендикулярно к нему. Получено 9 спектров кометы со спектральной разрешающей способностью 0.01 нм при экспозициях 60 мин (наблюдатели Ф. Мусаев, Г. Глазутдинов, Ф. Бикмаев, В.В. Клещенко). На БТА в три ясные ночи 10–12 июля 1996 г. с помощью планетного спектрографа с длинной щелью, ориентированной по позиционным углам про-



Плазменный, из отдельных струек (филаментов), и широкий пылевой хвосты кометы Хейла–Боппа в апреле 1997 г.

долженного радиуса-вектора, перпендикулярно к ним и в направлении движения кометы, получено 87 спектров при экспозициях в 3 мин (наблюдатели В.В. Власюк, А.Н. Буренков, С.В. Додонов и др.). Впервые в мире было проведено спектральное сканирование головы кометы. Для этого щель ориентировалась перпендикулярно направлению движения кометы, и околоядерная область, проходя через нее, записывалась в памяти компьютера. В результате построена детальная спектральная

карта околоядерной области. Этот наблюдательный материал дает возможность изучить спектральные характеристики и выяснить природу многочисленных загадочных джетов (выбросов), которые в это время наблюдались в комете с Земли и из космоса. Аномальная джетовая активность кометы Хейла–Боппа на больших расстояниях от Солнца необычна для комет. Это еще одна из ее загадок.

В.Г. Кручиненко и К.И. Чурюмов, основываясь на данных о газовыделении водяного пара, высчитали размер ядра кометы Хейла–Боппа. По их оценкам, диаметр ядра равен 70 км, если 90% его поверхности покрыто ледяной коркой, из которой в голову коме-

ты поступает 90 т/с водяного пара. Схожие цифры получил Хел Уивер с коллегами по результатам наблюдений на КТХ. Г. Метьюз с коллегами наблюдали комету Хейла–Боппа на Гавайях 30 марта 1997 г. с помощью болометра на длине волны 850 мкм и оценили диаметр ее ядра в 98 км. Подтвердилось предположение, что одной из причин аномальной яркости кометы Хейла–Боппа служит громадный размер ее ядра, в 10–12 раз больший, чем у кометы Галлея.

Уникальные радиоспектры кометы Хейла–Боппа получены Дидье Депуа с коллегами (Франция), анализ которых дал великолепный результат: открыто 8 молекул, которые

никогда ранее не наблюдались в кометах. Это молекулы SO , SO_2 , H_2CS , $HNCO$, NH_2CHO , $HCOOH$ и CH_3OCHO , спектральные линии которых хорошо различаются в сантиметровом диапазоне. Некоторые из них – сложные органические молекулы, они могут входить в состав кометных пылинок, играющих роль люминофоров в кометной атмосфере.

На многочисленных оригинальных цветных фотографиях, полученных автором на станции в Лесниках в марте–апреле 1997 г., когда комета находилась вблизи перигелия и была очень яркой, хорошо видны два хвоста: голубой плазменный и желтый пылевой. Плазменный состоит из множества струек волнообразной структуры, возникающей при взаимодействии кометной плазмы с солнечным ветром. Второй хвост, пылевой, – очень широкий, составлен из прямолинейных структур, возникших в ходе последовательных выбросов пылевых облаков из ледяного ядра кометы. Так как отдельные пылинки различаются по величине и массе, световое давление сообщает им разные ускорения. Более тяжелые двигаются медленнее, и это приводит к вытягиванию пылевого облака в синхрону – протяженную прямолинейную структуру, которая представляет собой своеобразный масс-спектр пылевого кометного вещества.

На снимке, полученном в Астрономической обсерватории Пик-дю-Миди (Франция) с помощью радиально-

го фильтра, пропорционально ослабляющего яркие внутренние части комы и хвоста, можно рассмотреть анатомию кометы еще лучше – ее своеобразный “скелет” – ядро, околоядерную область, тонкие структуры в коме и хвосте кометы.

В середине апреля 1997 г. преподнесен очередной сюрприз: Габриэль Кремонезе с коллегами из Европейской группы исследования кометы Хейла–Боппа открыли у нее еще один хвост, состоящий из нейтральных атомов натрия. Об этом красноречиво свидетельствовал оптический спектр с характерным дублетом в желтых лучах на длинах волн 5890 и 5896 Å. Исследователей поразила длина этого хвоста – 50 млн. км. Дело в том, что рассчитанное время жизни нейтральных атомов натрия на расстоянии 1 а. е. от Солнца составляет около 2 сут. За это время они все должны перейти в ионизованное или возбужденное состояние. Если атом натрия вылетел из ядра со скоростью 1 км/с, то он мог пролететь только 169 000 км, но никак не 50 млн. км. И это не первый случай обнаружения натрия в кометах. Впервые он был найден в спектре кометы С/1910 А1. Довольно протяженный натриевый хвост, около 7° в длину, был обнаружен у известной яркой кометы Мркоса С/1957 Р1 в 1957 г., затем у комет Икея–Секи С/1965f, Беннета С/1969 Y1, Веста С/1976 V1 и с борта КА “Джотто” во внутренней коме кометы Галлея 14 марта

1986 г. Распространенность натрия на значительных расстояниях от ядер комет не вяжется с малым сроком жизни натрия в поле солнечной радиации. В чем же дело?

Первоначально натрий входил в состав молекулярных комплексов или пылинок, содержащих какие-то родительские молекулы с натрием. Эти молекулы обладают намного большим временем жизни, чем одиночные атомы натрия, и способны распространяться на значительные кометоцентрические расстояния. Постепенно они разрушаются под действием фотодиссоциации либо другого механизма и выделяют атомы нейтрального натрия, формирующего особый хвост кометы. Но это не новый тип хвоста, а, согласно классификации Ф.А. Бредихина, хвост II типа – газопылевой, в котором, наряду с другими компонентами, присутствуют и нейтральный натрий, и пылинки, вмещающие родительские молекулы с натрием.

На станции в Лесниках, при рассматривании околоядерной области кометы в касегреновском фокусе 70-см телескопа при фокусном расстоянии 28.8 м, автор, один из первых в мире, с удивлением обнаружил несколько оболочек вокруг ядра со стороны Солнца. Это редчайший феномен у комет. Впервые аналогичные оболочки были замечены у известной кометы Донати в 1858 г., а затем у кометы Стефана–Коджиа в 1876 г. Природа этих оболочек с тех пор оставалась неизвестной.



Заход кометы Хейла–Боппа 29 апреля 1997 г. Астрономическая обсерватория Киевского университета. Наблюдатель – К.И. Чурюмов.

Поэтому астрономы Киевского университета провели двухмесячный фотографический мониторинг оболочек и исследовали скорости и ускорения их расширения, а также определили параметры вращения ядра вокруг оси. После анализа стало понятно, что оболочки образовались вследствие работы мощного кометного гейзера (или настоящего вулкана), предположительно расположенного в южном полушарии кометы. Он постоянно выбрасывал в пространство огромное количество газа и пыли. По-

ток газа и пыли, исторгнутый из вращающегося ядра, закручивался в спираль, которая в проекции на небесную сферу получала вид вложенных одна в другую сферических оболочек. Все это хорошо различимо на многочисленных снимках околоядерной области кометы, полученных А. Евтушевским, Ф. Кравцовым и К. Чурюмовым с помощью телескопа АЗТ-8.

Исследование спиральных структур, полученных в различных обсерваториях мира, позволило установить удивительный факт – изменение направления вращения ядра вокруг оси. В феврале 1997 г. ядро вращалось по часовой стрелке, а в начале марта за 1–2 дня направление вращения изменилось на противоположное, ядро стало вращаться против часовой

стрелки. Как могло такое произойти? Разгадка кроется в джетовой активности. Джеты – прямолинейные и искривленные струи кометного вещества – появились в комете Хейла–Боппа еще в конце 1995 г. Необыкновенная джетовая активность кометы Хейла–Боппа, тем более на значительных расстояниях от Солнца, – уникальная и загадочная ее особенность. В 1996 г. джеты торчали из ядра во все стороны, комета тогда напоминала дикобраза. В 1997 г. джетовая структура перешла в спиральную. Джеты – источник реактивных сил, действующих на ядро. Изменение направления реактивных сил и вызвало перемещение оси вращения ядра. Оно вращается достаточно быстро, с периодом 11.41 ч, в то время

как период вращения кометы Галлея равен 53 ч.

На IV съезде Астрономического общества в Москве в ноябре 1997 г. ряд докладов касался результатов наблюдений кометы Хейла–Боппа. Приведем некоторые, наиболее интересные данные.

Киевские астрономы рассказали о спектрах кометы, полученных на БТА. Были продемонстрированы трехмерные распределения энергии для одного из спектров (от 10 июля 1996 г.). В красной области обнаружена эмиссия неизвестного компонента на волне 629 нм, которого нет ни в одном из спектральных каталогов. В синем участке спектра выявлен кометный континуум, связанный, по-видимому, со свечением кометных пылинкок-люминофоров, трансформирующих коротковолновое солнечное излучение в длинноволновое. Континуум виден и в спектре, полученном 17 апреля 1997 г. При детальном изучении снимков мониторинга облобочек (около 300 снимков), кроме уже упомянутого периода вращения 11.41 ч, обнаружен также более длинный период около 10 сут, по-видимому, вызванный прецессией ледяного ядра кометы.

Большой интерес вызвало рентгеновское излучение кометы Хейла–Боппа, впервые отмеченное за год до этого у кометы Хиякутаке, прошедшей всего 15 млн. км от Земли (Земля и Вселенная, 1999, № 1). С.И. Ибодов из Душанбе предполагал существование рентгеновского из-

лучения от комет задолго до того, как его обнаружили в кометах.

Ю.Н. Гнедин и Т.М. Нацвлишвили (ГАО РАН, Пулково) отметили необычную активность кометы. (О физических структурах здесь уже говорилось.) Они особо подчеркнули, что в ней представлены практически все молекулы, которые обнаружены до сих пор в составе больших молекулярных облаков Галактики. Молекулярная “производительность”, т.е. количество молекул, испаряющихся с поверхности кометы за единицу времени, оказалась необыкновенно высокой. Даже на больших расстояниях от Солнца (≈ 7 а.е.) производительность основных кометных молекул (H_2O , OH , CH_4 , CO_2 , NH_3 , CN , C_2) в голове кометы Хейла–Боппа была значительно выше, чем у любой другой за последние 20 лет, в течение которых проводились интенсивные наблюдения такого рода.

Был подробно исследован изотопный состав. Впервые обнаружен тяжелый водород в цианистых соединениях. В целом изотопный состав вещества кометы оказался близок к изотопному составу тел Солнечной системы, хотя имеются и расхождения (Земля и Вселенная, 2000, № 4).

Поляриметрические измерения показали степень поляризации, превышающую 20%, и очень быстрые, на интервалах в несколько минут, изменения поляризованного из-

лучения. По-видимому, впервые была надежно зарегистрирована круговая поляризация излучения кометы.

Наблюдались покрытия кометой ярких звезд, а также трех компактных радиоисточников, имеющих мазерные линии OH на частотах 1667 и 1665 МГц. Отмечено заметное поглощение света звезд.

Обнаружены квазипериодические колебания поверхностной яркости кометы в марте–апреле 1997 г. с периодом около 10.5 мин и амплитудой 0.02^m . Предложено несколько вариантов объяснения этого явления.

Много отличных цветных и черно-белых фотографий кометы было получено любителями астрономии и профессионалами в России, на Украине и в других странах СНГ. Во всем мире сделаны десятки тысяч снимков. Они имеют как научное, так и художественное значение. Было бы неплохо собрать самые эффектные снимки, полученные в СНГ, и издать красочный “Атлас кометы Хейла–Боппа”. Это был бы красивый Атлас – чудесная память для миллионов людей, которые с большим волнением ежедневно следили за этой уникальной кометой XX столетия накануне III тысячелетия. Атлас был бы весьма полезным и для ученых, изучающих крупномасштабные явления в кометах. Их было предостаточно в комете Хейла–Боппа – это и джеты, и волноподобные структуры, и синхроны и разные пекулярные структуры как

в плазменном, так и в пылевом ее хвостах. Дело за “малым” – нет средств. Может, найдется спонсор, согласившийся бы оплатить расходы по изданию Атласа?

После того как комета Хейла–Боппа обогнула Солнце и немного удалилась от него, ее снова начали наблюдать. 9 июля 1997 г. Серджент в Австралии увидел ее в бинокляр с диаметром объектива 15 см и оценил блеск в 2.9^m. Угловое расстоя-

ние от Солнца в это время равнялось 30°. В августе комету наблюдали и в северном полушарии очень низко на утреннем небе. Блеск кометы уменьшился до 4^m, но ее еще можно было увидеть невооруженным глазом. В конце 1998 г. комета была видна только в южном полушарии. В начале 2000 г. она находилась на расстоянии 1919 млн. км от Солнца и 1888 млн. км от Земли. В конце 2001 г. комета Хей-

ла–Боппа будет находиться на расстоянии 15 а. е. как от Земли, так и от Солнца. Блеск ее в это время будет 15.6^m.

Значительная часть материала наблюдений еще находится в стадии обработки. Одно несомненно – комета Хейла–Боппа, так же как и яркая комета 1996 г. Хиякутаке, существенно обогатила наши знания о природе кометного вещества и о его месте в космической Солнечной системе.

Информация

Что же обнаружено в “марсианском” метеорите

Все помнят сенсацию 1996 г.: “В прилетевшем с Марса метеорите ALH 84001 обнаружены микроскопические следы жизни, когда-то существовавшей на Красной планете!” Об этом якобы свидетельствуют не только химические, минералогические и изотопные характеристики “пришельца”, но и микроскопические зерна, которые, возможно, оставили на его поверхности какие-то бактерии.

Почти все эти аргументы при тщательных исследованиях ока-

зались несостоятельными. Почти, но не все. Дело в том, что в состав “марсианского” метеорита входят мельчайшие частицы окисла железа – магнетита. Их размер не превышает десятков нанометров. Но такие же частицы, придающие материалу магнитные свойства, образуют и некоторые известные у нас на Земле бактерии.

В феврале 2001 г. научный сотрудник Исследовательского центра им. Эймса NASA в Моффет-Филде (штат Калифорния) Имре Фридман с коллегами опубликовал в “Трудах Национальной академии наук США” результаты исследования образцов того же метеорита, выполненные им с помощью совершенного сканирующего электронного микроскопа. Обнаружилось, что некоторые скопления магнетитовых частиц там не разбросаны беспорядочно, а выстраиваются в цепочки, напоми-

мая нанизанные на стержень жемчужины. Почти так выглядят и следы бактерий, порождающих магнетиты в месторождениях железной руды на Земле. Нечто подобное удалось недавно получить и в лабораторных условиях.

Однако сенсация 1996 г. пока не отменяется. По мнению одних ученых, в земных условиях подобные цепочки не сохраняются в течение миллиардов лет после гибели породивших их бактерий, а жизнь на Марсе, скорее всего, прекратилась именно в столь отдаленные времена. Другие же подчеркивают, что существуют и определенные неорганические процессы, приводящие к появлению цепочек, вполне сходных с теми, которые наблюдаются в марсианском метеорите ALH 84001. Как видим, дискуссия все еще продолжается.

Science, 2001, 291, 1875

Владимир Вячеславович Радзиевский

(к 90-летию со дня рождения)

Научные интересы **Владимира Вячеславовича Радзиевского** – заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора физико-математических наук профессора – простираются на многие разделы астрономии, однако имя его вошло в историю отечественной и мировой астрономии второй половины XX в. в первую очередь как одного из основателей фотогравитационной небесной механики. Неоценимым является и его вклад в астрономическое образование в России и бывшем СССР.

Родился Владимир Вячеславович 30 июня 1911 г. в г. Санкт-Петербурге. Закончил школу в 1929 г. Работал слесарем и, по окончании вечерних электротехнических курсов, – электромонтером. В 1931 г. поступил в Ленинградский горный институт на электромеханический факультет. В 1934 г. перевелся на физико-математический факультет Ивановского пединститута, который закончил с отличием в 1936 г. Работал директором средней школы в Алтайском крае. В 1938–40 гг. учился в аспирантуре Московского астрономического института при МГУ и по совместительству работал старшим преподавателем астрономии в Ярославском пединституте. В 1942 г. был мобилизован в армию и направлен на учебу в Ленинградское военно-инженерное училище (во время войны оно располагалось в Костроме). Закончив электромеханическое отделение, преподавал в училище курс радиотехники. Потом в Главном управлении инженерных войск



исполнял обязанности разъездного военпреда по приемке на заводах электромеханического вооружения.

После войны вернулся в Ярославль. Работал старшим преподавателем, затем доцентом, заведующим кафедрой теоретической физики и астрономии Ярославского пединститута. Преподавал астрономию, теоретическую механику, теорию функций комплексного переменного. В 1948 г. защитил кандидатскую диссертацию по вопросам звезд-

ной статистики, а в 1955 г. – докторскую диссертацию на тему “Проблемы фотогравитационной небесной механики”.

С 1957 г. по 1959 г. заведовал кафедрой физики Горьковского государственного пединститута (ГГПИ). В 1958 г. Радзиевскому присвоено звание профессора.

В 1959 г. он возвращается в Ярославль на должность проректора по научно-исследовательской работе (НИР) пединститута. “На этой работе он зарекомендовал себя хорошим организатором, но освободился от нее по собственному желанию в связи со стремлением посвятить себя научным исследованиям, а также по состоянию здоровья” (из характеристики Ярославского пединститута от 25.02.1965 г.). Заведовал кафедрой астрономии Ярославского пединститута (1959–65 гг.).

В мае 1965 г. В.В. Радзиевский приказом Минпроса назначен проректором по научной работе ГГПИ. Он добился создания в институте кафедры астрономии и открытия физико-астрономического отделения. Заведующим кафедрой астрономии проработал до 1983 г., после чего оставался профессором той же кафедры до 1995 г.

Активная научно-общественная деятельность В.В. Радзиевского не ограничивалась стенами ГГПИ. Он был членом Центральной ревизионной комиссии (1955–65 гг.), вице-президентом (1965–85 гг.) и председателем учебно-методической секции ВАГО. В течение 10 лет Владимир Вячеславович – заместитель председателя Совета по астрономии и член Президиума Научно-методического совета по физике Управления учебных заведений Минпроса СССР. Являлся членом специализированных советов по защите диссертаций. В течение многих лет входил в редколлегию журнала “Земля и Вселенная” и “Астрономического ежегодника”.

В 1971 г. Радзиевскому присвоено звание “Заслуженный деятель науки РСФСР”. В 1975 г. он избран почетным членом ВАГО. Имеет шесть правительственных наград.

За время своей научной деятельности, которая, кстати, не прекращается до сих пор, В.В. Радзиевский опубликовал

около 230 трудов научного, методического и критико-библиографического характера. Направления его научной деятельности всегда определяли тематику НИР кафедры астрономии. Сам Владимир Вячеславович свои научные труды подразделяет на три типа: закладывающие основы новых разделов науки; вносящие новизну в отдельные разделы науки; имеющие локальное научное значение. К первому типу относятся работы, ставшие фундаментом фотогравитационной небесной механики и космогонической кометной статистики. В докторской диссертации на тему “Небесная механика излучающих тел” (1955 г.) Радзиевский, рассматривая основные уравнения классической механики с учетом редуцированной массы тела, обнаружил ряд новых эффектов. В частности, в задаче двух тел движение оказалось возможным по всем семи коническим сечениям, в силу неконсервативности фотогравитационного поля оказался возможным захват в задаче двух тел. Выяснилось, что закон фотогравитационного взаимодействия не подчиняется третьей аксиоме Ньютона (возможно ускоренное движение изолированной системы двух тел). В ограниченной задаче трех тел найдено семь точек либрации (вместо пяти). Выяснилось, что наиболее мощным механизмом изменения орбиты в задаче двух тел является изменение редуцированной массы излучающего тела за счет изменения размеров, мидалева сечения или альbedo малого тела. В.В. Радзиевский предложил использовать солнечный парус для изменения орбиты космического аппарата.

В многочисленной серии статей были рассмотрены причины возникновения нецентральнойности фотогравитационной силы и вытекающие отсюда эффекты:

- планетоцентрический эффект лучевого торможения за счет поглощения солнечной радиации. Этот эффект, вошедший в мировую научную литературу под названием эффекта Радзиевского, оказался планетоцентрическим аналогом эффекта Пойнтинга–Робертсона;

- эффект раскручивания метеорных тел за счет неоднородности альbedo поверхности;

– эффект анизотропии переизлучения, на два порядка превосходящий эффект Пойнтинга–Робертсона, стал известен как эффект Янковского–Радзиевского;

– парашютные эффекты при движении в фотогравитационном поле массивного тела, связанного с дисперсной материей, как возможный механизм образования двойных звезд путем захвата.

За один из трудов, посвященных проблеме использования солнечного паруса, Центр подготовки космонавтов наградил В.В. Радзиевского дипломом им. Ю.А. Гагарина и медалью С.П. Королева.

Среди значительных результатов, полученных В.В. Радзиевским в области небесной механики, можно также отметить:

1. Общее решение неограниченной задачи трех тел при ньютоно-гуковском взаимодействии.

2. Новые решения задачи двух тел переменной массы.

3. Получение интеграла биполярных элементов в задаче двух тел.

4. Получение второго интеграла в полуограниченной задаче трех тел.

5. Исследование эмпирических закономерностей в движении Луны.

6. Получение интеграла Якоби при любом степенном законе центральной силы в ограниченной задаче трех тел и применение результатов к системе Галактика–Солнце–комета.

Выполненное В.В. Радзиевским исследование взаимодействия звезд с межзвездной средой привело к появлению серии работ по звездной астроно-

мии. Около десятка публикаций посвящены исследованию эффекта анизотропии блеска звезд, обусловленного образованием пылевого облака в апексе летящей звезды. Можно отметить и статьи по исследованию эффекта Барра, работы о новых теоремах звездной статистики, открытие звездного вихря в районе апекса Солнца. Многие труды В.В. Радзиевского связаны с проблемой космогонии. В частности, несколько совместных с А.В. Артемьевым работ по происхождению осевого вращения Земли.

В конце 60-х гг. Радзиевский увлекся вопросами кометной космогонии, опубликовал более 100 статей по этой проблеме. Им открыто несколько закономерностей кометной динамики и новых эффектов. Интерпретация полученных закономерностей привела к выводу о существовании в Солнечной системе двух неизвестных и достаточно массивных трансеплутоновых планет. Гипотезу о наличии таких планет сейчас поддерживает ряд отечественных и зарубежных ученых.

За успехи в изучении небесной механики, космогонии и происхождения комет Всемирный центр по малым планетам астероиду № 3923 (1976 SN3) дал имя “Radzievski”.

Коллеги, ученики и друзья Владимира Вячеславовича сердечно поздравляют его с замечательным юбилеем и желают ему доброго здоровья и многих лет плодотворной деятельности на благо науки и астрономического просвещения.

С.М. ПОНОМАРЕВ

Нижегородский педагогический университет

Памяти Бориса Викторовича Раушенбаха

Российская наука понесла тяжелую утрату. 27 марта 2001 г. ушел из жизни выдающийся ученый, один из пионеров освоения космоса, академик, профессор Московского физико-технического института, действительный член Международной академии астронавтики, лауреат Ленинской премии и премии Демидовых, Герой Социалистического Труда Борис Викторович Раушенбах.

Б.В. Раушенбах родился 18 января 1915 г. в Петрограде. После окончания школы до поступления в 1932 г. в Ленинградский институт инженеров гражданского воздушного флота работал на заводе. В школьные и студенческие годы увлекался авиацией. Изучая устойчивость полета планеров, занялся их конструированием. На 9–11-х Всесоюзных планерных состязаниях в Крыму (1933–35 гг.) продемонстрировал созданные при его участии экспериментальные бесхвостые планеры. Там же познакомился с С.П. Королёвым, встреча с которым предопределила его дальнейший жизненный путь. После студенческой практики в ЦАГИ и окончания института в 1937 г. устроился работать в Реактивный научно-исследовательский институт (НИИ-3) Наркомата боеприпасов, к С.П. Королёву. С тех пор вся научная и практическая деятельность Б.В. Раушенбаха была в основном связана с ракетной техникой и космонавтикой. Б.В. Раушенбах исследовал проблему устойчивости полета и работал над со-



зданием автомата стабилизации крылатой ракеты 212 конструкции С.П. Королёва. После ареста С.П. Королёва в 1938 г. Борис Викторович, ведущий инженер НИИ-3, не только стал заниматься баллистикой полета реактивных снарядов для боевых машин реактивной ар-

тиллерии БМ-8 и БМ-13, но и порой как сварщик участвовал в сборке направляющих для их запуска. Грозное оружие, знаменитая “Катюша”, впервые опробовано в 1939 г. на Халхин-Голе, а затем применялось в годы Великой Отечественной войны.

В начале войны Бориса Викторовича, немца по национальности, арестовали. Трудные военные годы он провел в лагере под Нижним Тагилом, где по просьбе руководства НИИ-3 вел научную работу, выполняя заказ Наркомата авиационной промышленности. В 1946 г. лагерь был заменен ссылкой. Борис Викторович, оставаясь в Нижнем Тагиле, делал теоретические расчеты для своего института. В том же году его переводят в НИИ-1, которым руководил М.В. Келдыш (Земля и Вселенная, 2001, № 2). В 1948 г. М.В.Келдыш добился освобождения Б.В. Раушенбаха из ссылки и восстановления на работе в Москве.

В 1949 г. Борис Викторович успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук, в 1958 г. стал доктором технических наук, в 1959 г. – профессором.

До 1954 г. Б.В. Раушенбах с сотрудниками НИИ-1 занимался исследованием устойчивости газового течения при наличии тепловода – актуальной проблемы, связанной с возникновением опасных режимов вибрационного горения в реактивных двигателях. Результаты изысканий обобщены в монографии “Вибрационное горение” (М., 1961).

В 1954 г. Бориса Викторовича назначают начальником отдела НИИ-1 и научным руководителем по динамике полета и управлению межконтинентальных ракет “Буран” и “Буря”. С этого времени он посвящает себя новой тогда теории управления космическими аппаратами. Хотя самих космических аппаратов еще не было и тема не соответствовала научному направлению НИИ-1, М.В. Келдыш поддержал исследования, т.к. уже готовилось постановление Правительства о развертывании в ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия” им. С.П. Королёва) космической научной и производственной базы. В 1959 г. отделом Б.В. Раушенбаха создана первая в мире бортовая систе-

ма ориентации космических аппаратов для АМС “Луна-3”, позволившая сделать фотографию обратной стороны Луны. В конце 1950-х гг. объем работ настолько увеличился, что проводить их на базе НИИ-1 стало невозможно. Поэтому, по согласованию с М.В. Келдышем, коллектив Б.В. Раушенбаха в 1960 г. переходит в ОКБ-1. С этого времени под руководством Б.В. Раушенбаха разработаны системы ориентации ИСЗ, АМС, беспилотных и пилотируемых КК, орбитальных станций, решивших приоритетные задачи. Борис Викторович работал в ОКБ-1 до 1978 г., и большинство достижений нашей космонавтики за эти годы получены при его участии. С 1956 г. он публикует основополагающие научные исследования по управлению движением космических аппаратов в космосе. Основные результаты вошли в монографию “Управление ориентацией космических аппаратов” (М., 1974).

Проектно-конструкторскую работу Б.В. Раушенбах совмещает с педагогической, к которой привлечен М.В. Келдышем еще на этапе становления Московского физико-технического института (МФТИ). Борис Викторович организовал в 1954 г. кафедру “Управление движением летательных аппаратов” на факультете “Аэрокосмические исследования”, читал курсы по теории устойчивости и управлению специальными объектами. В 1978 г. перешел в МФТИ заведующим кафедрой теоретической механики и более 20 лет руководил ею. С 1960 г. возглавлял выпускающую кафедру при ОКБ-1. Не прерывая связь с космической тематикой, продолжал научную работу и подготовку кадров для этой отрасли, читал лекции в Международной академии астронавтики.

Кроме научно-педагогической деятельности Б.В. Раушенбах вел исследовательскую и литературную работу. Разрабатывая системы ручного управления полетом КК “Союз” и ОС “Салют”, столкнулся с проблемой отображения пространственной картины на плоском экране пульта управления. Не обнаружив точного решения этой задачи, он пришел к выводу, что и в изобразительном искусстве нет “правильного” пред-

ставления пространства на плоском холсте. Разработанная Борисом Викторовичем теория перспективы позволила обосновать как параллельную, так и обратную перспективу и развеяла миф об эпохе Возрождения как периоде наивысших достижений метода перспективы в изображении пространства. В 1975 г. им написана книга по теории перспективы «Пространственные построения в древнерусской живописи». В книге «Пространственные построения в живописи» (М., 1980) он привел примеры подтверждения своей теории перспективы не только в древнерусской, но и в мировой живописи. В книге «Системы перспективы в изобразительном искусстве. Общая теория перспективы» (1986 г.) приведен строгий математический анализ и окончательно обоснована невозможность адекватного отображения геометрических характеристик пространства на плоскости картины без «искажений» и «условностей». Борис Викторович изучал участие мозга в зрительном восприятии картин и проблему создания нужных зрительных пространственных иллюзий. Блестящие результаты этих исследований изложены в монографии «Геометрия картины и зрительное восприятие» (1994 г.).

В 1994 г. Б.В. Раушенбах опубликовал биографию немецкого ученого Германа Оберта (Земля и Вселенная, 1995, № 5). Среди пионеров космонавтики Г. Оберт, учитель Вернера фон Брауна, занимает особое положение, т.к. прошел все этапы развития ракетной техники: теоретические исследования, первые эксперименты, создание баллистических ракет, запуск первых спутников и космических кораблей, полет человека на Луну. Автор также касается важных вопросов бытия, соотношения духа и материи, смысла жизни и оптимальной организации человеческого общества. Это произошло потому, что Б.В. Раушенбах не прерывал своей работы в области искусства и религии, побуждаемый интересом к обратной перспективе на иконах.

Исследуя картины средневековья, особенно иконы, с точки зрения перспективы, Борис Викторович не мог не обратить внимание на их философско-мировоззренческое содержание и стал

изучать богословие. Поражаясь глубинному религиозному и эстетическому смыслу иконы Андрея Рублева «Троица», он задумался над непонятным богословским догматом триединства и нашел ему математическое объяснение, логически непротиворечивое. Это вектор с его тремя ортогональными составляющими. Оказалось, с математической точки зрения совершенно разумна формулировка догмата о Троице: «Лица Троицы составляют единое Божество, в котором каждое Лицо в свою очередь является Богом». Борис Викторович подчеркнул величие отцов церкви, интуитивно безупречно сформулировавших логику триединства и считавших любые отклонения от нее ересью. Будучи человеком исключительной честности и смелости, Б.В. Раушенбах признавал осмысленность мироздания и считал это вежливой формой религиозности. Он глубоко переживал рост рационализма и падение нравственности в современном мире, всегда считал, что только из нравственных поступков нужно выбирать рациональное.

Борис Викторович, прекрасный пропагандист достижений отечественной науки и крупный общественный деятель, возглавлял оргкомитет научных чтений по космонавтике и комиссию РАН по изучению научного наследия С.П. Королёва и других пионеров освоения космоса, готовил к печати очерки по истории развития космонавтики. Б.В. Раушенбах был председателем научного совета РАН по комплексной проблеме «История мировой культуры», российско-германского общества помощи немцам Поволжья и сопредседателем российско-американского фонда «Культурная инициатива», работал в Комитете советских ученых в защиту мира, против ядерной угрозы и Лиге защиты культуры.

Во всех областях науки, техники и искусства, которыми Борис Викторович занимался, он достиг блестящих успехов потому, что не терпел дилетантизма, вникал в проблему «мыслью и сердцем». Его научная, педагогическая и воспитательная деятельность по праву получила высокую оценку и признание.

В 1966 г. Б.В. Раушенбах избран членом-корреспондентом АН СССР по спе-

циальности “Автоматическое управление”, а в 1986 г. — действительным членом АН СССР по специальности “Процессы управления”. За выполнение важнейших государственных заданий был удостоен Ленинской премии (1960 г.), награжден орденами Ленина (1961 г.) и “Знак почета” (1975 г.) В 1986 г. ему присуждена премия имени академика Б.Н. Петрова, а в 1994 г. — премия имени промышленников Демидовых.

За выдающийся вклад в развитие советской космонавтики и подготовку высококвалифицированных специалистов в 1990 г. Б.В. Раушенбаху присвоено звание “Герой Социалистического Труда”. Его именем названа одна из малых планет.

Ушел из жизни Борис Викторович Раушенбах, но с нами остается его образ. Великий ученый, мыслитель, общественный деятель и необыкновенно добрый, обаятельный и интеллигентный человек.

Борису Викторовичу Раушенбаху приходилось неоднократно давать интервью, отвечая на самые разнообразные вопросы. Ниже публикуется интервью, которое Б.В. Раушенбах дал ведущему научному сотруднику ЦНИИмаш кандидату технических наук А.Д. Брусиловскому (весна–лето 1996 г.).

– Риск... Борис Викторович, какую роль он сыграл в Вашей жизни?

– Я отношусь к риску философски и стараюсь никогда не рисковать. Но иногда это получается само собой. Взять хотя бы историю с первой системой ориентации для аппарата (АМС) “Луна-3”. Когда я брался за нее, я, безусловно, рисковал, поскольку за моей спиной ничего не было — ни коллектива сотрудников, ни производственных возможностей. Вполне вероятно, что из этого вообще могло ничего не получиться.

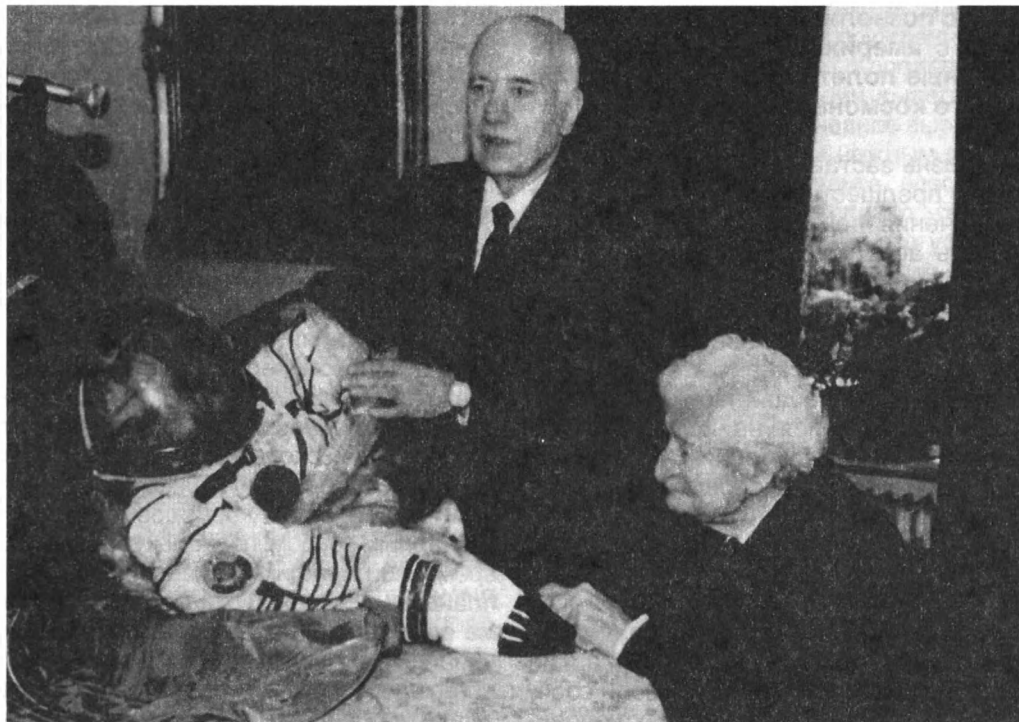
– И все же Вы вышли победителем?

– В 1956 г. (за год до официального начала космической эры) мы с группой молодых энтузиастов (в НИИ-1 у академика М.В. Келдыша) выпустили весьма необычный отчет по системам ориентации спутников, который фактически представлял собой развернутый проект первой системы ориентации ИСЗ — ее подробное техническое обоснование (с чертежами, расчетом габаритов) и описание. Жизнь показала, что мы избрали единственно правильный путь. Вскоре



*Б.В. Раушенбах дома за рабочим столом. 1996 г.
Фото И.И. Чинаева.*

пришла пора первого в мире ориентированного космического объекта — автоматической межпланетной станции “Луна-3”. Для фотографирования обратной стороны Луны было необходимо очень точно сориентировать АМС, наведя ее “космическую морду” (вместе с объективами) на Луну. Ситуация осложнялась тем, что НИИ-1 не принадлежал к числу промышленных организаций, представляя собой научное подразделение. В 1957 г. начались переговоры с Главным конструктором,



и я вынужден был нещадно блефовать, очевидно, во многом напоминая известный литературный персонаж – Остапа Бендера. Но цель оправдывала средства – безумно хотелось увидеть эту техническую систему во плоти. Припоминаю, как настороженно смотрели на меня работники ОКБ-1: “Врет же, стервец, – ничего у него за душой нет!”

Трудно переоценить в этой ситуации помощь, оказанную М.В. Келдышем. Именно его авторитету я обязан тем, что не только в НИИ-1 и его малоподходящем для таких работ производстве немедленно выполнялся каждый мой “писк”, но нам удалось организовать кооперацию со смежниками – привлечь специализированное Научно-производственное объединение “Геофизика” в оборонной промышленности, которое выполняло для нас заказы, связанные с оптическими устройствами, а на предприятиях Министерства авиационной промышленности нам делали датчики угловых скоростей (ДУС) и маленькие двигатели на сжатом воздухе. И все это по доброй воле, во имя чистой идеи – ведь не было ни одного директивного документа ЦК КПСС и

Б.В. Раушенбах в гостях у немецкого пионера космонавтики Г. Оберта с подарком – скафандром космонавта А.Я. Соловьева. ФРГ, 1989 г. (из книги “Постскриптум”).

Совета Министров. А год-то был 1957-й! Но людей увлекала конечная цель – Луна, да еще и ее обратная сторона, о чем человечество мечтало на протяжении всей истории цивилизации. И на таком словесно-уговорном уровне деловых отношений нам удалось получить и аппарат, и испытательные стенды. Наземные испытания с удивлением посещал и С.П. Королёв. К нашему счастью, из-за неполадок с носителем пуск откладывался, и нам хватило времени, чтобы “довести” систему. Первоначальный блеф, соединенный со страстным желанием и неиссякаемым энтузиазмом, увенчался победой – АМС “Луна-3” стартовала 4 октября 1959 г., в течение 40 мин фотографировала обратную сторону Луны и благополучно передала ее изображение на Землю с помощью телевизионного устройства.

– Что позволило выиграть соревнование с американцами и обеспечить успешные полет и посадку на Землю первого космонавта?

– Жизнь заставила в условиях отсутствия предшествующего опыта для обеспечения первого полета человека выбрать абсолютно надежную систему ориентации и управления. А время, отпущенное на ее разработку, вновь сводилось к минимуму. Становилось очевидным: система должна быть “дурачки” простой. Тут уж не до классической системы, опирающейся на использование инфракрасного излучения Земли (американцы же делали хорошо и как полагается, но “без живинки в деле”, и... оказались позади!). Мы выбрали решение, которое избалованным техническим богатством “сытым” американцам не могло прийти в голову и которое впоследствии просто вызвало у них шок. Самый яркий ориентир, конечно, Солнце, и если сообщить аппарату в определенных условиях посадочный импульс с помощью сопла тормозной двигательной установки, направленного на Солнце, то задача надежно решается с использованием предельно простой оптической аппаратуры. На Солнце может навести и слепой! Мы отдавали себе отчет, что ориентация с использованием солнечных датчиков – временная, но зато это будет абсолютно надежная система. Так и произошло, и эта система послужила нам на совесть при первых запусках кораблей “Восток”. Для надежности мы разработали две системы – ручной и автоматической посадки, причем последнюю с дублированием систем – параллельно работали три системы. Все посадки благополучно осуществляла автоматика, и только уже на КК “Восход-2”, после первого выхода в открытый космос А.А. Леонова, командиру корабля П.И. Беляеву пришлось прибегнуть к ручному управлению.

Очень удачно была решена система ориентации и управления и для первого отечественного спутника связи “Молния-1”. Через год–два в них могли отказать радиопередатчики, но система ориентации ни разу не отказала, и даже “замолкший” спутник продолжал оста-

ваться в ориентированном положении. А динамическая схема ориентации такого спутника, когда она стала достоянием гласности, просто вызвала восторг и зависть американцев!

– Наверное, не все было так гладко?

– Без драматизма творить историю вряд ли кому удавалось! Самая впечатляющая история с нашей системой связана с полетом первой женщины-космонавта на корабле “Восток-6”. В ходе предстартовых проверок – “прокачек” с некоторой угловой скоростью свободно подвешенного корабля в монтажно-испытательном комплексе на космодроме (а мне с громадным трудом, поскольку тормозился временной график, удалось сделать их плановыми) – обнаружился сбой в системе ориентации: корабль упорно разворачивался “не туда”. Сразу же удалось установить, что ДУСы установлены, что называется, “задом наперед” – блок датчиков в заводских условиях сборки развернут на 180° от правильного положения. Моя “дурацкая” настойчивость спасла Валентине Терешковой жизнь!

– Ваша профессиональная деятельность в течение многих лет была связана с С.П. Королёвым. Каким сохранился в Вашей памяти этот человек? Вам удавалось противостоять его неудержимым эмоциональным порывам?

– С Сергеем Павловичем у меня были особые отношения, не такие как у него с другими сотрудниками, для которых он являлся благодетелем. Награды, научные степени и звания и прочие материальные блага за работу в области ракетной техники сыпались на большинство наших работников из ОКБ-1, в первую очередь, благодаря ему. Я пришел в ОКБ-1 на постоянную работу уже будучи доктором и профессором, он никакого отношения к этому не имел, и я ему ничем не был обязан. Но, с другой стороны, и это более важно, я работал у С.П. Королёва до войны, нас, подчиненных ин-

женеров, было всего лишь четверо, и установилась та степень близости, которая не может возникнуть в крупных коллективах. Повторяю, у нас с С.П. Королёвым особые отношения. Он на меня редко повышал голос, а когда это происходило, я просто не реагировал, стоял, слушал... – на нервную систему я никогда не жаловался.

Убежден, что Сергей Павлович был самым честным человеком из тройки ведущих главных ракетных конструкторов (С.П. Королёв, В.П. Глушко и В.Н. Челомей – А.Б.). Человеком, для которого принципы были дороже приятельских отношений, хотя в 60-е гг. мне и довелось слышать брошенное им в сердцах парадоксальное высказывание: “Я понял, что Главный конструктор должен быть сволочью!”.

Все наши проекты находили воплощение в ракетной технике, в первую очередь, благодаря С.П. Королёву, которого никто и ничто не могло остановить, если что-то было ему нужно для дела. К Сергею Павловичу, на мой взгляд, никак не подходит формулировка “выдающийся инженер (ученый)”, которых, кстати, на свете немало. С.П. Королёв же был явлением уникальным. И эта его уникальность связана с тем, что ему приходилось открывать новую эпоху в истории человечества – космическую. Я бы причислил его к великим полководцам, с которыми его сближают многие качества: крупные организаторские способности, умение работать на перспективу и брать всю ответственность на себя, воодушевлять своих соратников и вселять в них уверенность в конечной победе, твердость в проведении принятых решений, огромная сила воли, умение проводить обходные маневры и принимать правильные решения в условиях недостатка информации. Сергей Павлович виртуозно владел богатым набором средств воздействия. Вспоминаю такой эпизод.

Заседает комиссия, человек двадцать – все из разных ведомств. Спорят. И вдруг С.П. Королёв показывает на меня пальцем и грозным, злым тоном говорит: “Вот человек, который всегда нам мешает. Критикует наши решения. Предсказывает всякие неприятности: это, мол, не получится, это откажет. Просто никаких сил

нет с ним работать!” Я сижу, не знаю, куда деваться. Все смотрят с осуждением: вот негодяй какой – мешает Королёву работать!.. А Сергей Павлович выдерживает паузу, снимает с лица гневное выражение и совсем другим, почти нежным голосом добавляет: “И, представьте, всегда оказывается прав. Если уж сказал, что не будет работать, обязательно это устройство отказывает...” Ну, а я на этом совещании нечто в подобном роде и утверждал. И согласились в конце концов со мной, наверное, под влиянием не столько моих аргументов, сколько разыгранного С.П. Королёвым спектакля – был он великий мастер и на такие номера...

– Не так давно вышла Ваша книга о Германе Оберте (*Земля и Вселенная*, 1995, № 5). Что предопределило выбор главного героя и темы?

– Написать биографию Г. Оберта попросила меня его дочь: с ним я был лично знаком. Г. Оберт входит в шестерку тех ученых и инженеров, в чьих работах впервые и наиболее полно были определены пути осуществления древнейшей мечты человечества – выхода человека в космическое пространство. Но он единственный дождался появления больших околоземных орбитальных станций и полетов людей на Луну, а его ученик, Вернер фон Браун, создал “настоящую” ракету, которая 3 октября 1942 г. впервые вышла за пределы атмосферы и явилась прототипом всех будущих космических ракет-носителей, что было заслугой и Г. Оберта. Последние годы его жизни были связаны с размышлениями над вечными вопросами соотношения духа и материи, смысла жизни, оптимальной организации человеческого общества и аналогичными вопросами. Некоторые наиболее интересные мысли Г. Оберта я постарался отразить в книге. Биография Г. Оберта предоставила редкую возможность увидеть историю становления космонавтики как единое целое и позволила мне написать о деятельности фон Брауна и С.П. Королёва, а также о событиях, непосредственного отношения к жизни и работе Г. Оберта не имевших...

– Что особенно занимает Вас сегодня?

– Сегодня меня привлекло средневековое богословие, ибо, не зная представлений о Боге, невозможно понять историю и культуру того же Древнего Египта, средневековья или других эпох. Мои интересы по-прежнему ограничены математикой. Мне удалось математически доказать абсолютную безупречность понятия триединства, которое лежит в основе Троицы (с одной стороны, три бога – Отец, Сын и Святой Дух, с другой – они являются одним Богом, ведь христианство говорит о единобожии). Действительно, кажется, что это логический абсурд: с одной стороны, три Бога, с другой – один! Обсуждению этой абсурдной ситуации (в ее абсурдности никто не сомневался) посвящены многие страницы религиозно-философской литературы, начиная от ее адептов IV в. и кончая П.А. Флоренским. Я математически доказал, что это нормальная логическая вещь: о Боге там и слова нет – Бога постичь невозможно. Мне пришлось использовать математический метод изоморфизма (изоморфизм в переводе с греческого – схожесть по форме – А.Б.) и удалось найти триединый объект в математике (вектор – А.Б.), обладающий всеми свойствами Троицы. Более подробное обсуждение выходит далеко за рамки нашей беседы. Полученные мною результаты все признают: и математики, и богословы, – потому что “крыть нечем”, но не знают, что с ними делать дальше. Из Духовной академии богословы мне сообщили, что им нужно переосмысливать свои лекции – ну что ж, пусть переосмысливают! В Мюнхенском университете богословы сейчас издают мою работу на немецком языке, на русском она опубликована в журнале “Вопросы философии”. Кроме этого, меня волнует вопрос происхождения религии. Тривиальное утверждение, доминирующее и сегодня, о том, что люди испугались грома и молнии и, не зная, как это объяснить, создали религию, не выдерживает никакой критики.

Что касается фигуры Христа – сам факт его реального существования сегодня не оспаривается в серьезной науке

(указание на это, кстати, есть у римских историков). Другое дело, что существует много трактовок: евреи утверждают, что это обычный еврей, проповедовавший идеи, отклоняющиеся от иудаизма, христиане настаивают, что это Сын Божий и с него началось христианство. Тут можно спорить и придерживаться разных точек зрения.

– В чем суть Ваших открытий в изобразительном искусстве?

– Мне удалось показать, что во все эпохи, начиная с Древнего Египта и кончая XX в., изображали мир правильно. Обычное представление, что этого не умели делать в Древнем Египте, потом кое-чему научились в Древней Греции, или что в средние века рисовали неумело, и только Рафаэль и Рубенс рисовали как надо, – глубоко ошибочное, против чего я и выступил. Мне удалось математически показать, что учение о перспективе, которым так гордятся апологеты эпохи Ренессанса, – не исчерпывает проблемы, реабилитировать Древний Египет, античность, средневековье и новое время. Разница состоит в том, что перед художниками разных эпох стояли разные задачи, и в то же время в каждую из эпох эти задачи решались оптимальным образом. А по уровню мастерства в любую эпоху гениальный художник оставался гениальным, ремесленник – ремесленником. Если бы сегодня собрать самых умных художников и поставить перед ними задачу, которая стояла перед живописцами древности, они нарисовали бы точно так же, как это мы видим, например, в древнеегипетской живописи. По-другому – невозможно. Задачи меняются, а не художники. Поэтому икона стоит в своем ряду не как примитивное народное искусство, как раньше думали. Ренессанс – вовсе не вершина творчества. Конечно, он многое дал искусству, но Древние Египет и Греция, а также средневековье ничуть не хуже. Просто древнеегипетские художники изображали мир, который есть на самом деле, а не тот, который люди видели! Они выпускали, по-нашему, чер-

тежи (правда, художественные), которые по-другому выполнить нельзя. И если их сравнить с современными ГОСТами, то перед нами предстанет поразительная картина – стандарты абсолютно точно выполняются! От античности и до Сезанна художники пытались передать мир таким, каким они его видят, а в разные эпохи важными считались разные вещи. Разработанный мной метод анализа позволяет объяснить приемы пространственных построений, используемые художниками в разные эпохи, с точки зрения выполнения стоящих перед художниками задач, зрительного восприятия и соблюдения законов математики. Естественно, в авангардистских течениях XX в., где все основательно трансформировано, мой подход мало что может объяснить: наука бессильна перед безудержной фантазией и эпатажем! Хотя и то, и другое вполне допустимо.

P.S. Незадолго до кончины Бориса Викторовича увидела свет замечательная книга его мемуаров (Б.В. Раушенбах. "Постскриптум". М., "Пашков дом", 1999) – широкая панорама событий ушедшего XX в., сопровождаемая философскими размышлениями о нашем обществе и мироустройстве. "В своем «Постскрипту» я пишу о себе и своей жизни то, чего до сих пор не касался или касался мимоходом..."

Прощаясь с читателем, выдающийся академик завершает книгу грустным прогнозом-предостережением (не дай Бог, чтобы он оказался пророческим): "...я далеко не уверен, что человечество вообще сохранится еще сто лет. Оно упрямо идет к той грани, где возможность самоуничтожения становится реальной и вероятна даже *по ошибке*. И я не очень верю в то, что человечество еще может спохватиться и отыграть назад..."

НОВЫЕ КНИГИ

Популярно о космических станциях

Недавно издательство "Слово" выпустило очередную книгу для детей из научно-популярной серии "Что есть что" (С.Н. Зигуненко "Орбитальные станции", М., 2001). В доступной форме рассказано о создании пилотируемых орбитальных станций от первых проектов пионеров космонавтики К.Э. Циолковского, Г. Ноордунга, А.А. Штернфельда до воплощения их идей – отечественных станций "Салют" и орбитального комплекса "Мир", Международной космической станции (МКС).

В книге шесть глав. В первой, "На берегу космического океана", описана история разра-



ботки идеи и первых проектов станций. Следующие главы, "Да здравствует "Салют"! и "Приключения "Небесной лаборатории"", повествуют о создании и экспедициях экипажей на первые станции "Салют" (СССР) и "Скайлэб" (США). О славном, долгом и драматичном пути российского ОК "Мир" – четвертая

глава, "Восход и закат "Мира"". Читатель узнает о строительстве МКС из главы "Сотрудничество на орбите", из заключительной – "Небесные города" – о перспективных проектах развития станций.

Книга поведает о том, какие технические проблемы пришлось решать ученым и конструкторам при разработке орбитальных станций, о специфике существования космонавтов в необычных условиях космоса. Зачем люди работают в космосе месяцами, чем жизнь на орбите отличается от земной, как устроен космический дом, с какими трудностями пришлось столкнуться при их создании, почему нужно тренироваться в космосе, как работать в невесомости, легко ли быть космонавтом? Ответы на эти и многие другие вопросы можно найти в новой красочной оформленной книге-альбоме. Она будет полезна не только школьникам, но и всем интересующимся космонавтикой.

Новая проблема звездной космогонии

В последнее время астрономов смущает открытие новой разновидности небесных тел. Они слишком малы, чтобы подпадать под общеизвестную категорию коричневых карликов, но, тем не менее, перемещаются в пределах звездных “родильных домов” подобно звездам, а не планетам, обращающимся вокруг звезд. Сначала такие объекты сочли аномальными, но их открывали все чаще, так что подобное определение пришлось отбросить.

В феврале 2001 г. японские астрономы открыли практически сразу более 100 таких тел в одной только звездообразующей области неба, известной под названием S106. В рамки существующей теории, объясняющей процесс рождения звезд, это уже никак не укладывалось.

Открытие сделано научной сотрудницей Токийского университета Юмико Оаса и ее коллегами, работающими в японской Национальной астрономической обсерватории на принадлежащем ей телескопе “Subaru” (“Надежда”), находящемся на горе Мауна-Кеа (штат Гавайи, США).

Объектом наблюдения было излучение в инфракрасной части

спектра, идущее из области, расположенной в созвездии Лебедя, примерно в 2 тыс. св. лет от нас.

При этом, помимо свыше сотни коричневых карликов, обнаружилось столько же более слабо светящихся свободно движущихся тел. Построив математическую модель, учитывающую светимость и предполагаемый возраст последних, а также используя теорию образования звезд с весьма малыми массами, теоретики пришли к выводу, что массы “новичков” составляют от 5 до 10 масс “нашего” Юпитера. Это в совершенно новом свете представляет процессы повсеместного возникновения изолированных небесных тел с массами, близкими к массам привычных нам планет.

Видный американский специалист Джоан Надзита из Национальной оптической астрономической обсерватории в Тусоне (штат Аризона), одобряя в общем выводы японских коллег, указывает на возможность рождения субзвезд и подлинных звезд в ходе одних и тех же процессов. Тем не менее он призывает к спектрографическому анализу излучения данных объектов, который позволит определить их температуру, точнее судить и о массе.

Это открытие в известной мере озадачивает астрофизиков. Обычно масса коричневого карлика не превышает примерно 15 юпитерианских, т.к. эта величина служит нижним пределом для начала “возгорания” водорода и превращения тела в подлинную звезду. С другой стороны, масса должны превышать

13 масс Юпитера, что необходимо для возникновения синтеза дейтерия, вызывающего слабое свечение.

Так как нижний предел “новичками” не достигнут, их трудно отнести к одному какому-нибудь из известных типов небесных тел. Большинство астрофизиков полагает, что коричневые карлики, как и другие звезды, конденсируются непосредственно из гигантских скоплений разреженных газов, именуемых молекулярными облаками, а планеты – из дисков материи, обращающихся вокруг “новорожденных” звезд. А открываемые сегодня одинокие тела, по видимому, не относятся ни к тем, ни к другим.

Существуют две гипотезы, которые могли бы, хотя бы частично, решить данную проблему. Согласно одной из них, эти объекты были в свое время выброшены из молодых звездных систем. А по второй гипотезе, они образовались из ядер молекулярных облаков, у которых масса оказалась слишком низкой для возникновения звезды.

Но астроном-теоретик Сюигиро Инуцука из Киотского университета (Япония) считает ошибочными обе гипотезы, т.к. они не могут объяснить существование столь большого количества загадочных тел, обнаруженных теперь в районе S106. Очевидно, здесь необходимо разработать совсем новую теорию образования звезд, настаивает он.

Science, 2001, 291, 1680

По следам магнитных полюсов Земли

В. В. КУЗНЕЦОВ,
доктор физико-математических наук
Институт геофизики СО РАН (Новосибирск)
Л. Р. НЬЮИТТ
Геофизическая обсерватория Кресент (Канада)

По-видимому, Гералдус Меркатор был первым, кто попытался изобразить на карте положение Северного магнитного полюса, на который указывает стрелка. Сопоставив данные наблюдений в Европе и вблизи Берингова пролива, он обнаружил, что в обоих районах направление на магнитный полюс смещено к западу относительно географического полюса. Поэтому Меркатор показал на своей Мировой карте 1569 г. два северных магнитных полюса. Но действительно ли в каждом полушарии Земли по два магнитных полюса?

ОТКРЫТИЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЮСОВ

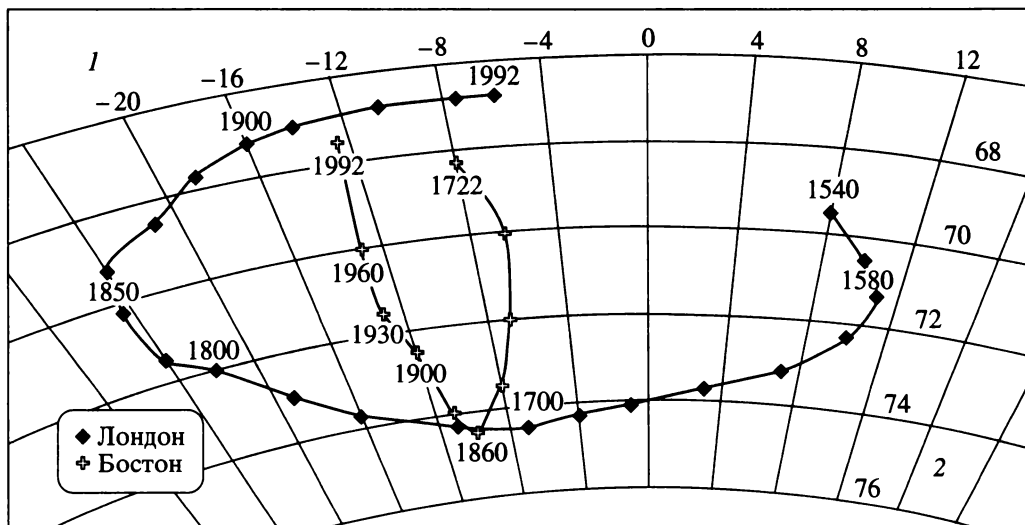
Считается, что первое научное представление о **земном магнетизме** было дано в 1600 г. сэром Уильямом Гильбертом (физиком и личным медиком английской королевы Елизаветы I). Полагая, что в точке магнитного полюса стрелка компаса должна установиться под углом 90° к поверхности, он утверждал, что магнитные полюсы, как Северный, так и Южный, **совпадают с точками географических полюсов**.

Гильберт организовал первую сеть магнитных обсерваторий – в Европе и

Америке. Как и многие его последователи, он считал магнитное склонение постоянной величиной для каждого определенного места. Но оказалось, что оно изменяется во времени. За 50 лет, прошедшие после первого измерения в 1585 г. в Лондоне, склонение изменилось на 7° . Это могло означать, что взаимное расположение географического и магнитного полюсов меняется. Астрономическая служба наблюдения за географическими полюсами фиксирует незначительные изменения их положения, но они явно недостаточны для объяснения наблюдаемых колебаний величины склонения. Остается предположить, что **магнитные полюсы дрейфуют**. Установить это можно только постоянными наблюдениями.

Астроном и магнитолог **Эдмунд Хелли**, основываясь на данных наблюдений, пришел к выводу, что Земля – большой магнит с **четырьмя магнитными полюсами**: двумя северными и двумя южными. В 1683 г. он оценил координаты двух северных магнитных полюсов: 75° N , 120° W ; 83° N , 5° W и двух южных – 74° S , 95° W ; 70° S , 120° E . К тому времени уже начались поиски полюсов.

В 1615 г. английский мореплаватель Уильям Баффин на судне “Дискавери” пы-



тался найти в проливах Канадского архипелага Северо-западный проход из Атлантического океана в Тихий. На 78° с.ш. его корабль остановили паковые льды, и вынужденную зимовку он использовал для магнитных наблюдений. Согласно измерениям, величина склонения в месте остановки судна составляла 56°. У. Баффин первым, как принято считать, довольно близко подошел к Северному магнитному полюсу.

Специальные поиски местоположения Северного магнитного полюса начал через 200 лет после Баффина, в 1818 г., Британский Королевский военный флот во время очередной разведки Северо-западного прохода.

Руководителем экспедиции назначили капитана **Джона Росса**, вторым начальником – Эдуарда Пери, в обязанности которого входило проведение магнитных измерений. Ему помогли два молодых моряка – Джеймс Кларк Росс (племянник Дж. Росса) и Эдуард Сэбин. Они измеряли наклонение и впервые определили интенсивность магнитного поля в Северной Америке. Следующая экспедиция капитана Джона Росса в район магнитного полюса состоялась на парусно-паровом судне “Виктория” примерно через 10 лет. Производя по пути следования магнитные измерения, экспедиция достигла точки, наиболее близкой к СМП. По оценке Росса, необходи-

Магнитные склонение (1) и наклонение (2) для Лондона (1540–1992 гг.) и Бостона (1722–1992 гг.). Изменчивость параметров магнитного поля свидетельствует о дрейфе магнитных полюсов.

мо было пройти по материку к полуострову Бутия – еще примерно 160 км на запад. Сопровождаемый эскимосами Росс производил измерения наклонения до тех пор, пока стрелка инклинометра не встала под углом 90° к горизонту. Это случилось **1 июня 1831 г.** в точке, соответствующей северной широте 70°05' и западной долготы 96°45'. Так был открыт **Северный магнитный полюс (СМП)** и примерно через 300 лет после публикации карты Меркатора инструментально определено его местоположение.

Прошло еще 10 лет, и **Джеймс Кларк Росс** оказался первым человеком, кто сумел наиболее близко подойти к точке схождения магнитных меридианов в Южном полушарии. Два парусника, “Эребус” и “Террор”, покинули Лондон в сентябре 1839 г. Основная задача экспедиции – определение местоположения **Южного магнитного полюса (ЮМП)**. К январю 1841 г., когда до него оставалось всего 200–300 км, путь экспедиции преградил горный хребет высотой 4 км, не позволивший подойти к точке полюса. В 1909 г. участники британской экспедиции **Эрнста Шеклтона** впервые достигли ЮМП.

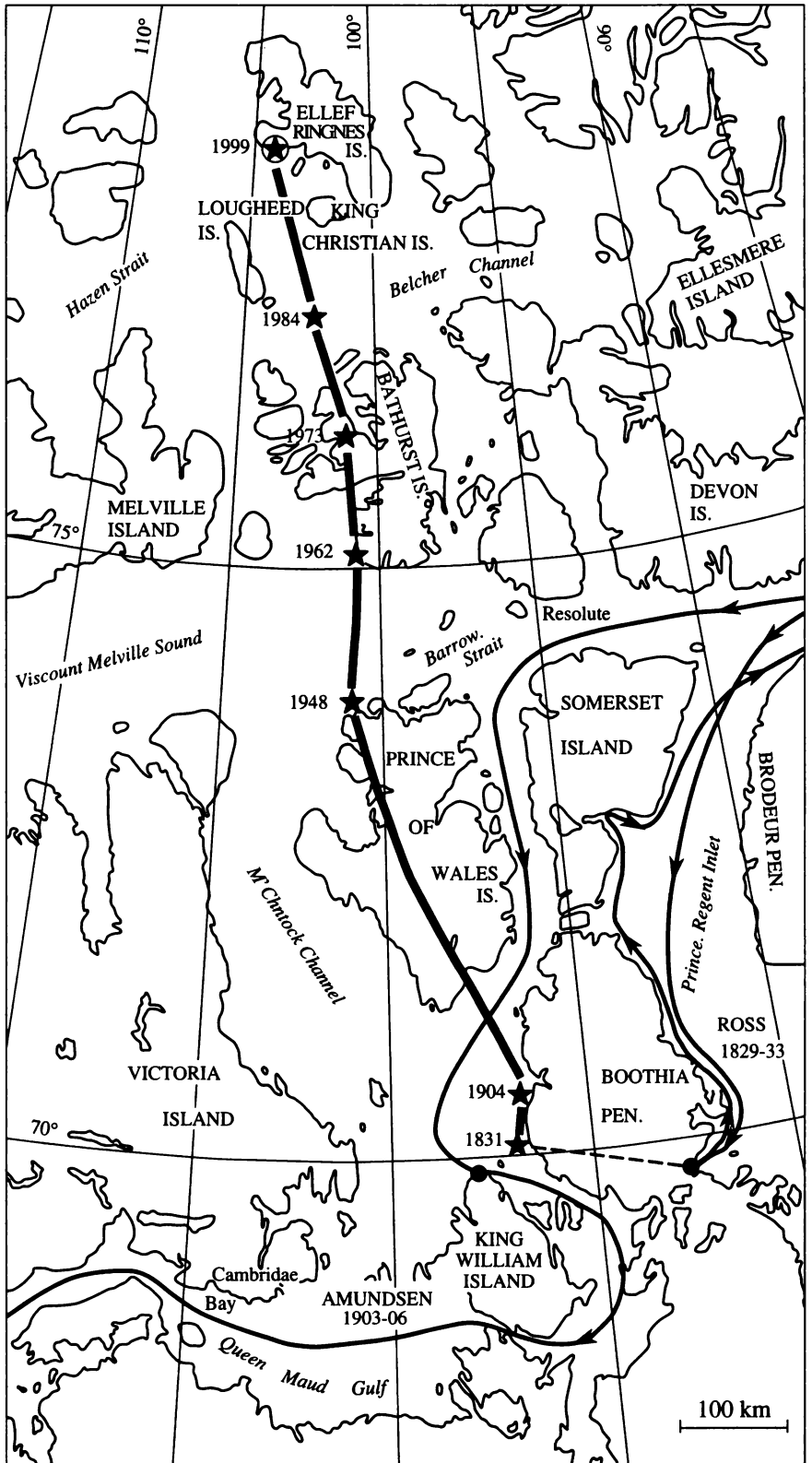


Схема движения Северного магнитного полюса (линия со звездочками) (1831–1999). Маршруты экспедиций Дж. Росса и Р. Амундсена (тонкая линия со стрелками).

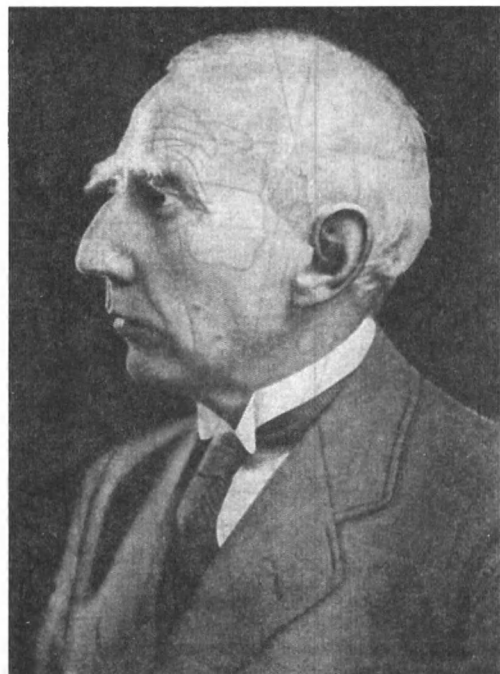
Австралийский геолог **Дуглас Моусон** **16 января 1909 г.** определил местоположение полюса в точке с координатами $72^{\circ}25'$ ю.ш. и $155^{\circ}16'$ в.д.

Руал Амундсен во время своей экспедиции 1903–06 гг. продолжил исследования магнитного поля в Арктике. Он организовал временную обсерваторию на острове Короля Уильяма, действовавшую в течение двух лет. Учет магнитных вариаций позволил ему в 1904 г. со значительно большей точностью, чем Россу, определить местоположение СМП. Интерпретация данных измерений Амундсена затянулась до 1939 г., и только тогда было опубликовано, что точка, соответствующая положению СМП в 1904 г., расположена севернее, чем определенная Россом в 1831 г., на 50 км.

В течение 40 лет после Амундсена прямые измерения положения СМП не производились, однако нельзя сказать, что интерес к СМП полностью угас. Обсерватория, созданная в 1905 г. в Канаде, проводила магнитные наблюдения на территории страны. После окончания второй мировой войны аэромагнитные наблюдения, выполненные в Арктике, показали, что СМП сместился еще дальше к северу.

Проблема СМП привлекала внимание и российских магнитологов. Один из них, известный геофизик **Б.П. Вейнберг**, еще в начале XX в. поддержал гипотезу о существовании двух магнитных полюсов в Арктике. Его идея базировалась на необычном поведении магнитных меридианов, нередко отмечавшемся штурманами. Но проведенные в 1948 г. измерения не обнаружили в точке, предсказанной Вейнбергом, второго магнитного полюса. Загадка оставалась.

В 1947 г. состоялась первая **канадская экспедиция к СМП**. Руководил ею магнитолог **доктор Пауль Серсон**. В течение 20 ч., совместно с Дж. Кларком, он регистрировал отклонение стрелки инклинометра на угол $89^{\circ}36'$ на острове Принца Уэльского и установил, что СМП располагается в нескольких километрах от точки наблюдений. В следующем году в непосредственной близости от предполагаемого местонахождения СМП была основана магнитная обсерватория Резо-

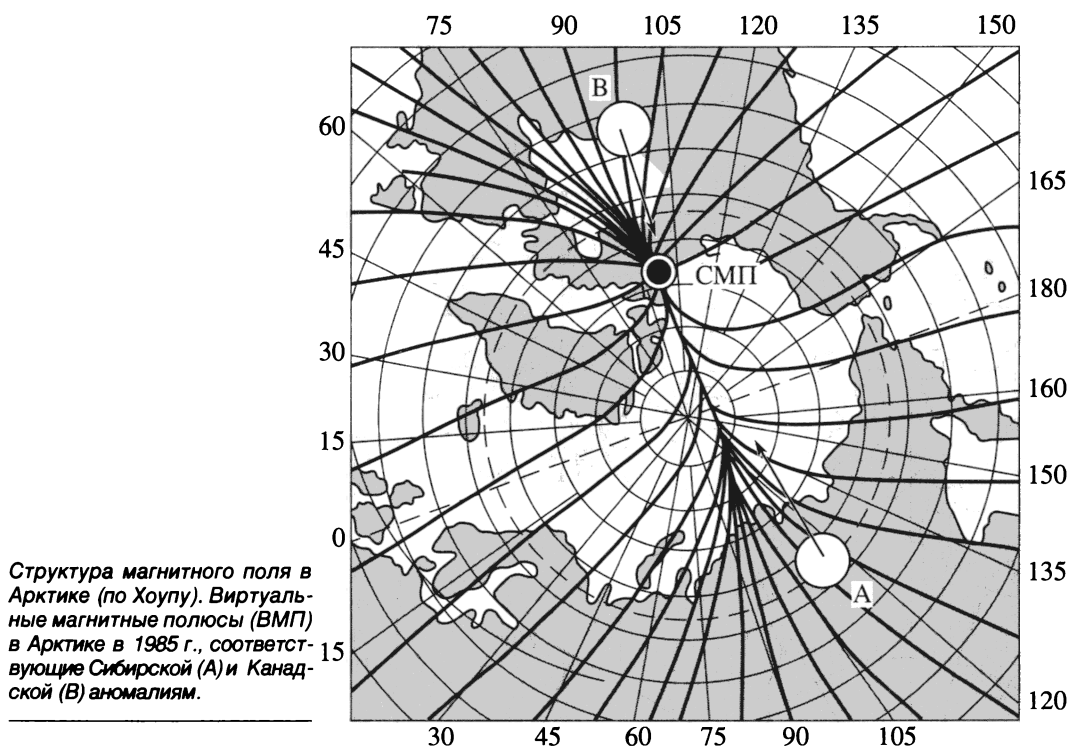


Руал Амундсен, определивший в 1904 г. координаты Северного магнитного полюса.

люют Бей. Наземные измерения проводились там в 1962 г., 1973 г., 1984 г., 1994 г. и, наконец, в 1999-м.

ПОЛЮСЫ И МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ

Канадский магнитолог **Хоуп** в 50-е гг. высказал идею о возможной связи дрейфа СМП с двумя **глобальными магнитными аномалиями (ГМА)** – Канадской и Сибирской. По его мнению, магнитные силовые линии в Арктике как бы сжимаются в районе дрейфа СМП, образуя некий “жгут”. Хоуп считал, что СМП перемещается по линии, соединяющей обе аномалии. Идеи Хоупа не нашли должного внимания среди магнитологов и были забыты. Но спустя два десятилетия сотрудники геофизической обсерватории в Новосибирске В.В. Кузнецов и Н.А. Семakov, изучая поведение магнитного поля в Арктике, самостоятельно пришли к идее о двух магнитных полюсах, а затем смоделировали влияние геомагнитных аномалий на дрейф СМП.



Структура магнитного поля в Арктике (по Хоупу). Виртуальные магнитные полюсы (ВМП) в Арктике в 1985 г., соответствующие Сибирской (А) и Канадской (В) аномалиям.

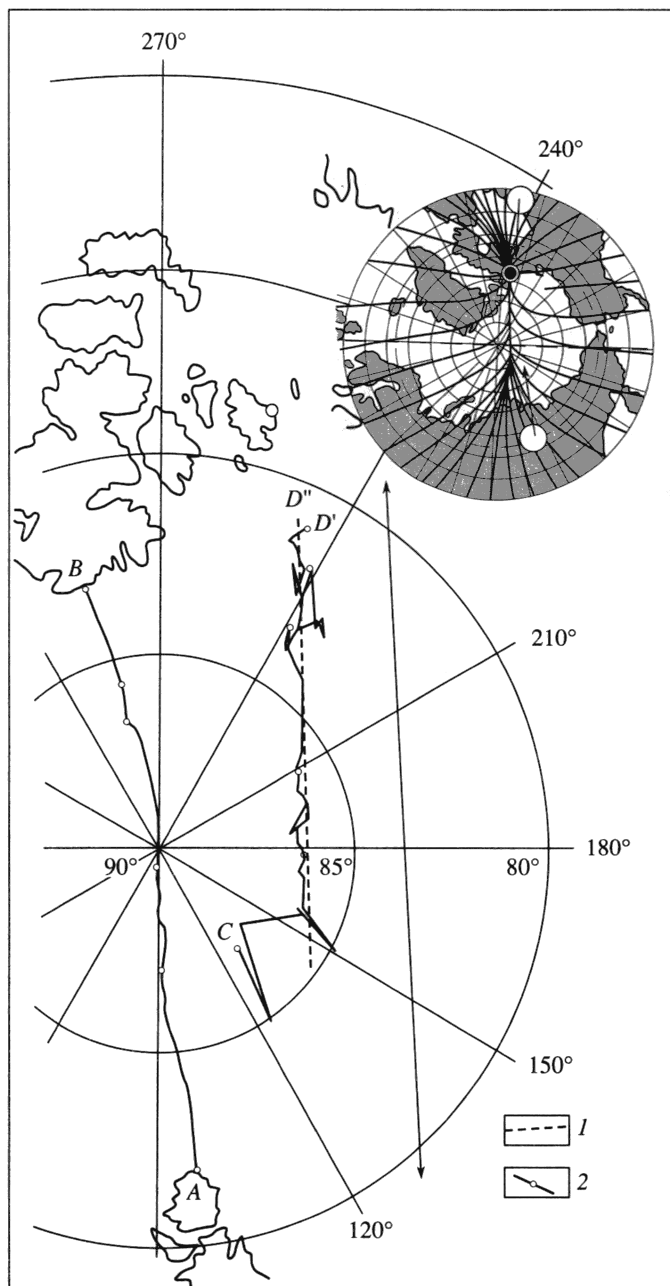
Силловые линии магнитного поля в Арктике ведут себя действительно странно. Для того чтобы проверить идею Хоупа, мы сравнили величины компонент магнитного поля Земли в Арктике. Сюда были включены данные, полученные высокоширотными магнитными обсерваториями и в пунктах векового хода, а также результаты наблюдений на дрейфующих станциях “Северный Полюс” и наших собственных измерений, выполненных в Арктике. Н.А. Семаков нанес на карту **виртуальные магнитные полюсы (ВМП)**. С их помощью определяют географические координаты точки пересечения с земной поверхностью оси магнитного диполя. Для оценки ВМП необходимо знание величин склонения и наклонения в точке их измерения. Оказалось, что ВМП группируются в двух районах Арктики: в канадском (где находится СМП) и сибирском. Как здесь не предположить, что в Сибири находится второй СМП?

Один из авторов настоящей статьи, сотрудник канадской обсерватории Кре-

сент Ларри Ньюитт, более 25 лет следит за дрейфом СМП. Встретившись с ним в Новосибирске, мы попытались экспериментально проверить идеи Хоупа и выяснить, существует ли второй магнитный полюс.

НА ПУТИ В КАНАДУ С СЕВЕРНОЙ ЗЕМЛИ

В 1986 г. известный полярный путешественник **Дмитрий Шпаро** предложил правительству Канады осуществить совместную российско-канадскую лыжную экспедицию из России через Северный полюс в Канаду. Предполагаемый маршрут: от мыса Арктического на Северной Земле через Северный полюс (СП) в Канаду (на м. Колумбия) **параллельно “жгуту” магнитных линий**. Он подходил для проведения наблюдений. Авторы совместно с Н.А. Семаковым разработали программу наблюдений магнитного поля, определили приборы и методику. С российской стороны вести наблюдения поручили научному руководителю экспедиции математику Юрию Хмелевскому (к сожалению, уже ушед-



Определение виртуального магнитного полюса (ВМП) во время российско-канадской лыжной экспедиции 1988 г. (из пункта А через полюс в пункт В). 1 – прогноз положения ВМП, 2 – ВМП, измеренные в походе.

практически невозможны. Склонение и наклонение все же измерялись, но с помощью “незамораживающих” немагнитного теодолита и феррозонда. На маршруте выполнено 57 наблюдений наклонения, 46 – склонения и 9 определений величины модуля поля. Рассчитать компоненты магнитного поля из-за недостаточного числа измерений модуля поля не удалось, но, благодаря большому числу измерений склонения и наклонения, определено положение виртуального полюса. Полученные экспедицией Д. Шпаро данные достаточно хорошо совпали с прогнозом, составленным заранее. Они показали, что второго СМП в российском секторе Арктики нет.

ОПРАВДЫВАЕМОСТЬ ПРОГНОЗА

В 1994 г. Ларри Ньюитт и магнитолог из Австралии Чарли Бартон, который “следит” за Южным магнитным полюсом, предприняли экспедицию, чтобы определить положения СМП. В.В. Кузнецова, сделавшего прогноз положения СМП,

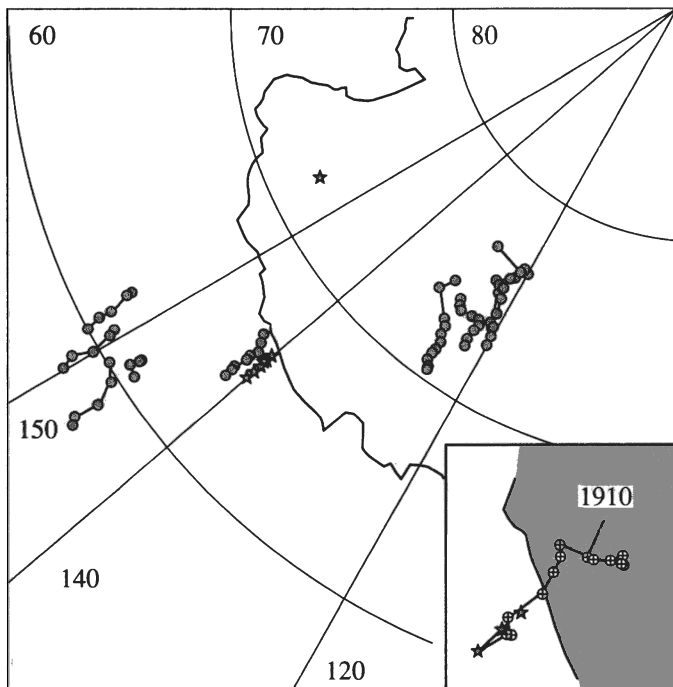
шему из жизни), а с канадской – Ричарду Веберу и Кристоферу Холлоуэю. Помогал вести магнитные измерения на маршруте знаменитый Федор Конюхов.

Экспедиция стартовала в начале марта 1988 г. Из-за низких температур (до -47°C) протонный магнитометр замерз, и измерения полного модуля поля стали

пригласили в ней участвовать, но он не смог приехать.

Ближе всего к СМП расположены высокоширотные магнитные обсерватории: Форт Черчилл и Резольют Бей (Канада), а также Мыс Челюскин и Тикси (Россия). Изменения величины H -компоненты поля в 1973–2000 гг., фиксируемые об-

Дрейф Южного магнитного полюса (ЮМП) (звездочки) и перемещение виртуального магнитного полюса (ВМП) по данным обсерваторий Австралии, Новой Зеландии и Антарктиды (район 150-го меридиана). Справа внизу – дрейф ЮМП, реконструированный по данным обсерватории Туланги. Отдельная звездочка – положение ЮМП по измерению Д. Моусона в 1909 г.



серваториями, связаны с дрейфом СМП. Так, например, суммарная величина отклонений (ΔH) в период с 1973 г. по 1984 г. соответствовала смещению СМП на 120 км, а в 1984–1994 гг. – на 150 км. Зная положения СМП в годы измерений, можно получить зависимость расстояния, “проходимого” полюсом, от величины ΔH . Таким образом получен прогноз положения СМП в 1994 г. – 78.3° N , 10° W и в 1999 г. – 79.3° N , 106.0° W .

Во время экспедиции “СМП-94” Ньюитт и Бартон наблюдали за положением полюса. Для этого они вылетали на самолете каждое утро из поселка близ обсерватории Резольюту Бей к месту работы, расположенному примерно в 500 км. С одного пункта измерений на другой перелетали также самолетом, а вечером возвращались в обсерваторию.

После обработки результатов наблюдений Л. Ньюитт рассчитал положение СМП-94 и получил его координаты: 78.3° N , 104.0° W (точность – 15 км). Расхождение в 1° по долготе (между прогнозом и реальным измерением) в высоких широтах соответствует примерно 22 км. Наше прогнозируемое положение СМП-94 практически попадает в область точности его определений. Есть основания считать, что прогноз местоположения СМП был весьма удачным. Измерение положения СМП-99 проводились Л. Ньюиттом совместно с французскими магнитологами 15 и 23 мая 1999 г. Поле было измерено в 5 пунктах. Оценка положения СМП-99 (79.6° N и 106.8° W), полу-

ченная Ньюиттом, также неплохо соответствует прогнозу В.В. Кузнецова.

По сообщению Чарли Бартона, в январе–феврале 2001 г. планировалось проведение очередного инструментального определения географических координат Южного магнитного полюса. Можно оценить координаты точки, в которой он должен оказаться в это время ($64^\circ 14' \text{ S}$), при условии, что в течение 1999–2000 гг. не произошло заметных изменений в характере дрейфа ЮМП.

Возникновение дрейфа магнитного поля объясняется взаимодействием двух источников поля – “А” и “В”, которые могут изменяться независимо друг от друга. При увеличении или уменьшении интенсивности источников поля расстояние между ними изменяется. Уменьшилась интенсивность источника “А” – и магнитный полюс передвинулся в его сторону. Когда интенсивности компонент канадских обсерваторий возрастают, сибирских – уменьшаются. Аналогичная картина наблюдается и в районе ЮМП, только в Антарктиде обсерваторий значительно больше, чем в Северном полушарии.

Систематические наблюдения за склонением и наклоном СМП начинаются примерно в 1540 г. Наиболее полно они известны для Лондона (обсерватория в Хартленде, 51°00' N, 355°31' E). Согласно данным для Лондона и Бостона, опубликованным впервые Бауэром и впоследствии повторенным в нескольких монографиях по геомагнетизму, в три последних столетия СМП плавно перемещался примерно по эллипсу, меняя направление дрейфа в 1580 г. и 1860 г. Несомненно интересно сравнить эти данные с реальными измерениями местоположения СМП. Примерно с 1904 г. дрейф СМП соответствует его виртуальному магнитному полю для Лондона и Бостона. (Данные наблюдений в Бостоне, закончившиеся в 1900 г., редуцированы по результатам наблюдений обсерватории в Оттаве.) Если СМП действительно двигался по эллипсу, то вполне возможно, что определение местоположения СМП, сделанное Россом, было ошибочным, и в действительности СМП в 1831 г. находился восточнее примерно на 100 км. Мог ли Росс ошибиться на эту величину? Авторы статьи считают, что, по-видимому, мог – при существовавшем в то время техническом уровне измерений и отсутствии контроля временных вариаций магнитного поля. **Северный магнитный полюс с 1904 г. дрейфовал с более или менее постоянной скоростью (примерно 10 км/год).**

Хорошее совпадение направлений и величин скоростей дрейфа ЮМП и ВМП дает основание с помощью простого геометрического преобразования получить возможный путь **дрейфа ЮМП начиная с 1860 г.** (начало обсерватории Туланги). Такое “восстановление” представляется авторам вполне обоснованным. Однако измерение положения ЮМП, выполненное участниками экспедиции Шеклтона в 1909 г., **отстоит от определенного нами положения ЮМП примерно на 500 км.** Вероятно, авторы этого определения ошиблись? В доказательство приведем еще один важный, на наш взгляд, аргумент. Если бы в 1909 г. Южный магнитный полюс действительно находил-

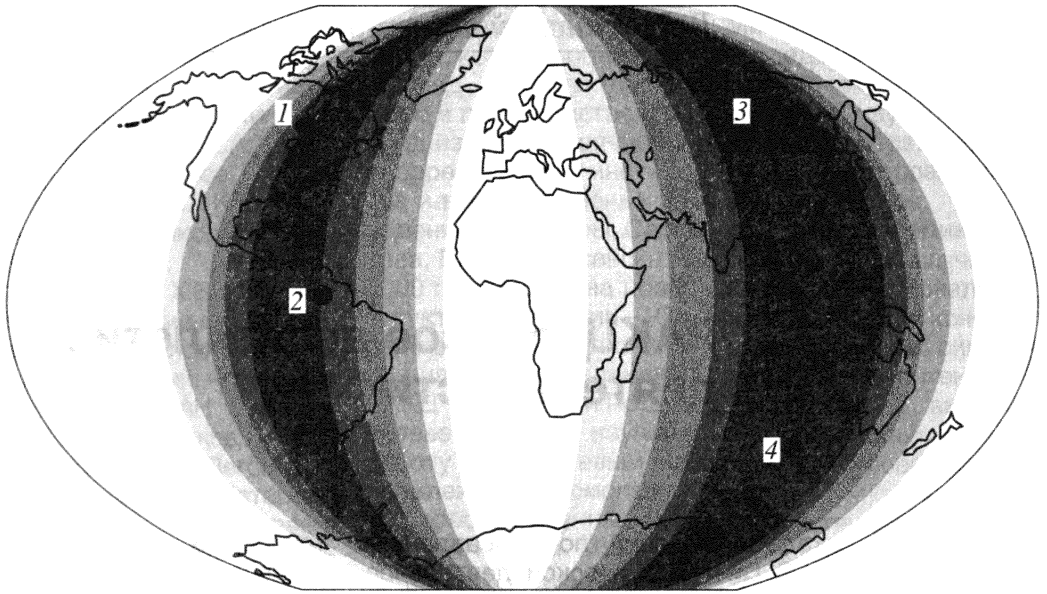
ся там, где его обнаружил Д. Моусон, то скорость его дрейфа в течение 50 лет (с 1909 г. по 1960 г.) была бы в 2–3 раза больше, чем сейчас. Такое “ускорение” движения ЮМП обязательно нашло бы отражение в данных магнитных обсерваторий Австралии и Новой Зеландии.

ПОЛЮСЫ СБЛИЖАЮТСЯ

Обратим внимание на то, что СМП и ЮМП движутся оба на север и **навстречу друг другу.** Известно, что в момент инверсии (смены полярности) геомагнитного поля магнитные полюсы дрейфуют по определенным траекториям. Период инверсии не определен с достаточной точностью. Примем его равным двум тысячелетиям. За это время магнитный полюс должен “пройти” половину окружности Земли (т.е. 20 000 км). Скорость его дрейфа составит 10 км/год, что соответствует современной скорости дрейфа полюса. Получается, **на Земле идет инверсия?**

Чтобы ответить на вопрос, имеет смысл еще раз рассмотреть направление современного дрейфа ВМП. Мы отмечали, что в 1860 г. СМП остановился и начал двигаться в противоположном направлении. Перед этим он примерно за 300 лет прошел около 2500 км, двигаясь со средней скоростью 8 км/год. СМП в 1580 г. находился в районе точки, наиболее близкой к географическому полюсу. За последние 130 лет (после поворота) полюс переместился на 1000 км с небольшим, “развивая” скорость до 10 км/год. Судя по модели и данным наблюдений, **полюс в настоящий момент стремится к точке, в которой был в 1580 г.** Вопрос состоит в том, “проскочит” он ее или остановится на ней? Ответить определенно, по всей видимости, можно будет только лет через 150–200. Тем не менее **тенденция дрейфа** обнаружится уже после наблюдений, планируемых на 2004 г.

Тенденцию можно попытаться уловить и сейчас, располагая данными обсерваторий по изменению величины горизонтальных компонент поля, которые мы использовали при составлении прогноза. Если тенденция к замедлению убывания величины этих компонент по-



Пути дрейфа виртуальных магнитных полюсов (ВМП) в моменты инверсии основного магнитного поля. 1–4 – местоположение геомагнитных аномалий (ГМА).

ля на сибирских обсерваториях подтвердится и примерно в 2001 г. начнется возрастание их интенсивностей, то СМП остановится в тот момент, когда скорости роста Н-компонент поля в Канаде и Сибири окажутся равными. Если же на сибирских обсерваториях Н-компонента поля будет продолжать падать, а на канадских возрастать, то СМП продолжит движение с ускорением навстречу

ЮМП, что, возможно, означает начало инверсии.

Нетрудно догадаться, что если начнется инверсия и геомагнитное поле, по крайней мере его дипольная часть, исчезнет, человечеству грозят большие неприятности. Однако произойдет это **не раньше, чем через 1000 лет.**

Более подробно о дрейфе магнитных полюсов рассказывает книга В.В. Кузнецова "Физика горячей Земли", которая выходит в издательстве "Вузовская книга" в 2001 г. и на сайте в Интернете. Работа В.В. Кузнецова частично поддержана грантом ИНТАС 99-00348.

Информация

Попытка предотвратить катастрофу

Сотрудники Вулканологической службы Индонезии в Бандунге, руководимые Дали Ахма-

дом, установили в начале 2001 г., что озеро, находящееся в кратере вулкана Келут (о. Ява), претерпело заметные изменения: температура его воды повысилась до 51,2°C, кислотность возросла до рН 5,3, а уровень зеркала поднялся на 60 см. Это говорило об усилении вулканической активности Келута, одного из наиболее опасных вулканов Индонезии. Самое первое в Индонезии извержение, зарегистрированное в исторических документах, также "принадлежит"

Келуту. Оно случилось в 1000 г. В 1586 г. скатившийся по склону селевой поток унес около 10 тыс. человеческих жизней.

В недавнее время от озера к долинам были сооружены дренажные тоннели, которые позволяют в известной мере контролировать уровень воды в озере. Это, несомненно, значительно уменьшило опасность, исходящую от Келута.

Bulletin of the Global Volcanism Network, 2001, 26, 3

РАКЦ: первое десятилетие деятельности

Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ) – научно-общественная организация страны, которая проводит исследовательскую работу и решает задачи использования накопленного в космонавтике научно-технического, социально-экономического и интеллектуального потенциалов в интересах развития России и международного сотрудничества. Удивительно быстро летит время, ведь, кажется, совсем недавно наш журнал рассказывал о ее создании (Земля и Вселенная, 1992, №№ 1 и 2; 1993, № 3).

Напомним основные направления деятельности академии:

- участие в разработке международных космических программ, в том числе экологических и гуманитарно-образовательных;

- подготовка и обоснование для Российского авиационно-космического агентства (Росавиакосмос) и правительственных структур рекомендаций и предло-

жений по направлениям космической деятельности, составу и характеристикам Федеральных и целевых космических программ;

- работа с негосударственными инвесторами: академиями, промышленными организациями, деловыми людьми, заинтересованными в приобретении новых разработок как непосредственно в области космонавтики, так и в конверсионном использовании ее достижений;

- системные, проектные и опытно-конструкторские разработки средств ракетно-космической техники и участие в разработке новых прикладных и конверсионных технологий;

- проведение независимой научно-технической экспертизы перспективных проектов и программ, подготовка предложений по космической деятельности;

- научная и образовательная деятельность в области космонавтики;

- проведение гуманитарно-философских и ис-

торических исследований, распространение научных знаний, пропагандистские работы в области космонавтики;

- проведение международных и национальных конференций, симпозиумов, выставок, конкурсов среди различных групп ученых и молодежи.

Академия объединяет свыше 85 действительных членов и членов-корреспондентов Российской академии наук и Международных академий, более 230 руководителей ведущих научных и проектных организаций отрасли и смежных министерств и ведомств, практически всех генеральных и главных конструкторов, директоров объединений и корпораций, многих негосударственных структур и конверсируемых предприятий, министерств и ведомств, занятых в работах по космонавтике, космонавтов, ведущих ученых и специалистов, многих работников Высшей школы и средств массовой информации, пропаганди-

рующих достижения космонавтики.

В Российской академии космонавтики активно трудятся академики РАН: Н.А. Анфимов, А.А. Галеев, А.И. Григорьев, Г.И. Петровский, А.С. Коротеев, В.А. Котельников, Н.П. Лавров, В.М. Матросов, В.П. Мишин, Х.Е. Охочимский, Ю.П. Семенов, А.И. Савин, К.В. Фролов, Б.Е. Черток, Г.Г. Черный; члены-корреспонденты РАН: О.М. Алифанов, Г.П. Аншаков, Г.А. Ефремов, В.П. Легостаев, Д.И. Козлов, Б.И. Каторгин, М.Я. Маров, А.М. Матвеев, В.Я. Нейланд, Г.А. Попов, Г.М. Чернявский, а также ряд других выдающихся ученых и конструкторов. Гордость академии составляют активно работающие ветераны отрасли С.А. Афанасьев, О.Д. Бакланов, Б.В. Бальмонт, В.Х. Дугжиев, В.Д. Вачнадзе, Г.Е. Ложино-Лозинский, Ю.А. Яшин и другие. Многие из них ныне члены Президиума РАКЦ, входят в состав советов, тематических секций, руководят научными центрами академии. В РАКЦ более 600 докторов наук и профессоров, высококвалифицированных преподавателей вузов. Общее число членов РАКЦ (почетные академики, действительные члены, члены-корреспонденты, советники академии) достигло 1500 человек.

Сегодня в академии на общественной основе трудятся высококлассные профессионалы, объединенные в тематические и региональные отделения, а также в научные цент-

ры. В 1995 г. создано Поволжское отделение академии, которое объединило ряд конструкторских бюро и производственных организаций, научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений из Самары, Саратова, Пензы и Ижевска. В 2000 г., образована новая структура академии – “Северо-западное региональное научное объединение РАКЦ”. В Москве и Подмоскovie большую научную работу по ключевым направлениям космонавтики проводят научные центры: ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, НПО им. С.А. Лавочкина, НПО измерительной техники, РГНИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ЦКБ тяжелого машиностроения, крупнейший Московский радиотехнический завод, МОО НТО им. С.А. Вавилова, КБТХМ, ассоциация “Воздушный старт”, Центр научных исследований биоинформационных проблем и некоторые другие.

Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского получила признание и за рубежом. Созданы научные центры академии в Германии, Грузии, Казахстане, Молдове, Румынии, на Украине. Отдельные группы ученых работают в Нью-Йорке, Вашингтоне (США), Париже (Франция), Вене (Австрия), Праге (Чехия), Пекине (Китай), Варшаве (Польша), Дели (Индия) и других странах. Более 100 членов академии – видные иностранные ученые.

В 1991–2000 гг. по заказам Росавиакосмоса, Рос-

сийской академии наук, Минобороны выполнены исследования по более чем 90 темам, проведены свыше 50 научно-технических экспертиз, в том числе 16 – для правительственных органов.

Члены академии сделали свыше 1800 научных докладов на национальных и международных конференциях, конгрессах, симпозиумах и научных чтениях, организованных академией или проводимых с ее участием. Они провели цикл работ по научно-техническому творчеству молодежи, космическому образованию и историческим исследованиям, получили свыше 90 патентов на изобретения в области новых разработок.

В 1991–96 гг. академия принимала активное участие в комплексном изучении фундаментальных и прикладных проблем ракетно-космической техники (в том числе с учетом социально-философских и гуманитарных проблем). Выполнено системное проектирование перспективных космических средств, сделаны предложения по составу и характеристикам научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок для программного планирования. Разработаны предложения по совершенствованию космической деятельности в условиях конверсии, развития рыночных отношений и деятельности коммерческих структур.

В результате совместной работы ЦНИИМаш и РАКЦ с участием ведущих организаций промышленности, Академии наук, Ми-

П Р Е З И Д И У М

БЮРО ПРЕЗИДИУМА

Почетный президент	Президент	Почетный президент
---------------------------	------------------	---------------------------

Первый вице-президент <i>Наука, координация работ и международные связи РАКЦ</i>	Первый вице-президент <i>Связь РАКЦ с Росавиакосмосом</i>	Главный академик-секретарь РАКЦ <i>Планирование и контроль НИОКР, экспертная работа</i>	Главный ученый секретарь Президиума РАКЦ <i>Организационная работа и работа Президиума РАКЦ</i>
---	--	--	--

Вице-президенты – руководители направлений РАКЦ

Направление 1 “Комплексный анализ, макропроектирование, планирование и экономика космонавтики” 7	Направление 2 “Космическое при- родоведение, монито- ринг, экология, информатика” 5	Направление 3 “Космическое маши- ностроение и проек- тирование косми- ческих систем” 5	Направление 4 “Философско-гумани- тарные проблемы и история космонав- тики” 6	Направление 5 “Космическое образование” 6
Направление 6 “Проблемы аэрога- зодинамики, тепло- обмена, прочности, надежности и экс- периментальной отработки РКТ” 6	Направление 7 “Копцептуально-техно- логические и эколо- гические проблемы космонавтики, виды технико-экономиче- ской деятельности” 7	Направление 8 “Проблемы техноло- гии производства и эксплуатации ракетно- космических систем, робототехника” 6	Направление 9 “Средства выведения и летные испытания. Космодромы и назем- ная инфраструктура. Лунные и инопланет- ные базы, аппараты, работающие в усло- виях микротяжести” 4	Направление 10 “Медико-биологиче- ские проблемы космо- навтики, подготовка космонавтов, стен- дово-тренажерная база” 6

Всего 58 тематических научных отделений

Аналитический центр Совет старейшин и ветеранов Академии Фонд ветеранов Международный фонд развития Академии Попечительский Совет Фонда Редакционно-издательский Совет Академии	НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ <ul style="list-style-type: none"> • Балтийский государственный технический университет им. Д.Ф. Устинова (“Военмех”) • ГНЦ ЦНИИ робототехники и технической кибернетики • Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева • Государственный научно-производственный ракетно-космический “ЦСКБ-Прогресс” • Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова • КБ “Арсенал” им. М.В. Фрунзе • НПО измерительной техники • НПО им. С.А. Лавочкина • ОАО “Композит” • ОАО “Криогенмаш” • ОСКБ ОАО НИИ Транспортного машиностроения • Российский государственный научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина • Центральное конструкторское бюро тяжелого машиностроения • Центральный научно-исследовательский институт машиностроения • Центр научных исследований биосинформационных проблем и др. (всего – больше 37 центров) 	ЗАРУБЕЖНЫЕ НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ (количество центров): <ul style="list-style-type: none"> • Германия (1) • Грузия (1) • Казахстан (1) • Молдова (2) • Румыния (1) • Украина (3) 	РЕГИОНАЛЬНЫЕ НАУЧНЫЕ ОТДЕЛЕНИЯ И ОБЪЕДИНЕНИЯ Отделения: <ul style="list-style-type: none"> • Московское • Поволжское • Тверское • Уральское • Черноморское Объединения: <ul style="list-style-type: none"> • Северо-западное
--	--	---	--

Структура Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского.

нистерства обороны, прочих заказчиков и потребителей разнообразной космической информации была определена новая космическая политика России и рекомендуемые направления сотрудничества ее со странами СНГ и другими государствами ближнего и дальнего зарубежья.

В последние годы усилия академии космонавтики были сконцентрированы на разработке и обосновании проекта Федеральной космической программы России на период до 2005 г. и формировании предложений к проекту Федеральной космической программы России на период до 2010 г. (Земля и Вселенная, 2001, № 1).

Академия активно участвует в исследованиях по перспективным направлениям космонавтики, уделяя особое внимание ее роли в обеспечении безопасности и устойчивого развития России в сложной современной экономической и геополитической обстановке. Прежде всего, это исследования возможностей мировой космонавтики в первой четверти XXI в. Вышла в свет монография "Современный потенциал и возможности космонавтики в решении задач устойчивого развития цивилизации в XXI веке" (М., 2000). В 2000 г. были рассмотрены фундаментальные и прикладные проблемы космической техники и космонавтики. В 2001 г. продолжатся работы по системному проектированию космических средств XXI в. Это си-

стемы и комплексы нового поколения.

В интересах Федеральной космической программы России в период 1991–2000 гг. по заказу и при взаимодействии с рядом ведущих предприятий космической отрасли научные центры и тематические отделения РАКЦ (их теперь 58) выполнили важные научно-конструкторские работы. Например, значительный вклад научных центров и членов академии в разработку, создание и испытания стартовых комплексов морского и воздушного базирования по темам "Морской старт" и "Воздушный старт", в разработку концепции создания ракетно-космических систем с многоцветной первой ступенью и базированием на полигоне Капустин Яр, в исследования по ключевым технологиям авиационно-космических и ракетно-космических многоцветных систем нового поколения.

Проводятся, конечно, и исследования в направлении космической биомедицины, что необходимо для продолжения работ в области пилотируемой космонавтики.

Академией выполнены независимые экспертные оценки и выданы заключения на проекты и предложения, поступающие в Росавиакосмос и правительственные учреждения. Они касались, например, проекта Государственной космической программы России до 2000 г., дальнейших работ по системе "Энергия"–"Буран", проекта пилотируемой станции "Мир-2",

проекта Закона о космической деятельности.

Необходимо еще раз подчеркнуть, что в академии плодотворно трудится Совет ветеранов и старейшин – членов РАКЦ. Совет совместно с коллективным членом РАКЦ – Федерацией космонавтики России – занимается, в частности, проблемами истории космонавтики, музееведением, пропагандой достижений космонавтики, работой с молодежью.

В РАКЦ успешно работает Аналитический центр, создается Международный фонд развития академии.

Исключительно важная роль в работе академии отводится решению проблемы "номер ноль" – космического образования населения и, главным образом, подрастающего поколения. Проблемами аэрокосмического образования и тесно связанного с ним астрономического образования в РАКЦ занимаются крупнейшие российские специалисты. В академии ведутся гуманитарные, философские и исторические исследования, осуществляется распространение научных знаний. При этом широко используются журнал "Фундаментальные и прикладные проблемы космонавтики", юбилейные труды и монографии о пионерах ракетно-космической техники, об истории становления ракетно-космической отрасли (завершается в 2001 г.); научно-популярный журнал "Земля и Вселенная". Опубликован 2-томный труд "Военно-космические силы", завершаются



Президент РАКЦ В.П. Сенкевич.

работы по изданию Всемирной космической энциклопедии. В академии работает редакционно-из-

дательский совет, занятый сейчас выпуском справочника и научно-популярного журнала "Вестник РАКЦ".

Информация

Проект первого индийского астрономического спутника

Правительство Индии приняло решение о запуске после 2005 г. первой национальной астрофизической обсерватории "Astrosat" с помощью собственной ракеты-носителя. На ее борту предполагает-

ся разместить астрономические приборы, работающие в двух диапазонах спектра – ультрафиолетовом и рентгеновском. По своим возможностям рентгеновская аппаратура "Astrosat" уступает ведущим астрономическим наблюдениям космическим обсерваториям: американской "Chandra" и западно-европейской "XMM-Newton" (Земля и Вселенная, 2000, № 4), но она сможет их дополнить.

Среди научных приборов спутника – телескопы, регистрирующие "мягкое" рентгеновское и ультрафиолетовое излучения, пропорциональный счетчик рентгеновского излучения и датчик для длительных наблюдений в широ-

Основными задачами деятельности РАКЦ являются:

1. Выполнение плана мероприятий академии в связи с 40-летием полета Ю.А. Гагарина и Г.С. Титова на кораблях "Восток" конструкции С.П. Королёва.

2. Расширение работ по заказам ведомств и организаций.

3. Работы по космическому образованию, в том числе дистанционному.

4. Расширение тематики работ с Росавиакосмосом и другими заказчиками.

5. Развитие международных связей со странами ближнего и дальнего зарубежья.

К своему юбилею РАКЦ приурочила проведение отчетно-выборной конференции, которая состоялась 2 апреля 2001 г. в Российском авиационно-космическом агентстве. Конференция единогласно избрала президентом РАКЦ известного российского ученого **Владимира Петровича Сенкевича**.

ком диапазоне спектра. Спутнику предстоит собирать информацию о процессах образования звезд, обладающих небольшим красным смещением. Создание счетчика фотонов для ультрафиолетового телескопа потребует помощи зарубежных ученых.

Разработкой оборудования обсерватории занимаются коллективы индийских ученых Института астрофизики в Бенгалуру и Та-товского института фундаментальных исследований в Мумбаи. Руководство работами возложено на Индийскую организацию космических исследований в Дели.

Science, 2001, 291, 1681

Открытие на Марсе плитовой тектоники

На конференции Американского геофизического союза в Сан-Франциско (штат Калифорния) обсужден доклад участников обработки данных, полученных с борта межпланетной станции "Mars Global Surveyor".

Детальная топография Марса и результаты измерения его гравитационного поля позволили предположить, что северная треть поверхности планеты на ранней стадии ее развития могла быть сформирована процессами плитовой тектоники. До сих пор единственной планетой с корой, разбитой на перемещающиеся плиты, считалась Земля.

Исследователи установили, что северный полюс Марса окружен чрезвычайно тонкой корой, которая, к тому же, весьма однородна по всему региону. Ясно, что в формировании планеты принимали участие тектонические процессы, сходные с теми, что привели на Земле к возникновению океанических бассейнов с их тонкой корой.

Подобная гипотеза, в частности, объясняет загадку "двойственного характера" Марса: северный регион планеты опустился и стал низменным, тогда как более мощная кора, преобладающая в южном полушарии, поднялась, образовав возвышенности.

Впервые высказал предположение о том, что на севере Марса возможна плитовая тек-

тоники, научный сотрудник Станфордского университета (Калифорния, США) Норман Слип. Его гипотеза, основанная лишь на геологических данных, успеха не имела. Марс прежде считался в тектоническом отношении "мертвым", заключенным в целостную "скорлупу" единственной плиты, неподвижной и не изменяющейся в течение длительного времени. Теперь подобное представление, по-видимому, придется отбросить, по крайней мере в отношении северной части планеты.

Новые выводы опираются на два вида очень точных измерений. Когда "Mars Global Surveyor" проходил на высоте всего 400 км над планетой, его лазерный альтиметр "осветил" на ее поверхности пульсирующими вспышками свыше 200 млн точек. Время поступления отраженного света, зафиксированное с беспрецедентной точностью, позволило судить о рельефе подстилающей местности с разрешимостью до 1.6 м!

Параллельно со скоростью до 59 мкм/с определялся доплеровский сдвиг радиосигнала, излучаемого бортовой аппаратурой. В местностях, над которыми пролетал аппарат, зарегистрированы малейшие отклонения гравитационного поля. В результате удалось зафиксировать такие массивные объекты, как горы, вулканы, или, наоборот, глубокие бассейны с их "недостающей" массой. Обнаружены значительные "перепады" в мощности марсианской коры. Если под южным полюсом она достигает 75 км, то в районе северного полюса становится почти вдвое тоньше (35 км).

По мнению геофизика Д. Стивенсона из Калифорнийского

технологического института в Пасадене, именно столь тонкая кора в области северных низин Марса служит свидетельством процессов плитовой тектоники, черпающей энергию из того теплового потока, что покидает планету.

Она "помогает" планете охлаждаться, порождая кору совсем иного типа. На Земле, как известно, новая кора формируется в срединно-океанических хребтах, затем охлаждается и погружается обратно в мантию, что и создает подобие круговорота веществ.

Д. Стивенсон и Ф. Ниммо из Кембриджского университета в Великобритании связывают исчезновение магнитного поля на Марсе с прекращением плитовой тектоники. Генерация магнитосферы требует присутствия раскаленного и расплавленного железного ядра, играющего роль динамо-машины.

Плитовая тектоника "откачивает" тепло с поверхности, в противном случае недра разогреваются почти до того же уровня, что и ядро, энергия уже не покидает его, и "динамо-машина" замирает.

Авторам гипотезы возражает участница обработки тех же данных Мария Зубер из Массачусетского технологического института в Кембридже (США). Она не исключает возможности, что тонкая равнинная и однородная кора на севере Марса образовалась в результате поднятия в районе северного полюса гигантского плюма – колонны расплавленного вещества. Этот процесс и сопровождался опусканием коры.

Science, 2000, 287, 218

Отечественные космонавты*



Онуфриенко Юрий Иванович (р. 1961), 84-й космонавт, 342-й астронавт мира. Родился в с. Рясное на Украине. В 1982 г. окончил Ейское высшее военно-воздушное авиационное училище летчиков им. В.М. Комарова, затем служил в полку истребителей-бомбардировщиков на Даль-

нем Востоке. Освоил несколько типов самолетов, инструктор парашютно-десантной подготовки, получил квалификацию "Военный летчик третьего класса", полковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (10-й набор) в 1989 г. Закончил общекосмическую подготовку в 1991 г. В одном из парашютных прыжков сломал руку и несколько месяцев лечился, чуть было не расставшись с мечтой о космосе. Без отрыва от подготовки к полетам закончил в 1994 г. факультет "Аэрокосмозекология" в Государственной академии нефти и газа Международного центра обучающихся

систем, получив квалификацию "инженер-эколог". С 1994 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-21 и -23" и по программам полетов на ОК "Мир" (ЭО-19 и -21) и МКС (МКС-2 и -4). Выполнил полет 21.02–2.09.1996 на КК "Союз ТМ-23" в качестве командира длительной экспедиции (ЭО-21/NASA-2) на ОК "Мир". Продолжительность полета – 193 сут 19 ч 07 мин 35 с. Совершил 6 выходов в открытый космос общей длительностью 1 сут 06 ч 50 мин. Готовится к полету в составе 4-й основной экспедиции на МКС. Герой России. Награжден орденами и медалями.



Падалка Геннадий Иванович (р. 1958), 89-й космонавт, 381-й астронавт мира. Родился в г. Краснодаре. После окончания в 1979 г. Ейского высшего военно-воздушного авиационного учили-

ща летчиков им. В.М. Комарова служил в авиационных частях. Освоил несколько типов самолетов, общий налет 1300 ч, получил квалификацию "Летчик первого класса", инструктор парашютно-десантной подготовки, полковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (10-й набор) в 1989 г. Завершил общекосмическую подготовку в 1991 г. Без отрыва от подготовки к полетам закончил в 1994 г. факультет "Аэрокосмозекология" в Государственной академии нефти и газа Международного центра обучающих систем, получив ква-

лификацию "инженер-эколог". С 1996 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-26 и -28" и по программам полетов на ОК "Мир" (ЭО-24/NASA-5/"Пегас" и ЭО-26). Выполнил полет 13.08.1998–28.02.1999 на КК "Союз ТМ-28" в качестве командира длительной экспедиции (ЭО-26) на ОК "Мир". Продолжительность полета – 198 сут 16 ч 31 мин 20 с. Совершил два выхода в открытый космос общей длительностью 6 ч 26 мин. Продолжает готовиться к полетам на МКС. Герой России. Награжден орденами и медалями.

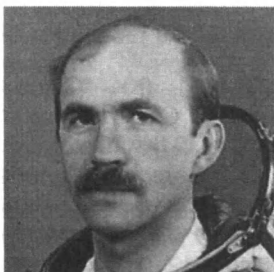
*Продолжение. Начало см.: 2001, №№ 1–4.



Пацаев Виктор Иванович (1933–1971), 25-й космонавт, 53-й астронавт мира. Родился в г. Актюбинске в Казахстане. После окончания в 1955 г. Пензенского индустриального института работал в Центральной аэрологической обсерватории, а за-

тем инженером-конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). До 1968 г. участвовал в разработке и испытаниях систем КК “Союз”, имеет несколько изобретений. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (1-й набор) в 1968 г. С 1969 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз” по программам длительных экспедиций на ОС “Салют”. Выполнил полет 6–30.06.1971 на КК “Союз-11” и ОС “Салют” (совместно с Г.Т. Добровольским и В.Н. Волковым) в качестве инженера-испытателя первой в мире экспедиции на пилотируемую

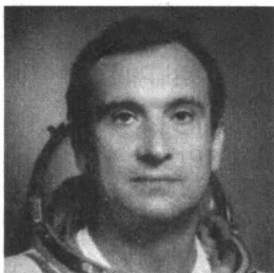
орбитальную станцию. За 23 сут 18 ч 21 мин 43 с провел на станции научно-технические эксперименты и медико-биологические исследования. На участке спуска с орбиты произошла разгерметизация кабины корабля, что привело к гибели экипажа. Похоронен в Кремлевской стене. В Актюбинске установлен его бронзовый бюст. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Почетный гражданин г. Актюбинска. Его имя носят улицы, учебные заведения, научно-исследовательское судно РАН и кратер на Луне.



Полещук Александр Федорович (р. 1953), 75-й космонавт, 286-й астронавт мира. Родился в г. Черемхово Иркутской обл. В 1977 г. закончил МАИ. С 1977 г. по

1989 г., работая инженером в НПО “Энергия”, занимался отработкой методик деятельности космонавтов в открытом космосе, автор нескольких изобретений. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (9-й набор) в 1989 г. С 1991 г. проходил тренировки в составе экипажей КК “Союз ТМ-16 и -21” и по программам длительных экспедиций на ОК “Мир” (ЭО-13 и -19). Участвовал во французских (“Антарес” и “Альтаир”) и американской

(“Мир–NASA-2”) космических программах. Выполнил полет 24.01–22.07.1993 в качестве бортингенера экипажа КК “Союз ТМ-16” на ОК “Мир” (ЭО-13 “Альтаир”) продолжительностью 179 сут 43 мин 45 с. Совершил два выхода в открытый космос общей длительностью 9 ч 58 мин. В 1977–89 г. работал инженером, сейчас – начальник отдела РКК “Энергия”. Проходит подготовку к полету на МКС. Герой России. Награжден орденами и медалями.



Поляков Валерий Владимирович (р. 1942), 66-й

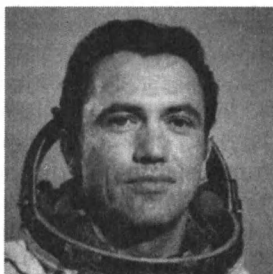
космонавт, 207-й астронавт мира. Родился в г. Туле. После окончания в 1965 г. 1-го Московского медицинского института им. И.М. Сеченова учился в клинической ординатуре Института медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского. В 1966–67 гг. работал старшим референтом НИИ со-

циальной гигиены и организации здравоохранения им. Н.А. Семашко, затем – старшим инспектором в 3-м Главном управлении Минздрава СССР (космическая медицина) и по совместительству врачом скорой помощи. В 1968 г. написал заявление о приеме в космонавты, в 1970 г. прошел медкомиссию. С 1971 г. по 1974 г.

учился в аспирантуре Института медико-биологических проблем (ИМБП), в 1976 г. стал кандидатом медицинских наук. Зачислен в отряд космонавтов-исследователей ИМБП (1-й набор) в 1972 г. В 1972–80 гг. – кандидат в космонавты-исследователи ИМБП. К 1979 г. завершил общекосмическую подготовку в ЦПК, одновременно вел научную работу в ИМБП и участвовал в послеполетных обследованиях космонавтов. С 1979 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз Т-2, -3, -10, ТМ-6 и -18” и по программам дли-

тельных полетов на станции “Салют-7” и ОК “Мир” (ЭО-3 и -15), а также участвовал в советско-афганской и -французской программах. Выполнил два полета в качестве космонавта-исследователя (врача) на КК “Союз ТМ-6/7, -18/20” и ОК “Мир” общей длительностью 678 сут 16 ч 34 мин 20 с: 29.08.1988–27.04.1989 (ЭП-3 и ЭО-3) и 8.01.1994–22.03.1995 (ЭО-15–17). Во втором полете установил мировой рекорд продолжительности полета – 437 сут 17 ч 58 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1995 г. В 1997 г. защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора медицин-

ских наук, профессор, академик Международной академии космонавтики и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, автор многих научных публикаций. С 1995 г. работает заместителем директора ИМБП по научной работе. Заместитель руководителя полетов ЦУП по медицине, принял участие в эксперименте “СФИНКС-99” (имитация полета на МКС). Герой Советского Союза и Герой России. Награжден орденами и медалями. Герой Афганистана.



Попов Леонид Иванович (р. 1945), 46-й космонавт, 93-й астронавт мира. Родился в г. Александрия на Украине. После окончания в 1968 г. Черниговского высшего военного авиационного училища летчиков до 1970 г. служил в истребительном полку ВВС. За-

числен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (5-й набор) в 1970 г. С 1973 г. по 1985 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз-22, -32, -35, -40, Т-7 и -13” и по программам полетов на ОС “Салют-6 и -7”, участвовал в советско-румынской программе. Без отрыва от подготовки к полетам и работы в ЦПК окончил в 1976 г. Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина, полковник. Выполнил три полета общей продолжительностью 200 сут 14 ч 45 мин 51 с в качестве командира экспедиций: 9.04–11.10.1980 (КК “Союз-35/37”) на ОС “Салют-6”, 14–

22.05.1981 (КК “Союз-40”) на ОС “Салют-6” и 19–27.08.1982 (КК “Союз Т-7/5”) на ОС “Салют-7”. В первом полете он и В.В. Рюмин провели эксперименты совместно с космонавтами Венгрии, Вьетнама и Кубы, а во втором – с румынским космонавтом. Ушел из отряда космонавтов в 1987 г. С 1989 г. – начальник управления вооружением ВВС. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, другими орденами и медалями. Герой Кубы, Венгрии, Вьетнама и Румынии.



Попович Павел Романович (р. 1930), 4-й космонавт, 6-й астронавт мира. Родился в п. Узин на Украине. В 1951 г. окончил Магнитогорский индустриальный техникум. Стал посещать аэроклуб и решил посвятить себя авиации. После окончания в 1954 г. Качинского военного авиационного училища летчиков до 1960 г. служил в авиационных частях. Зачислен в первый отряд космонавтов ЦПК ВВС в 1960 г. С 1960 г. по 1974 г. проходил подготовку для полетов на КК "Восток", "Союз" и на военных ОС "Алмаз" ("Салют-2 и -3"), по лунной програм-

ме в качестве командира корабля для облета Луны. 12–15.08.1962 совершил полет на КК "Восток-4", сблизился на расстояние до 5 км с кораблем "Восток-3", пилотируемым А.Г. Николаевым. Впервые в мире проведен групповой полет двух кораблей длительностью 70 ч, поддерживалась радиосвязь между космонавтами и с Землей и передавалось телевизионное изображение. В полете космонавты свободно плавали в кабине, проводили медико-биологические и другие эксперименты. Без отрыва от подготовки к полетам в 1968 г. окончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского, генерал-лейтенант. Второй полет по военной программе совершил 3–19.07.1974 в качестве командира КК "Союз-14" на ОС "Салют-3" (совместно с Ю.П. Артюхиным). Выполнил два полета общей продолжительнос-

тью 18 сут 16 ч 27 мин 28 с. В 1977 г. стал кандидатом технических наук. Ушел из отряда космонавтов в 1982 г. Работу в ЦПК совмещал с активной общественной деятельностью – депутат Верховного Совета Украины, заместитель председателя правления Советско-австрийского общества, участвовал в работе других общественных организаций. В 1985–91 гг. – директор Всесоюзного научно-исследовательского центра агропромышленного комплекса СССР "Агроресурсы", с 1992 г. – директор Института мониторинга земель и экосистем, председатель Ассоциации музеев космонавтики. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР и "Космос" (ФАИ), другими орденами и медалями, в т.ч. иностранными. Удостоен звания Герой Вьетнама. Почетный гражданин ряда городов России и Украины.



Родзhestvenskiy Валерий Ильич (р. 1939), 38-й космонавт, 81-й астронавт мира. Родился в Ленинграде. Пошел по стопам отца – военного моряка. После окончания в 1961 г. Высшего военно-

морского инженерного училища им. Ф.Э. Дзержинского служил в частях ВМФ. Командовал группой водолазов-глубоководников аварийно-спасательной службы Балтийского флота, полковник. Участвовал в подъеме затонувших кораблей. Призер соревнований на байдарках. Прочитав книгу о космонавтах, решил попробовать себя в новой профессии. Попал в группу космонавтов для полетов на КК "Союз" и ОС "Алмаз" по военным программам. Зачислен в отряд космонав-

тов ЦПК ВВС (3-й набор) в 1965 г. В период тренировок в ЦПК совершил полеты на самолетах различных типов, стал инструктором парашютно-десантной подготовки. С 1968 г. по 1976 г. проходил подготовку в составе экипажей "Союз-14–16, -21 и -23" и по программе полетов на военной ОС "Алмаз" (ОС "Салют-2, -3 и -5"). Выполнил полет 14–16.10.1976 г. на КК "Союз-23" (совместно с В.Д. Зудовым) в качестве бортинженера длительной экспедиции на ОС "Салют-5" продолжи-

тельностью 2 сут 06 мин 35 с. Экипажу пришлось досрочно возвратиться на Землю: во время причаливания к "Салюту-5" вышла из строя система управления сближением корабля, и стыковка была отменена. Экипаж ожидало еще одно испытание. Спускаемый аппарат приводнился ночью на озеро Тенгиз около Целинограда в ус-

ловиях снежного бурана, ледяных торосов, при температуре -20°C . Космонавты оказались вниз головой, а выходной люк – под водой, и невозможно было выйти из корабля. Поисково-спасательная служба освободила их из ледового плена и через 9 ч эвакуировала. Ушел из отряда космонавтов в 1986 г. С 1986г. – начальник отде-

ла управления, а с 1988 г. – заместитель начальника управления ЦПК по подготовке космонавтов. Внес большой вклад в создание тренажеров и других средств подготовки экипажей. В 1992 г. уволен в запас. С 1993 г. работает в компании "Мегаполис Индастри". Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.



Романенко Юрий Викторович (р. 1944), 42-й космонавт, 85-й астронавт мира. Родился в п. Колтубановский Оренбургской обл. Мечтал стать моряком, как отец. В школе занимался авиамоделизмом, после ее окончания работал бетонщиком, затем слесарем. Увлёкся авиацией и в 1966 г. окончил с отличием Черниговское высшее военное авиационное училище лет-

чиков, затем служил летчиком-инструктором в авиационных частях. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (5-й набор) в 1970 г. Без отрыва от тренировок и подготовки к полетам в ЦПК заочно окончил в 1984 г. Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина, генерал-майор. С 1973 г. по 1987 г. проходил подготовку в составе экипажей "Союз-16, -19, -25, -26, -33, -38, -40, Т-7 и ТМ-2" и по программам полетов на ОС "Салют-6, -7" и "Мир". Выполнил три полета в качестве командира экипажей общей длительностью 430 сут 18 ч 21 мин 30 с: 10.12.1977–16.03.1978 на ОС "Салют-6" (КК "Союз-26/27", совместно с Г.М. Гречко), 18–26.09.1980 на ОС "Салют-6" (КК "Союз-38", совместно с кубинским космо-

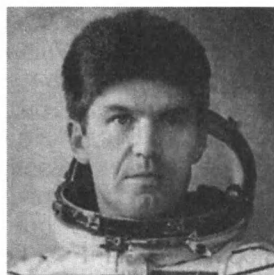
навтом Т. Мендесом) и 5.02–29.12.1987 на ОС "Мир" (КК "Союз Т-2/Т-3", совместно с А.И. Лавейкиным, ЭО-1). Совершил четыре выхода в открытый космос общей продолжительностью 10 ч 17 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1988 г. Работал начальником управления ЦПК. В 1995 г. уволен в запас. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Кубы и Чехословакии. Почетный гражданин ряда городов России, Казахстана, Чехословакии и США. Его дело продолжает сын Роман, который в 1997 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (14-й набор).



Рукавишников Николай Николаевич (р. 1932), 23-й космонавт, 51-й астронавт мира. Родился в г. Томске. Отец, инженер-железнодорожник, привил сыну любовь к технике. Это повлияло на выбор профессии – окончил в 1957 г. МИФИ и с тех пор работал инженером-конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). Читал лекции в обществе “Знание”. Принимал участие в разработке и изготовлении систем автоматического и ручного управления КК “Союз”, кандидат технических наук. Зачислен в отряд космонавтов-иссле-

дователей РКК “Энергия” (1-й набор) в 1968 г. С 1970 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз-10”, -16, -19, -28, и -33”, “Союз Т-3”, по лунной программе и по программам полетов на ОС “Салют” и “Салют-6”. Выполнил три полета в качестве бортинженера общей длительностью 9 сут 21 ч 10 мин 35 с: 23–25.04.1971 на КК “Союз-10”, 2–8.12.1974 на КК “Союз-16” и 10–12.04.1979 на КК “Союз-33”. Первый и третий полеты проходили драматично. В первом вместе с В.А. Шаталовым и А.С. Елисеевым должен был работать на борту первой ОС “Салют” в составе первого экипажа экспедиции, но стыковочный агрегат корабля при стыковке повредился и полного соединения не удалось достигнуть, пришлось возвратиться на Землю. Во втором полете провел испытания

стыковочного устройства нового типа для программы “Союз”–“Аполлон”. Из-за неисправности двигательной установки КК “Союз-33” полет с болгарским космонавтом Г. Ивановым чуть не закончился трагедией. Стыковку с ОС “Салют-6” отменили, и для торможения использовался дублирующий двигатель. Ушел из отряда космонавтов в 1987 г. Работал заместителем руководителя отдела РКК “Энергия”. В 1981–99 гг. возглавлял Федерацию космонавтики России. С 1999 г. – на пенсии. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Болгарии и Монголии. Почетный гражданин ряда городов России, Казахстана, Грузии, Монголии и США.



Рюмин Валерий Викторович (р. 1939), 41-й космонавт, 84-й астронавт мира. Родился в Комсомольске-на-Амуре. У отца, главного технолога завода, перенял интерес к инженерному делу. По окончании в 1958 г. Калининградского механического техникума работал стаже-

ром-револьверщиком на заводе ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). После службы в армии поступил на вечернее отделение Московского лесотехнического института. Получив в 1966 г. диплом инженера-электрика, пришел работать инженером-конструктором в ОКБ-1. Принимал участие в разработке документации испытаний КК “Зонд” (лунная пилотируемая программа) и проведении испытаний кораблей “Союз” на космодроме. В 1970 г. назначен заместителем ведущего конструктора ОС “Салют”, получил патенты на не-

сколько изобретений, кандидат технических наук. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (3-й набор) в 1973 г. С 1976 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз-25–27, -29, -32 и -35” и по программам полетов на ОС “Салют-6”. В 1982 г. назначен руководителем комплексных испытаний транспортных кораблей “Союз” и руководителем полета ОС “Салют-7”. С 1986 г. – заместитель Генерального конструктора РКК “Энергия”, в 1994–98 гг. руководил программами “Мир–Шаттл” и “Мир–NASA” с российской

стороны. В 1997–98 гг. прошел подготовку к полету на КК “Спейс Шаттл” по программе посещения и инспектирования ОК “Мир”. Выполнил четыре полета общей длительностью 371 сут 17 ч 26 мин: 9–11.10.1977 на КК “Союз-25”; 25.02–19.08.1979 на ОС “Салют-6” (КК “Союз-32/34”); 9.04–11.10.1980 на ОС “Салют-6” (КК “Союз-35/37”) в качестве бортинженера и 2–12.06.1998 на ОК “Мир” (КК “Дискавери”, программа STS-91) в качестве четвертого специалиста полета. В первом полете не удалось состы-

коваться с ОС “Салют-6”, на которой по программе первой основной экспедиции (вместе с В.В. Коваленком) должен был работать 100 сут, пришлось возвратиться на землю после 2 сут. Во время второго полета произошло несколько нештатных ситуаций, в их числе – зацепилась за конструкцию станции антенна радиотелескопа КРТ-10 при ее отстреле, космонавты совершили выход в открытый космос продолжительностью 1 ч 23 мин и отделили антенну. При посадке из-за сильного ветра спускае-

мый аппарат КК “Союз-34” дважды ударился и долго тащился по земле, пока не отстрелили стропы парашюта. Ушел из отряда космонавтов в 1987 г. С 1998 г. – директор программы МКС с российской стороны. Дважды Герой Советского Союза. Лауреат Государственных премий СССР и России. Почетный член Международной академии astronautики. Награжден Золотой медалью им. К.Э. Циолковского АН СССР, другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Венгрии, Вьетнама и Кубы.



Савиных Виктор Петрович (р. 1940), 50-й космонавт, 100-й астронавт мира. Родился в д. Березкины Кировской обл. После окончания в 1960 г. Пермского техникума железнодорожного транспорта проходил службу в армии. В 1969 г. закончил Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. В 1969–75 гг. работал инженером-конструктором

в ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). Занимался разработкой приборного оборудования для космических аппаратов и бортовой документации, принимал участие в управлении полетами кораблей, имеет авторские свидетельства на изобретения, доктор технических наук. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (4-й набор) в 1978 г. С 1981 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз Т-3, -4, -7, -8, -10, -12, -13 и -15”, “Союз ТМ-3 и -5” и по программам полетов на ОС “Салют-6 и -7”, “Мир”, советско-болгарской программе. Выполнил три полета в качестве бортинженера общей длительностью 252 сут 18 ч 37 мин 42 с: 12.03–26.05.1981 на ОС “Салют-6”

(КК “Союз Т-4”), 6.06–21.11.1985 на ОС “Салют-7” (КК “Союз Т-13/14”) и 7–17.06.1988 на ОС “Мир” (КК “Союз ТМ-5/4”). Во время второго полета осуществил монтаж панели солнечной батареи на ОС “Салют-7”, выход в открытый космос продолжался 5 ч. Ушел из отряда космонавтов в 1989 г. С этого времени – ректор Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии. Член коллегии Министерства образования РФ, Государственной службы геодезии и картографии. Дважды Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Герой Монголии. Почетный гражданин ряда городов России и Монголии.



Савицкая Светлана Евгеньевна (р. 1948), 53-й космонавт, 111-й астронавт мира. Родилась в Москве в семье маршала авиации Е.Я. Савицкого, героя Великой Отечественной войны. Выбрав профессию отца, окончила в 1971 г. Центральную летно-техническую школу, а в 1972 г. — МАИ. Работала летчиком-инструктором Центрального аэроклуба им. В.П. Чкалова в Москве. Абсолютная чемпионка мира по высшему пилотажу (1970 г.), за-

служенный мастер спорта. Установила 17 рекордов полетов в стратосфере, 3 мировых рекорда прыжков с парашютом с высоты 14 км, 15 мировых рекордов на реактивных самолетах, освоила 20 типов самолетов, в т.ч. сверхзвуковые. В 1974–87 гг. работала летчиком-испытателем Министерства авиационной промышленности. С 1987 г. — инженер-конструктор РКК “Энергия”. Зачислена в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” в 1980 г. С 1981 г. проходила подготовку в составе экипажей КК “Союз Т-7, -12 и -15” для полетов по программам работы на ОС “Салют-7” и “Мир”. Выполнила два полета общей длительностью 19 сут 17 ч 07 мин: 19–27.08.1982 на ОС “Салют-7” (КК “Союз Т-7/5”) в качестве космонавта-исследова-

теля и 17–29.07.1984 на ОС “Салют-7” (КК “Союз Т-12”). Во время второго полета впервые в мире работала 3 ч 35 мин в открытом космосе (совместно с В.А. Джанибековым), провела эксперимент по сварке металлов с помощью универсального ручного инструмента. Ушла из отряда космонавтов в 1993 г. В 1993–94 г. — заместитель начальника отдела РКК “Энергия”, кандидат технических наук. С 1995 г. — депутат Государственной Думы. Член Центрального совета Всероссийского общественно-политического движения “Духовное наследие”. Дважды Герой Советского Союза. Награждена Золотой медалью и 18 дипломами ФАИ, 16 золотыми спортивными медалями СССР, рядом орденов и медалей.



Сарафанов Геннадий Васильевич (р. 1942), 31-й космонавт, 72-й астронавт мира. Родился в с. Синенькие Саратовской обл. В школе увлекся радиотехникой: ремонтировал приемники, собирал усилители и даже радиостанцию. По

рекомендации школьного учителя поступил в Балашовское высшее военное авиационное училище летчиков. После его окончания с отличием в 1964 г. служил в авиационных частях. Освоил несколько типов самолетов, получил квалификацию “Военный летчик первого класса”, полковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (3-й набор) в 1965 г. С 1968 г. по 1980 г. проходил подготовку по программе полетов на военной ОС “Алмаз”. Выполнил полет длительностью 2 сут 12 мин 11 с 26–28.08.1974 на КК “Союз-15”

(старт и посадка впервые проходили ночью) в качестве командира экспедиции на ОС “Салют-3”. Во время сближения со станцией отказала система управления, и корабль трижды не смог состыковаться с “Салютом-3”, топлива осталось только на спуск. Ушел из отряда космонавтов в 1986 г. Работал в ЦПК, затем в обществе “Знание”, сейчас — в промышленном объединении “Автоматика, наука и технологии”. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Почетный гражданин ряда городов России.



Севастьянов Виталий Иванович (р. 1935), 22-й космонавт, 47-й астронавт мира. Родился в г. Красноуральске Свердловской обл. Вскоре семья переехала в г. Сочи, где учился в школе и работал матросом на прогулочном катере. Собирался поступать в кораблестроительный институт, но учился в МАИ, где увлекся космонавтикой. После окончания в 1959 г. института – инженер-конструктор в ОКБ-1 (ныне РКК “Энергия”). Затем окончил аспирантуру



Серебров Александр Александрович (р. 1944), 52-й космонавт, 110-й астронавт мира. Родился в Москве. После окончания в 1967 г. МФТИ занимался научной деятельностью на одной из кафедр института, кандидат технических наук. С 1976 г. по 1995 г. работал в РКК “Энергия”. Принимал участие в создании и

и защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор более 200 научных публикаций и 6 изобретений. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (1-й набор) в 1968 г. С 1969 г. по 1975 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз-6, -9, -11, -17 и -18”, по лунной программе и по программам полетов на ОС “Салют” и “Салют-4”. Выполнил два полета в качестве бортинженера общей длительностью 80 сут 16 ч 19 мин 08 с: 1–19.06.1970 на КК “Союз-9” и 24.05–26.07.1975 на ОС “Салют-4” (КК “Союз-18”). В первом полете установил мировой рекорд длительности экспедиции на транспортных кораблях (совместно с А.Г. Николаевым). Во втором полете (совместно с П.И. Климуком) выпол-

испытания модификаций КК “Союз”. Зачислен в отряд космонавтов РКК “Энергия” (4-й набор) в 1978 г. С 1981 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз Т-7, -8 и -14”, “Союз ТМ-2, -4, -5, -7, -8, -15 и -17” и по программам полетов на ОС “Салют-7”, “Мир” и российско-французской программе. Выполнил четыре полета в качестве бортинженера общей длительностью 372 сут 22 ч 54 мин 49 с: 19–27.08.1982 на ОС “Салют-7” (КК “Союз Т-7/5”), 20–22.04.1983 на КК “Союз Т-8”, 5.09.1989–19.02.1990 на ОК “Мир” (КК “Союз ТМ-8”, ЭО-5) и 1.07.1993–14.01.1994 (КК “Союз ТМ-17”, ЭО-14/“Аль-

нил обширную программу научно-технических и медико-биологических исследований на станции. Ушел из отряда космонавтов в 1993 г. С тех пор – депутат Государственной Думы от фракции КПРФ. Действительный член Международной академии астронавтики и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, член Союза журналистов России. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, де Лаво (ФАИ) и “За заслуги в развитии науки” (ЧССР), другими орденами и медалями. Удостоен премии им. Гуггенхаймов Международной академии астронавтики и Государственной премии СССР. Почетный гражданин ряда городов России и США.

таир”). Совершил 10 выходов в открытый космос общей продолжительностью 1 сут 07 ч 51 мин. Вместе с А.С. Викторенко 1 и 5.02.1990 г. испытали в открытом космосе ранцевый аппарат (средство передвижения космонавтов), удаляясь от комплекса “Мир” на 33–45 м. С 1988 г. – президент Всероссийского молодежного аэрокосмического общества “Союз”, организует ежегодные детские конкурсы “Космос”. Ушел из отряда космонавтов в 1995 г. Вице-президент Международного фонда им. Ю.А. Гагарина, советник фонда “Реформа”. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

При подготовке опубликованных выше и в предыдущих номерах нашего журнала биографических справок о космонавтах, других материалов по космонавтике и подборе иллюстраций к ним использовались отечественные издания, включая энциклопедию "Космонавтика" (М., 1986), сборники "Освоение космического пространства в СССР. 1957–1988 гг.", книги: Н.П. Каманин "Скрытый космос" (в 3 томах, М., 1995–1999), Б.Е. Черток "Ракеты и люди" (в 4 томах, М., 1984–1999), книгу-справочник "Советские и российские космонавты. 1960–2000 гг." (М., 2001), а также журнал "Новости космонавтики" (1992–2001 гг.), иллюстративные материалы РКК "Энергия" и ЦПК; зарубежные источники, в том числе CD-ROM "Encyclopedia Astronautika", ФРГ, 2000.

(Продолжение следует)

С.А. ГЕРАСЮТИН,
Е.П. ЛЕВИТАН

Информация

Околоземная астрономия XXI века

Институт астрономии РАН выступил инициатором проведения конференции "Околоземная астрономия XXI века". Она состоялась в Звенигороде 21–25 мая 2001 г. Конференция собрала 130 участников – вполне обычное число для астрономических мероприятий такого рода. А вот представляли они необычно большое число организаций – 46, что указывает на важность и злободневность околоземной астрономии. Напомним, что это уже вторая конференция по околоземной астрономии, первая состоялась в Обнинске в 1998 г. (Земля и Вселенная, 2000, № 3).

Можно отметить две главные причины повышенного интереса к тематике конференции в настоящий момент. Во-первых, растущая загрязненность пространства "космическим мусором", уже представляющая явную угрозу для космических аппаратов. Во-вторых, осмысленные возможности столкнове-

ния Земли с космическим телом и его последствий. Угрозу этого в последнее время усиленно раздувают средства массовой информации.

Во вступительном слове заместитель директора ИНАСАН доктор физико-математических наук Б.М. Шустов охарактеризовал достижения околоземной астрономии как пример успешного взаимодействия фундаментальных и прикладных наук.

Доклады были разделены на группы по тематике, каждой из которых отводилось отдельное заседание. Здесь невозможно перечислить все доклады, поэтому приведем только названия разделов: "Исследование поведения малых тел естественного происхождения в околоземном космическом пространстве", "Выпадение космического вещества на Землю. Астероидно-кометная опасность", "Наблюдения ИСЗ и контроль космического пространства", "Космический мусор: моделирование, наблюдения, комплексный анализ", "Околоземный космос и Солнечная система". Этот перечень охватывает практически весь диапазон проблем, которыми занимается околоземная астрономия. Что касается области пространства, попадающей под

определение "околоземная", то она простирается от поверхности Земли (представлен доклад о движении метеороидов в атмосфере) до границ Солнечной системы (доклад о миграции транснептуновых тел к Земле).

Надо отметить необычный характер проведения конференции. С трибуны прозвучало сравнительно мало докладов. Зато много было стендовых докладов, и на каждом заседании один из членов оргкомитета делал обзор докладов по тематике заседания. Кроме того, много времени отводилось на обсуждения – "круглые столы" – в конце каждого заседания. Это прямо связано с большим числом организаций, представленных на конференции, и необходимостью координации в их работе.

Заключительное заседание было посвящено Звенигородской обсерватории ИНАСАН, к 40-летию основания которой приурочена конференция. Поздравлявшие преподнесли адреса и памятные подарки Звенигородской обсерватории и лично ее основателю и многолетнему руководителю профессору Алле Генриховне Масевич.

Н. С. БАХТИГАРАЕВ,
В. А. ЮРЕВИЧ

“Первый свет” ОБТ-интерферометра

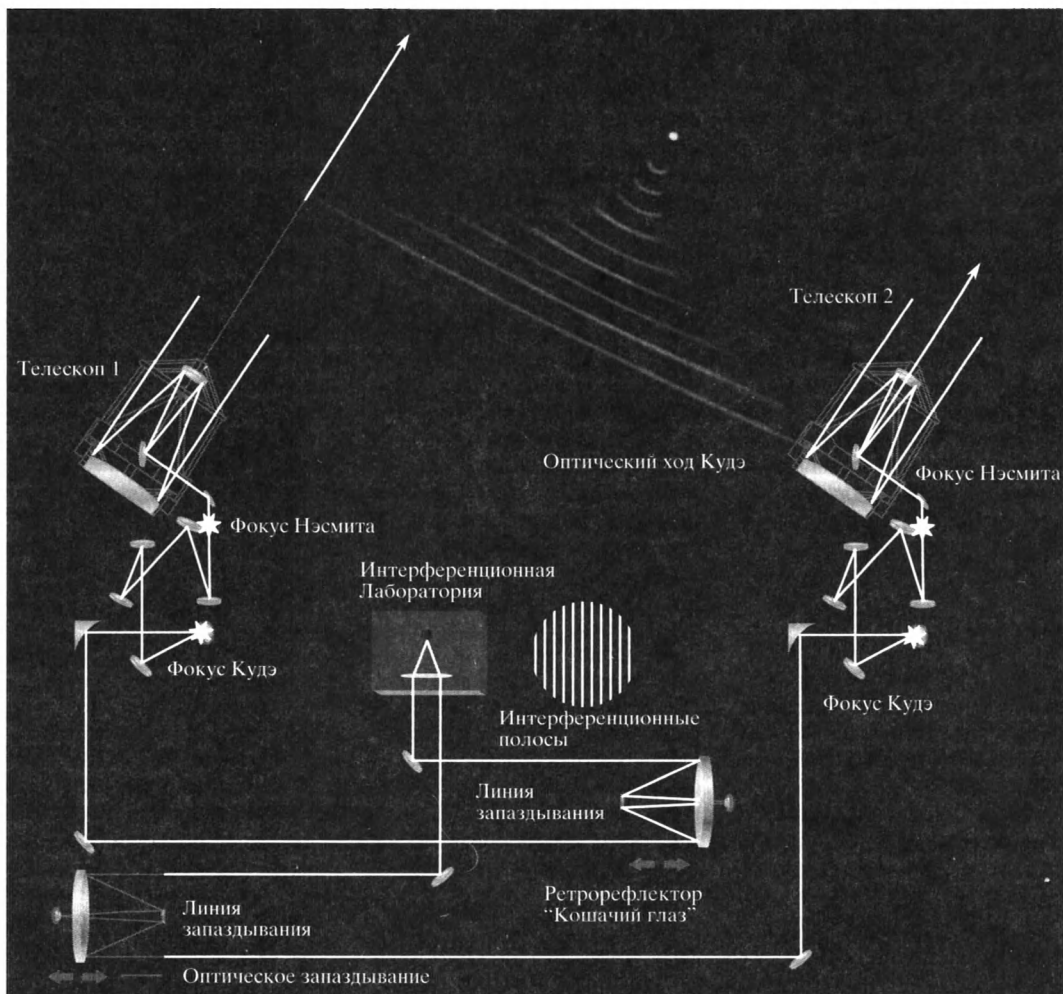
Очередной большой шаг в программе Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории сделан 17 марта 2001 г. Проведены первые пробные наблюдения с использованием интерферометра. Свет от

Сириуса упал на два небольших телескопа (диаметр 40 см). Два пучка света от них прошли отведенным путем сквозь туннели и попали в подземную Интерферометрическую Лабораторию, расположенную в центре Обсерватории. Объединившись, они создали на приемнике излучения картину из светлых и темных полос. По своей разрешающей способности интерферометры равноценны телескопам с диаметром зеркала, равным расстоянию между телескопами. С их помощью астрономы изучают тонкую структуру протяженных объектов (ту-

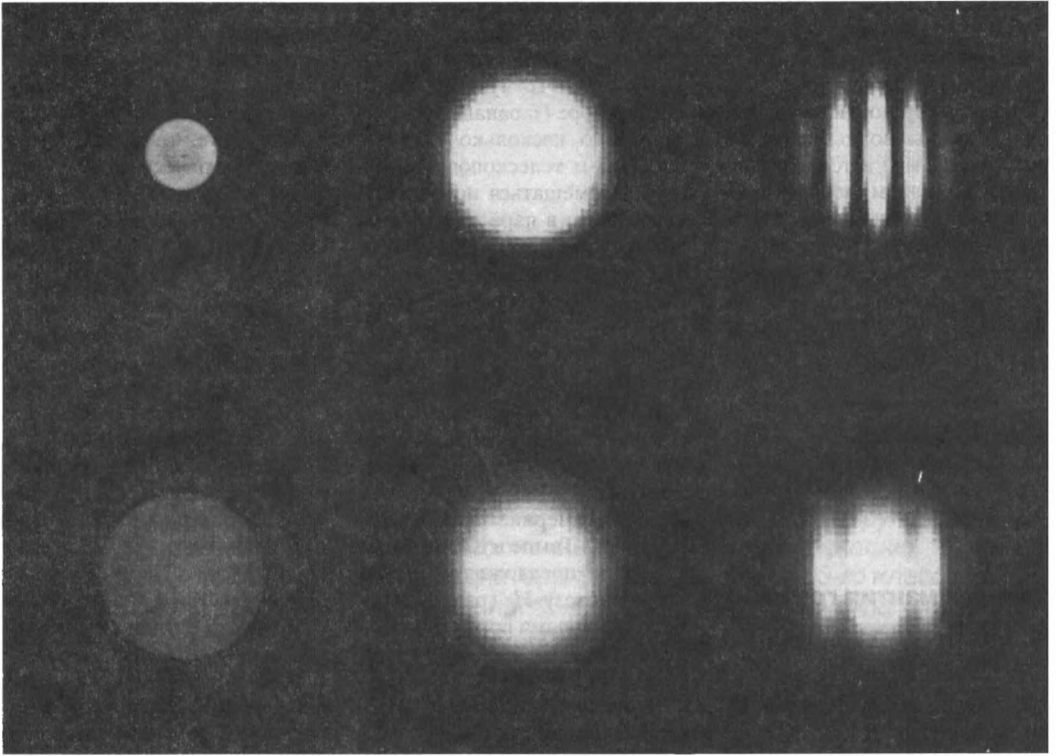
манностей, галактик), измеряют расстояния между близкими звездами и даже диаметры звезд.

Уже в следующую ночь был получен и первый научный результат – измерен угловой диаметр звезды Альфард (α Ser) – $0.00929'' \pm 0.00017''$. Это соответствует угловому расстоянию между фарами автомобиля на расстоянии в 35 000 км. (Оценка точности получена по расхождению отдельных измерений, длительностью 2 мин каждое).

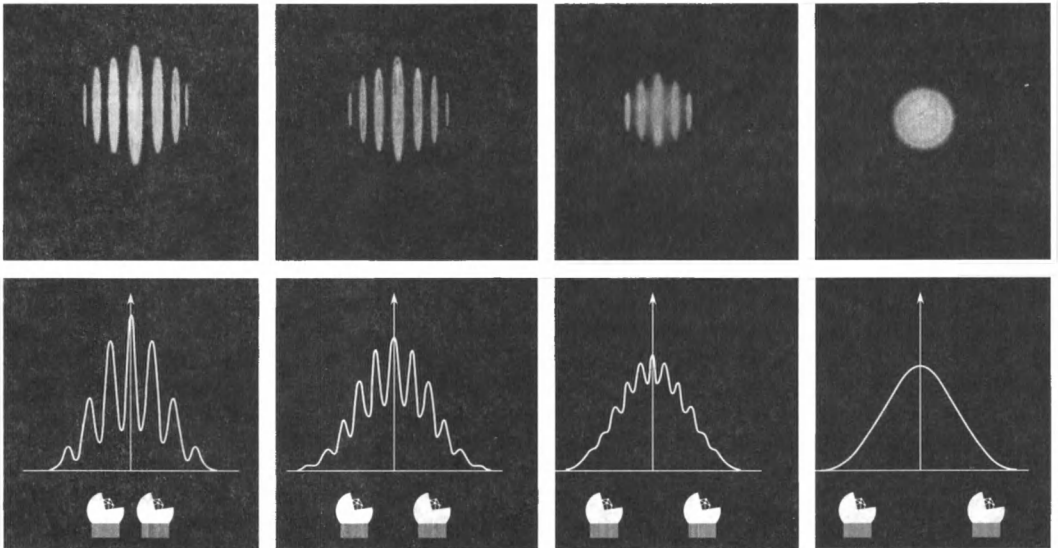
Испытания показали, что сложнейшая оптико-механическая система со множеством



Оптическая схема ОБТ-интерферометра.



Изображения двух звезд разного диаметра (слева) при наблюдениях в телескоп (середина) с помощью интерферометра (справа). Чем меньше звезда, тем четче интерференционная картина. По ее виду можно определить угловой диаметр звезды.



Изменения интерференционной картины при увеличении базы интерферометра (расстояния между телескопами). Верхний ряд – изображения звезды, средний – фотометрические разрезы, нижний – расстояние между телескопами. При достаточно большом расстоянии (крайнее правое) интерференционная картина исчезает. По этому моменту можно вычислить угловой диаметр звезды.

зеркал, включающая большое число электронных устройств, отъюстирована великолепно. Она должна гарантировать стабильность установки в пределах одной длины волны наблюдаемый (0.0022 мм) в течение двух минут. При этом нужно учитывать даже изменения во взаимном положении телескопов и небесного объекта вследствие вращения Земли.

После окончательного ввода системы в строй с ней начнут работать самые большие – 8.2-м зеркала ОБТ. На площадке ОБТ на горе Параналь будет установлено несколько “небольших” 1.8-м телескопов, способных перемещаться по рельсам, для работы в паре с большими 8.2-м зеркалами. Ожидается, что первая комбинация пучков света от двух больших зеркал

образуется в конце 2001 г. При максимальном расстоянии между зеркалами (200 м) разрешающая способность ОБТ-интерферометра достигнет 0.0005” в видимом свете, что соответствует 2 м на поверхности Луны.

ESO Press Release 06/01
18 March 2001

Информация

Там, где мантия граничит с ядром

Расплавленное железное ядро Земли соприкасается с нижним (“каменным”) слоем мантии на глубине около 2900 км. Внезапное падение скорости сейсмических волн на 10–30% в нижней мантии говорит о необычных физических свойствах в пограничной области. Природа происходящих изменений остается неясной.

Геофизики, сейсмологи и специалисты по физике минералов из университетов Британской Колумбии в Ванкувере (Канада), американских штатов Аризона в Темпе и Калифорния в Беркли предложили следующую гипотезу. На границе вместе с осадочными породами скапливается расплавленное железо, поступающее из ядра наверх.

Образуется примерно километровый по толщине слой, способный вызвать сейсмические эффекты, а также нутации – наблюдаемые геодезистами мелкие колебания в движении земной оси. Энергия этих движений черпается из приливных сил, вызываемых тяготением Луны и Солнца, содрогающих вещество планеты.

В результате в жидкости внутреннего земного ядра возникают движения, которые и переносят его магнитное поле в область проводящего слоя, образующегося на границе. Это, в свою очередь, колеблет твердь мантии и приводит к наблюдаемой нутации планеты.

Анализ длинного ряда наблюдений, проведенный геодезистами из Мадрасского университета (Индия) и Массачусетского технологического института в Кембридже (США), подтвердил существование на границе ядра с мантией тонкого слоя, обладающего проводящими свойствами. Он и служит “замедлителем” сейсмических волн.

Science, 2000, **290**, 1257, 1274, 1338

Озеро Чад может исчезнуть

Пресноводное озеро Чад в Африке, площадь которого в середине 1960-х гг. составляла 25 тыс. км², по данным космических снимков в последние 35 лет потеряло около 95% своей акватории и теперь занимает всего 1350 км².

В качестве причины катастрофического обезвоживания Чада называют образование широтной засушливой области Сахель – от Атлантического океана вплоть до Красного мо-

ря, вдоль всей южной границы Сахары. Вот уже почти 30 лет в этой зоне осадки совсем не выпадают.

Между тем сотрудники Университета штата Висконсин (США) под руководством гидролога М. Коу и эколога Дж. Фоли, построившие компьютерные модели климата и процессов землепользования в этом регионе, установили, что в иссушении крупнейшей африканской акватории немалую роль сыграла человеческая деятельность.

В 1983–93 гг. площадь искусственно орошаемых полей

увеличилась вчетверо. Причем используют в основном воду из Чада, пополнение осадками которого давно уже прекратилось. Численность же населения в этом регионе растет очень быстрыми темпами, а с ней, естественно, и потребление воды. Ученые пришли к прискорбному выводу: если ничего чрезвычайного не случится, озеро Чад можно считать обреченным на исчезновение.

Science, 2001, **291**, 2081
Journal of Geophysical
Research, 27.02.2001

Первая основная экспедиция

31 октября 2000 г. в 10 ч 52 мин 47 с* к Международной космической станции (МКС) стартовал корабль **“Союз ТМ-31”** с экипажем первой основной экспедиции МКС-1: Ю.П. Гидзенко, С.К. Крикалёв (РФ) и У. Шеперд (США). Члены этого экипажа выполняли двойные обязанности, одну – на корабле, другую – на МКС. Командиром экспедиции и бортинженером-2 КК “Союз ТМ-31” назначен У. Шеперд, Ю.П. Гидзенко – пилотом станции и командиром корабля, С.К. Крикалёв – бортинженером-1. К прилету экипажа МКС-1 станция состояла из модулей “Заря”, “Звезда”, “Юнити” (Unity), грузового корабля “Прогресс М1-3”, трех герметичных адаптеров РМА и сегмента Z-1 основной фермы (Земля и Вселенная, 1999, № 2; 2000, № 6). В процессе работы первой экспедиции МКС пополнилась лабораторным модулем “Дестини” (Destiny), двумя “грузовиками” “Прогресс М1-4” и

“Прогресс М-44”, сегментом секции фермы Р-6, на которой были раскрыты панели солнечных батарей и радиаторы терморегулирования.

*Командир корабля “Союз ТМ-31” и пилот МКС полковник **Гидзенко Юрий Павлович** родился 26 марта 1962 г. в с. Еланец на Украине. В 1983 г. окончил Харьковское высшее военное авиационное училище летчиков им. С.И. Грицевца, в 1994 г. – Московский государственный университет геодезии и картографии. После окончания училища проходил службу в качестве летчи-*

ка и старшего летчика в частях ВВС Одесского военного округа, получил квалификацию “Военный летчик 3-го класса”. Освоил три типа самолетов, общий налет – 850 ч. Инструктор парашютно-десантной подготовки, выполнил 170 прыжков с парашютом. В 1987 г. Ю.П. Гидзенко зачислен в отряд космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина. С 3 сентября 1995 г. по 29 февраля 1996 г. совер-

Экипаж КК “Союз ТМ-31” и первой основной экспедиции МКС: Ю.П. Гидзенко (РФ), У. Шеперд (США) и С.В. Крикалёв (РФ). Фото С.А. Герасютина.



* Здесь и далее приведено декретное московское время.

шил космический полет продолжительностью 179 сут 01 ч 42 мин на КК "Союз ТМ-22" и ОК "Мир" в качестве командира экипажа 20-й основной экспедиции вместе с С.В. Авдеевым и астронавтом ESA Томасом Райтером (программа "Евромир-95"). Выполнил два выхода в открытый космос общей длительностью 6 ч 14 мин. Ему присвоена квалификация "Инструктор-космонавт-испытатель 2-го класса".

Бортинженер КК "Союз ТМ-31" и МКС Крикалёв **Сергей Константинович** родился 27 августа 1958 г. в Ленинграде. В 1981 г. окончил с отличием Ленинградский механический институт и стал работать в НПО "Энергия" (ныне РКК "Энергия" им. С.П. Королёва). Занимался разработкой инструкций для космонавтов, методикой отображения информации на пультах и дисплеях базового блока станции "Мир", корректировкой бортовой документации. В 1985 г. зачислен в отряд космонавтов НПО "Энергия". В качестве бортинженера совершил два космических полета на кораблях "Союз ТМ" и ОК "Мир": 26.11.1988–27.04.1989 по программе ЭО-4 и советско-французской программе экспедиции посещения "Арагац" вместе с А.А. Волковым и Жан-Лу Кретьеном (Франция); 18.05.1991–25.03.1992 по программам 9-й и 10-й основных экспедиций и советско-английской программе экспедиции посещения "Джюно" вместе с А.П. Арцебарским и Хелен Шарман (Великобрита-

ния). Выполнил семь выходов в открытый космос общей длительностью 36 ч 29 мин. Решение о переходе С.К. Крикалёва в экипаж 10-й основной экспедиции было принято незадолго до окончания работы 9-й основной экспедиции. В 1990 г. назначен заместителем начальника отдела НПО "Энергия". В 1992 г. отобран для первого полета российского космонавта на американском КК "Спейс Шаттл". Третий космический полет совершил 3–11.02.1994 на корабле "Дискавери" по программе STS-60. В январе 1996 г. назначен бортинженером первой основной экспедиции на МКС, старт которой намечался на май 1998 г. В связи с изменением графика сборки МКС и переносом старта экипажа МКС-1 С.К. Крикалёв был включен в экипаж корабля "Индевор" STS-88 (2–14.12.1998), который состыковал на орбите первые два модуля новой станции. Общая продолжительность четырех космических полетов С.К. Крикалёва составляет 483 сут 09 ч 38 мин. Ему присвоена квалификация "Инструктор-космонавт-испытатель 1-го класса".

Бортинженер-2 корабля "Союз ТМ-31" и командир МКС капитан 1-го ранга ВМС США **Уильям Шеперд (William Shepherd)** родился 26 июля 1949 г. в г. Оук Ридж (шт. Теннесси). В 1967 г. закончил среднюю школу "Аркадия" в г. Скотсдейл (шт. Аризона), в Академии ВМС США получил степень бакалавра в области аэрокосмического машиностроения (1971 г.), в Мас-

сачусетсском технологическом институте – диплом инженера по океаническому инженерингу и степень магистра по механике (1978 г.). После окончания Академии в 1971 г. служил в отрядах боевых пловцов. В мае 1984 г. отобран кандидатом в астронавты NASA. В качестве специалиста полета совершил три космических полета общей длительностью 18 сут 08 ч: 2–6.12.1988 на КК "Атлантик" (STS-27); 6–10.10.1990 на КК "Дискавери" (STS-41); 22.10–1.11.1992 на КК "Колумбия" (STS-52). С ноября 1995 г. по январь 1996 г. – заместитель руководителя программы МКС. С октября 1996 г. проходил подготовку к полету в основном экипаже МКС-1.

В состав дублирующего экипажа КК "Союз ТМ-31" вошли полковник Дежуров Владимир Николаевич, Тюрин Михаил Владиславович (РФ) и капитан 1-го ранга ВМС США Кеннет Бауэрсокс (Kenneth Bowersox).

"Союз ТМ-31" состыковался с МКС 2 ноября 2000 г. в 12 ч 20 мин 57 с. Он причалил к стыковочному узлу служебного модуля "Звезда", на котором ранее находился грузовой корабль **"Прогресс М1-3"**. Этот "грузовик" стартовал 6 августа 2000 г. в 21 ч 26 мин 42 с, а 8 августа в 23 ч 12 мин 56 с состыковался с МКС со стороны агрегатного отсека модуля "Звезда". "Прогресс М1-3" стал первым грузовым кораблем в составе новой станции. **1 ноября 2000 г.** в 07 ч 04 мин 49 с "Про-

Дублирующий экипаж корабля "Союз ТМ-31": К. Бауэрсокс (США), М.В. Тюрин и В.Н. Дежуров (РФ). Фото С.А. Герасютина.

гресс М1-3" освободил стыковочный узел и в тот же день по команде ЦУП прекратил свое существование в 10 ч 53 мин 20 с.

Основные задачи экипажа МКС-1: расконсервация систем служебного модуля "Звезда" и функционально-грузового блока "Заря"; установка и подключение оборудования дооснащения на модуле "Звезда"; поддержание работоспособности станции; прием двух грузовых кораблей "Прогресс"; перестыковка корабля "Союз ТМ-31" с кормового узла модуля "Звезда" на боковой (нижний) узел блока "Заря"; проведение регламентно-профилактических работ на блоке "Заря"; выполнение программы научно-прикладных исследований; прием трех кораблей "Спейс Шаттл", совместная работа с их экипажами и передача смены экипажу МКС-2, который прибудет на КК "Дискавери" (STS-102).

Состав исследований и экспериментов на начальном этапе строительства российского сегмента МКС определяется "Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых на российском сегменте МКС в период развертывания (1999–2003 гг.)". Программа разработана РКК "Энергия" с участием головных организаций по тематическим направлениям Координа-



ционного научно-технического совета Росавиакосмоса, она утверждена Росавиакосмосом и Российской академией наук 12 сентября 1999 г.

Экипажу МКС-1 предстояло выполнить **12 экспериментов** по трем направлениям исследований – медико-биологические, геофизические и технические:

- исследование состояния жидких сред организма в условиях космического полета (эксперимент "Спрут-МБИ");

- анализ и изучение микрофлоры пародонта в условиях космического полета (эксперимент "Пародонт");

- исследование функциональных возможностей организма человека в космическом полете и уточнение механизмов его адаптации при различных сроках пребывания в условиях микрогравитации с учетом особенностей конкретного периода полета космонавта (эксперимент "Кардио-ОДНТ");

- разработка метода краткосрочного прогнози-

рования радиационной обстановки и дозовых нагрузок на экипаж в рабочих отсеках станции в зависимости от фазы цикла солнечной активности (эксперимент "Прогноз");

- исследование биологически значимых дозовых нагрузок на организм человека в космическом полете (эксперимент "Брадоз");

- наблюдение и регистрация развития катастрофических явлений с борта МКС и разработка критериев классификации и дешифрирования их признаков (эксперимент "Ураган");

- исследование плазменно-пылевых кристаллов и жидкостей в условиях микрогравитации (эксперимент "Плазменный кристалл");

- разработка методов идентификации источников возмущений при нарушении условий микрогравитации на борту МКС (эксперимент "Идентификация");

- экспериментальная отработка метода оперативного определения и уточнения динамических характеристик МКС, необ-

ходимых для повышения точности определения ориентации, прогноза функционирования бортовых систем (эксперимент "Тензор");

- исследование влияния режимов функционирования штатного и научного оборудования, построения ориентации и других динамических операций на МКС (эксперимент "Изгиб");

- разработка методов высокоточной ориентации научных приборов в пространстве, определение рассогласования осей научных приборов и датчиков ориентации на разных этапах полета МКС (эксперимент "Привязка");

- определение и анализ магнитных полей на МКС для повышения точности определения ориентации с помощью магнитометрических датчиков (эксперимент "Искажение").

16 ноября 2000 г. в 4 ч 32 мин 36 с с МКС **стартовал** грузовой корабль "**Прогресс М1-4**". Этому "грузовику" предстояло стыковаться не совсем обычным образом. Впервые корабль должен был причалить к модулю, который находился в середине станции, – боковому (нижнему) стыковочному узлу блока "Заря". Учитывая, что при таком положении антенны системы стыковки находятся в невыгодных условиях работы, создали иную схему сближения. Сначала "грузовик" сближается по системе стыковки "Курс модуля "Звезда", а затем на этапе зависания перенацеливает свою систему стыковки на модуль "Заря".

18 ноября "Прогресс М1-4" сблизился с МКС и

пошел на стыковку. Во время причаливания корабль начал раскачиваться, пришлось перейти на ручное управление. Освещенность оказалась недостаточной, экипаж плохо видел стыковочную мишень. Но и в этих условиях Юрий Гидзенко, уверенно управляя кораблем, успешно завершил стыковку уже вне зоны радиовидимости. Стыковка произошла в 6 ч 47 мин. "Прогресс М1-4" доставил на МКС 2379.63 кг расходуемых материалов и грузов, в том числе 976.7 кг топлива для поддержания ориентации станции и проведения маневров коррекции ее орбиты.

1 декабря в 6 ч 06 мин 01 с к МКС с космодрома на мысе Канаверал **стартовал корабль "Индевор"** по программе **STS-97** (полет 4А – по графику сборки МКС). Цели полета: доставка фермы Р6 с двумя солнечными батареями, ее монтаж на сегменте Z1, раскрытие панелей солнечных батарей и подключение их к единой системе электропитания МКС, подготовка модуля "Юнити" к прибытию американского лабораторного модуля "Дестини". Экипаж КК "Индевор": Брент Джетт, Майкл Блумфилд, Джозеф Тэннер, Карлос Норьега и Марк Гарно (Канада).

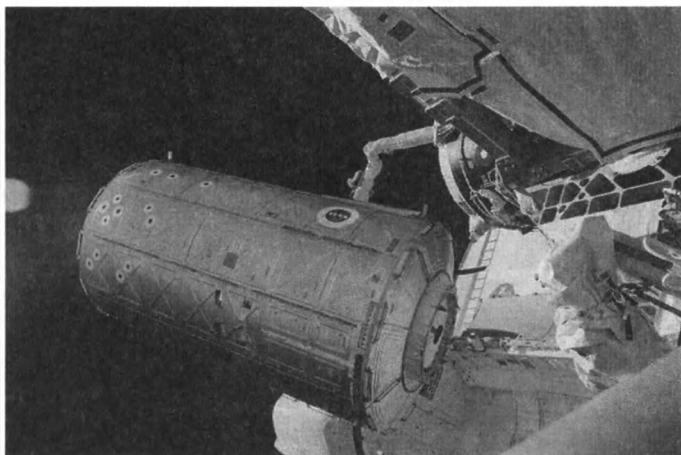
"Индевор" (STS-97) должен был стыковаться к адаптеру РМА-3, т.е. к боковому (нижнему) узлу модуля "Юнити". Чтобы реактивные двигатели американского корабля не повредили "Прогресс М1-4", его после старта КК "Индевор" отстыковали 1 декабря

2000 г. в 19 ч 22 мин 53 с. "Грузовик" оставили на орбите в автономном полете, а после окончания работы с "Шаттлом" вернули на прежнее место.

2 декабря в 22 ч 59 мин 44 с "**Индевор**" **состыковался с МКС**. С помощью канадского дистанционного манипулятора экипаж корабля установил на сегменте Z1 ферму Р6 с двумя солнечными батареями. Во время выходов в открытый космос Дж. Тэннер и К. Норьега установили кабели между гермоадаптером РМА-1 и блоком "Заря" для дополнительной подачи электропитания от новых солнечных батарей на российский сегмент, поменяли расположение некоторых силовых кабелей и фиксаторов для ног на модуле "Юнити". 8 декабря космонавты открыли переходные люки, и оба экипажа ненадолго встретились. Уже на следующий день, в соответствии с программой полета, им пришлось проститься. **9 декабря** в 22 ч 13 мин 08 с корабль "Индевор" отделился от МКС и **12 декабря** в 2 ч 03 мин 25 с **приземлился** на мысе Канаверал.

26 декабря 2000 г. в 14 ч 03 мин 15 с грузовой корабль "**Прогресс М1-4**" снова **причалил** к боковому (нижнему) стыковочному узлу блока "Заря". Экипаж МКС работал в телеоператорном режиме управления. 18 января 2001 г. к МКС должен был стартовать корабль "Атлантик" по программе STS-98 (полет 5А). Однако в предшествующем ему декабрь-

Американский лабораторный модуль "Дестини" (длина 8.7 м, масса 14 т) с помощью манипулятора вынимается из грузового отсека КК "Атлантис" для последующей стыковки с МКС 10 февраля 2001 г. Фото NASA.



ском запуске "Индевор" STS-97 (полет 4A) выявили достаточно серьезные неполадки при отделении боковых ускорителей, что угрожало безопасности экипажа. Кроме того, основная цель полета 5A (по графику сборки МКС) – доставка американского лабораторного модуля "Destiny" стоимостью 1.5 млрд. долларов. Старт "Атлантиса" перенесли на февраль, а запуск экипажа МКС-2 – на март. С запуска модуля "Дестини" начинается задача управления полетом от российского Центра управления американскому.

Корабль "Атлантис" по программе STS-98 (5A) стартовал 8 февраля 2001 г. в 2 ч 13 мин 11 с, 9 февраля в 19 ч 50 мин 51 с состыковался с МКС к адаптеру РМА-3 МКС. Экипаж корабля: Кеннет Кокрелл, Марк Полански, Роберт Кёрбим, Марша Айвинс и Томас Джонс. После старта "Атлантиса" в тот же день в 14 ч 26 мин 04 с от МКС отстыковали корабль "Прогресс М1-4", прекративший свое существование 8 февраля в 19 ч 45 мин 23 с.

Встреча экипажей КК "Атлантис" и МКС прошла сразу после стыковки. 10 февраля с помощью дистанционного манипулятора корабля сняли герметичный адаптер РМА-2 (он находился на продольной оси

модуля "Юнити"). На место этого адаптера с помощью того же манипулятора установили лабораторный модуль "Дестини". Во время выходов в открытый космос астронавты Р. Кёрбим и Т. Джонс установили на нем адаптер РМА-2 и подключили коммуникации модуля в контур МКС.

Работая совместно, экипажи объединили вычислительные комплексы и системы управления движением российского и американского сегментов МКС. 16 февраля экипажи попрощались, и в 17 ч 05 мин 50 с "Атлантис" отчалил от станции. Он приземлился 20 февраля 2001 г. в 23 ч 33 мин 05 с на запасной посадочной полосе авиабазы Эдвардс (шт. Калифорния).

Несмотря на включение модуля "Дестини" в состав МКС, российский ЦУП не передал все управление американскому, как планировалось. Специалисты NASA стали понимать, что это длительный процесс, и его надо осуществлять общими усилиями, обеспечивая безопасность

экипажа и безаварийную работу технических средств.

Шла подготовка к старту очередного "грузовика". Чтобы освободить для него стыковочный узел на модуле "Звезда" (со стороны агрегатного отсека), 24 февраля произведена перестыковка КК "Союз ТМ-31" на боковой узел блока "Заря". В 13 ч 06 мин 40 с корабль отошел от станции, и в 13 ч 35 мин 44 с Ю.П. Гидзенко уверенно привел его к другому стыковочному узлу.

26 февраля 2001 г. в 11 ч 09 мин 35 с стартовал грузовой корабль "Прогресс М-44". 28 февраля в 13 ч 35 мин 44 с он пристыковался к модулю "Звезда". Все прошло штатно, вмешательство экипажа не потребовалось. "Прогресс М-44" доставил на станцию 2542.82 кг грузов, в том числе 1012 кг топлива.

Полет первой основной экспедиции на МКС близился к завершению. Планировалось закончить его в феврале. Старт корабля "Дискавери" по программе STS-102 (5A.1) с экипажем второй основной экс-



Космонавты на борту МКС (10 марта 2001 г.): верхний ряд – экипаж КК “Дискавери” (STS-102) Д. Келли, П. Ричардс, Д. Уэзерби и Э. Томас; нижний ряд – экипажи первой и второй основных экспедиций Ю. Гидзенко, С. Крикалёв, У.Шеперд, С. Хелмс, Ю. Усачёв и Д. Восс. Фото NASA.

педиции (МКС-2) перенесли на март. **Запуск** корабля состоялся **8 марта** в 14 ч 42 мин 08 с. **10 марта** в 9 ч 38 мин 18 с корабль **стыковался с МКС**. Экипаж КК “Дискавери”: Джеймс Уэзерби, Джеймс Келли, Эндрю Томас, Пол Ричардс. На корабле прилетели еще трое: Юрий Владимирович Усачёв (РФ), Джеймс Восс и Сьюзен Хелмс (США) – **экипаж МКС-2**.

Экипажи корабля и станции встретились после стыковки, предварительно проверив герметичность стыка. **11 марта** состоялся первый выход в открытый космос, во время которого Д.Восс и С.Хелмс демонтировали и закрепили на

левом борту модуля “Юнити” герметичный адаптер РМА-3. На следующий день на освободившийся стыковочный узел установили грузовой модуль “Леонардо” массой 10.5 т, разработанный итальянскими специалистами. Возвращаемый грузовой модуль MPLM (малый герметичный модуль снабжения) “Леонардо” доставил в герметичном отсеке 10 стоек и 4 складские платформы с научным оборудованием и расходуемыми материалами общей массой 5.3 т. Этот модуль манипулятором “Шаттла” пристыковался к МКС и после разгрузки возвратился на Землю для последующего использования. **13 марта** во время вто-

рого выхода в открытый космос Э.Томас и П.Ричардс установили платформу, где в последующем будут монтироваться канадский дистанционный манипулятор SSRMS (манипулятор дистанционного управления космической станции), контейнеры для хранения оборудования (снаружи станции), кабели для питания и управления манипулятором. После разгрузки модуля “Леонардо” его вернули в грузовой отсек корабля “Дискавери”. **19 марта** У.Шеперд передал командование Ю.В. Усачёву, в 5 ч 32 мин были закрыты переходные люки, и в 7 ч 31 мин 52 с “Дискавери” **отстыковался от МКС**. **21 марта 2001 г.** в 10 ч 31 мин корабль **приземлился** на мысе Канаверал вместе с **экипажем МКС-1**.

Экипаж первой основной экспедиции полностью выполнил программу, длительность его полета составила 140 сут 23 ч 38 мин.

В. И. ЛЫНДИН

Звездолеты стартуют из “Орлёнка”

Д. А. ГУЛЮТИН,
Государственный космический научно-производственный центр
им. М.В. Хруничева

“В соответствии с программой исследования космического пространства руководство Космоцентра приняло решение провести серию исследовательских экспедиций к 12 звездным системам. Комплексную исследовательскую программу “Звездные странники” поручено курировать Всероссийскому молодежному аэрокосмическому обществу (ВАКО) “Союз”. Для выполнения программы пригласить представителей аэрокосмических организаций. Из них сформировать 12 звездных экипажей. Экипажам звездолетов предстоит выполнить перелет к звездным системам по индивидуальным маршрутам и провести их всестороннее исследование”.

Это сообщение Высшего совета Космоцентра было доведено до космических курсантов, прибывших ве-

чером 12 августа 2000 г. к башне обсерватории. Над уютной площадкой, расположенной на вершине Лунной горы, зазвучала песня “Трава у дома”, сразу настроив всех на волнующий и торжественный лад. Ведь именно с этой песни традиционно начинается дорога космонавтов к старту. Позади непростые испытания, которые устроили курсантам инструкторы и сталкеры – так здесь называют наставников.

Нет, это вовсе не цитата из фантастического романа. С этих событий в одном из семи лагерей Всероссийского детского центра “Орлёнок” – “Солнечном” началась 10-я юбилейная смена ВАКО “Союз”. Десять лет проводит это общество в “Орлёнке” свои смены, но столь необычной, как в августе 2000 г., еще не было. Ведь в ее рамках проведена сюжетно-

ролевая игра “Звездные странники”, в которой приняли участие 90 мальчишек и девчонок в возрасте от 10 до 16 лет из многих регионов России. Открыл смену и игру специально прибывший для этого в “Орлёнок” летчик-космонавт Герой России А.И. Лазуткин. Благодаря ему начало получилось красивым и романтичным. Одна из предстартовых традиций – посадка дерева. Согласно другой космонавты на Байконуре, отправляясь в полет, расписываются на двери гостиничного номера. В “Орлёнке” тоже была такая дверь. Под торжественную музыку оставил свой автограф космонавт, а затем предложил сделать то же ребятам, как бы передавая эстафету идущим вслед за ним в таинственный и прекрасный мир космоса. По оценкам самих



ребят, этот эпизод открытия оказался одним из наиболее ярких и незабываемых.

В дальнейшем юных космических курсантов ждала насыщенная программа. Сначала были сформированы 12 экипажей, которые прошли подготовку к воображаемому полету. В экипаже, согласно сценарию, семь человек: командир, пилот, астронавигатор, врач, космодесантник и два бортинженера. Причем последние были и главными конструкторами своего корабля. Каждый из участников игры (включая инструкторов и стелкеров-вожатых) мог выбрать себе игровой псевдоним, что сделало смену еще более необычной и увлекательной.

С членами экипажа разных специальностей проводилась отдельная подготовка. Для этого в "Орлёнок" приехали специалисты. Так, подготовкой командиров экипажей занималась заместитель директора Поволжского центра аэрокосмического образования Т.В. Эргле. С бортинженерами занятия проводили методист Центра развития творчества детей и юношества заслуженный изобретатель Российской Федерации А.С. Гетман и заместитель исполнительного директора ВАКО "Союз" Б.Ю. Зайцев. С пилотами работал начальник информационно-технического отдела ВАКО "Союз", сотрудник НИИ Проблем передачи информации Д.В.Кудря-

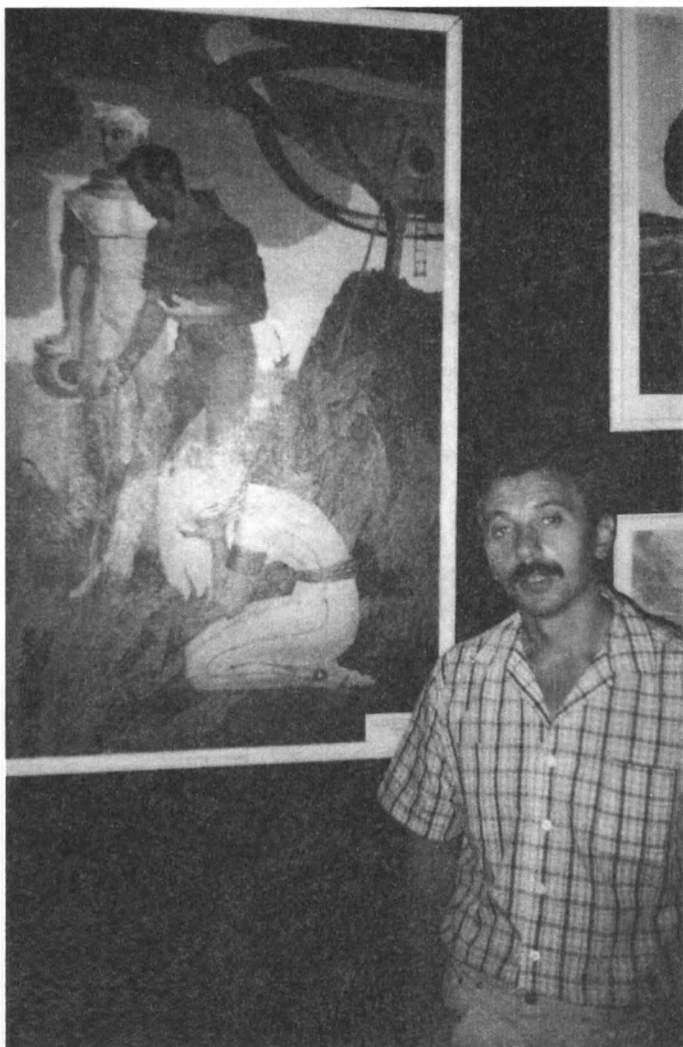
Участники смены "Звездные странники" – 13-й отряд детского лагеря "Солнечный".

ков. Космических врачей обучала методист ВАКО "Союз" М.О. Хамайко. Космодесантников готовил сотрудник Московского планетария преподаватель Московского государственного университета культуры и искусств А.В. Фесенко. Автор этой статьи обучал курсантов-астронавигаторов. Общее руководство сменой и игрой осуществлял исполнительный директор ВАКО "Союз" А.В. Горшков. Неоценимые услуги в проведении игры специалистам смены оказали вожатые "Орлёнка" Н. Крючкова, Е. Петух, И. Славкина, А. Медведев,

Почетный гость "Орлёнка" летчик-космонавт А.И. Лазуткин в галерее обсерватории у картины Г. Голобокова "Возвращение".

Т. Качанова, Г. Науянис. Экипажи получили серьезную подготовку: физическую, интеллектуальную (в виде брифингов и мастер-классов), психологическую и специальную.

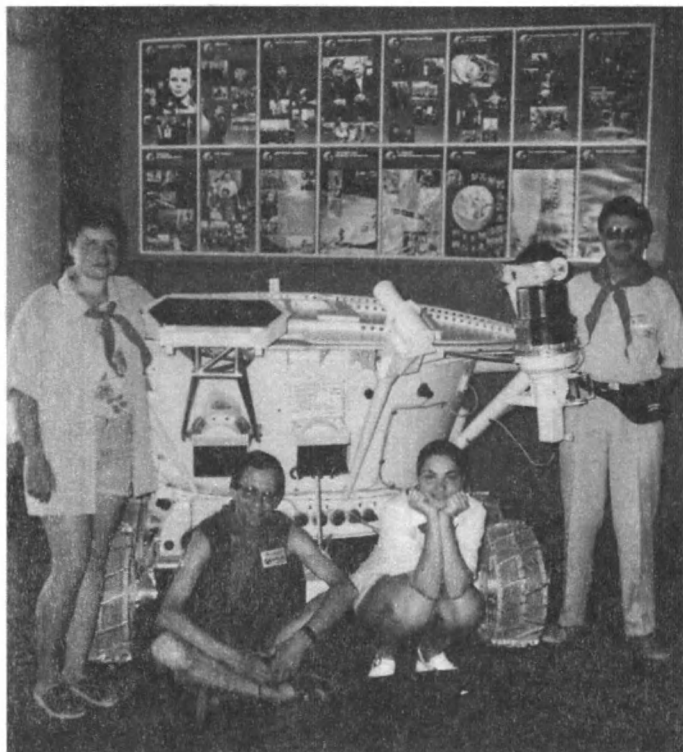
"Орлёнок" – настоящий ребячий город на берегу Черного моря, со своими традициями и легендами, яркой неповторимой историей. В 2000 г. он отпраздновал 40-летие. Центр оснащен всем необходимым для учебы и отдыха. Есть там Дом авиации и космонавтики с отличной тренажерной базой, где можно на центрифуге покрутиться и летный скафандр примерить, научиться укладывать парашют и стрелять. Здесь же размещен космический музей с уникальными экспонатами: макеты первых советских спутников, космических аппаратов "Марс-3", "Луна-16", "Луноход-2", подлинный спускаемый аппарат "Космос-47" беспилотного корабля "Восход", совершившего полет в октябре 1964 г. А рядом – компьютерный класс, авиатренажер, кабинет космической медицины. Чтобы разобраться, "к каким звездам мы летим", построена обсерватория: башня с 300-мм телескопом-рефлектором и два радиотелескопа. Под руководством опытных инструкторов экипажи прокладывали свои маршруты к 12 звездам летнего



неба. Чтобы было интереснее, Высший совет Космцентра выбрал для проведения экспедиций звезды разных спектральных классов. Это Вега (созвездие Лиры), Денеб и Альбиreo (Лебедь), Альтаир (Орел), Гемма (Северная Корона), Арктур (Волпас), Антарес (Скорпион), Полярная (Малая Медведица), Шедар (Кассиопея), Альгениб (Пегас), Бенетнаш (Большая Медведица) и Садалсууд (Водолей).

"Долетев" до цели, нужно было правильно сориентироваться на незнакомом небе среди других созвездий. В этом экипажам звездолетов помогла специальная компьютерная программа PcSpace 2.2, способная воспроизводить положение звезд для иных миров.

Невозможно рассказать о всех методах, применяемых в сюжетно-ролевой игре "Звездные странники". Остановимся лишь на



Специалисты смены "Звездные странники", обучающие ребят, у макета "Лунохода-2" в "Доме авиации и космонавтики "Орлёнка": Т.В. Эргле, Д.А. Гулютин, М.О. Хамайко и Б.Ю. Зайцев.

некоторых. Прежде всего необходимо сказать о методике проведения мастер-классов, где использовался "сократический диалог", к которому А.В. Фесенко в "Орлёнке" прибегает уже третий год. Благодаря этому методу ребята не пассивно слушают лекции, а сами учатся размышлять, отыскивать связь между предметами и явлениями. Замечено, что в процессе такого диалога участники от чисто научных и технических вопросов неизменно переходят к эстетическим и морально-этическим. Обращение к ним — один из важнейших элементов "орлятских" смен.

Интересно отметить и моменты, непосредственно связанные с игрой. Так, например, перед "стартом" каждому экипажу было не-

обходимо научиться прокладывать маршрут полета, т.е. находить на небе звезду-цель. Для этого использовалась методика, разработанная в Московском планетарии и описанная в статье Б.А. Максимачева (Земля и Вселенная, 1978, № 2). Астронавигаторы получали на руки "слепую" карту в виде круга, ограничивающего участок звездного неба в несколько десятков градусов, что моделировало вид в иллюминатор космического корабля. При этом на карте находились как искомая звезда, так и навигационные звезды, используемые для ее поиска. Результаты поиска представлялись на ватмане во время защиты разработанного маршрута полета, в котором участвовал

весь экипаж. Ребятам также полагалось ответить на вопросы о звездах и созвездиях.

Не менее интересной оказалась и защита бортинженеров, конструкторов своих звездолетов. Впрочем, в разработке корабля также участвовал весь экипаж. Жюри представляли эмблему экипажа, его девиз, чертеж звездолета, сообщали его название, размеры, компоновку, тип и принцип работы двигателей. В завершение ребята собирали из подручных материалов оригинальные по устройству макеты звездолетов, что выявило творческий подход ребят к поставленной задаче.

Подготовка всех членов экипажей закончилась. Пришло время "старта"! Он был произведен со стартовой площадки космопорта, расположенного на "астероиде" 2188 Орлёнок. Этот астероид получил имя в 1981 г., а участники смены "Звездные странники" предложили названия, которые можно в будущем использовать для деталей его рельефа. Во время предстартовой церемонии, как и при открытии смены, были применены элементы театрального действия. На этот раз участники игры выполнили ритуал, не входящий в арсенал современных космических тра-

Пилот звездолета "Юнити" ("Единство") Катя Сидоренко знакомится с целью полета – звездой Альбирио – в обсерватории "Орлёнка".

диций. Он связан с произведением замечательного французского писателя и летчика Антуана де Сент-Экзюпери "Маленький принц". По сюжету, Маленький принц живет, как известно, на астероиде и выращивает розу – символ чистоты и совершенства. Командиры экипажей перед "стартом" полили розу, что стало еще одним торжественным и волнующим моментом игры.

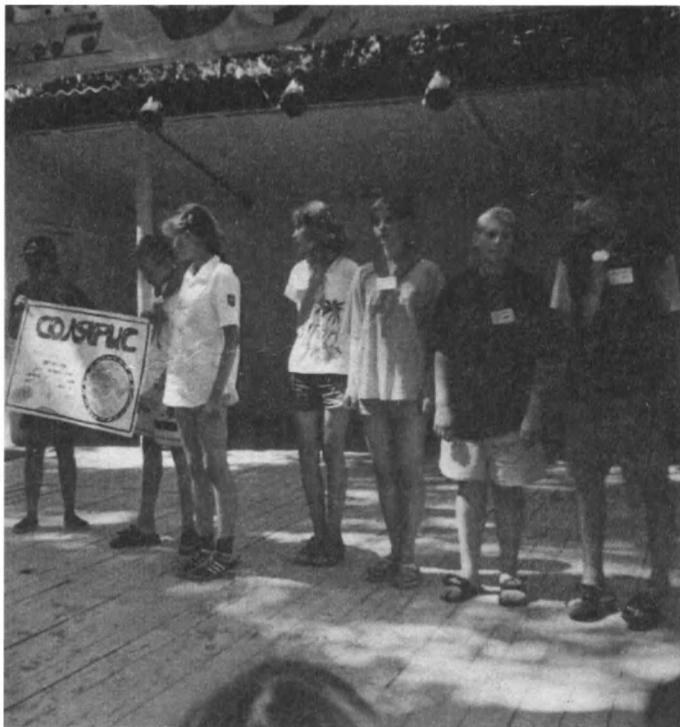
И вот дан "старт". Впереди экипажей звездолетов ждали фантастические приключения, закончившиеся успешно. Навигаторы привели корабли к цели, пилоты совершили мягкую посадку, космодесантники высадились и добыли интереснейшие сведения об исследуемых планетах. В сюжет игры вплелись и морские купания, и походы в горы. Здесь стоит отметить компьютерную программу, разработанную специально для пилотов Д.В. Кудряковым. Благодаря ей совершалась посадка кораблей на исследуемые планеты. Программа позволяет, контролируя расход топлива, высоту над поверхностью планеты и скорость корабля, добиться мягкой посадки.

С помощью радиолокации планеты космодесантники выбрали оптимальные места посадок. Использовалось приспособление, разработанное в



США и описанное в статье В.Г. Сурдина (Земля и Вселенная, 1997, № 1). В специально подготовленной коробке создали пластилиновый "рельеф планеты". Коробку закрыли крышкой с отверстиями. Участники игры карандашом, играющим роль радиолуча, измеряли глубину его проникновения. В результате многих таких измерений создали карту участка поверхности планеты, по которой и

определили оптимальную точку "посадки". Космодесанникам выдали слайд с изображением планетного ландшафта, полученного фотокамерой "разведывательного автоматического зонда". По нему можно было составить представление о планете. В заключение экипажи представили свои отчеты в виде стенгазет. Этот этап, пожалуй, оказался одним из самых творческих. Рассказывая о перипетиях на по-



верхности планеты, ребята демонстрировали созвездия чужих небес на карте "местного" звездного неба



Экипаж звездолета "Солярис" защищает свой проект экспедиции.

и даже сочинили весьма поэтические легенды о них.

"Звездные странники" подготовили гала-концерт, который состоялся на сцене Дворца культуры и спорта "Орлёнка". Члены звездных экипажей оказались не только преданными поклонниками космонавтики и астрономии, но и отличными исполнителями песен, танцев и даже акробатических номеров. Старшие их товарищи и преподаватели не остались в долгу и подготовили веселую космическую буффонаду. Завершилась смена традиционно. Ребята и взрослые встали в круг, чтобы еще раз посмотреть друг другу в глаза, ощутить тепло дружеских рук и спеть песни, которые сотни раз звучали здесь. "Орлята" августа 2000-го надолго запомнят свою смену, новых друзей, необыкновенную игру и полюбившиеся им песни. Вот слова одной из них:

«Белая птица в танце кружится над волной,
вот и настало время проститься нам с тобой.

Будем идти мы, с ветрами споря, за мечтой.

Дружбу "Орлёнка", зори "Орлёнка" мы увезем с собой...».

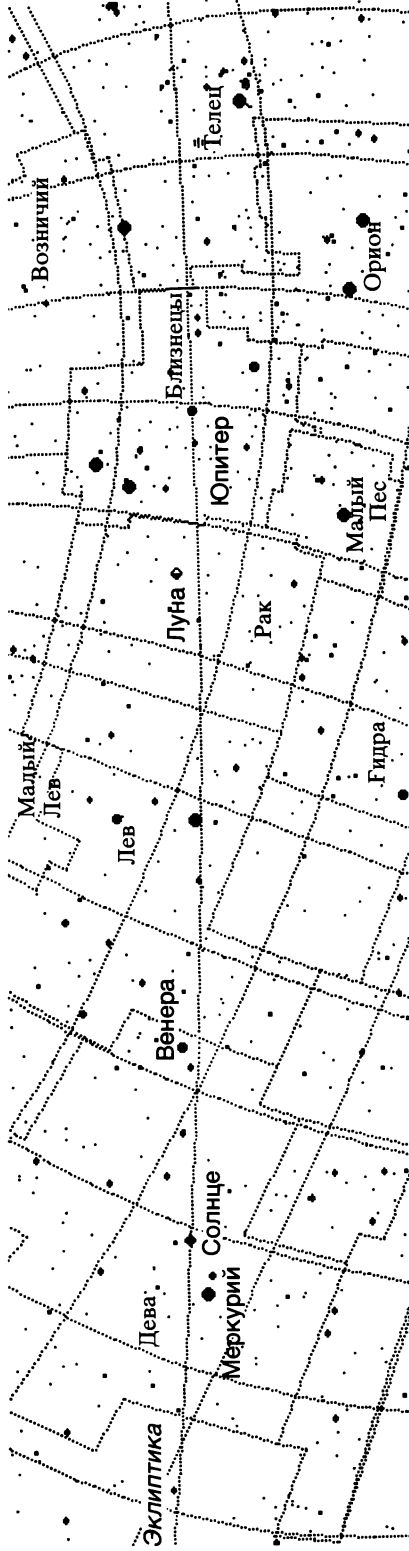
Заккрытие смены. Д.В. Кудряков, Б.Ю. Зайцев, А.В. Фесенко и ребята из Московской астрокосмической школы "Арго" с флагом ВАКО "Союз".

Небесный календарь: ноябрь–декабрь 2001 г.

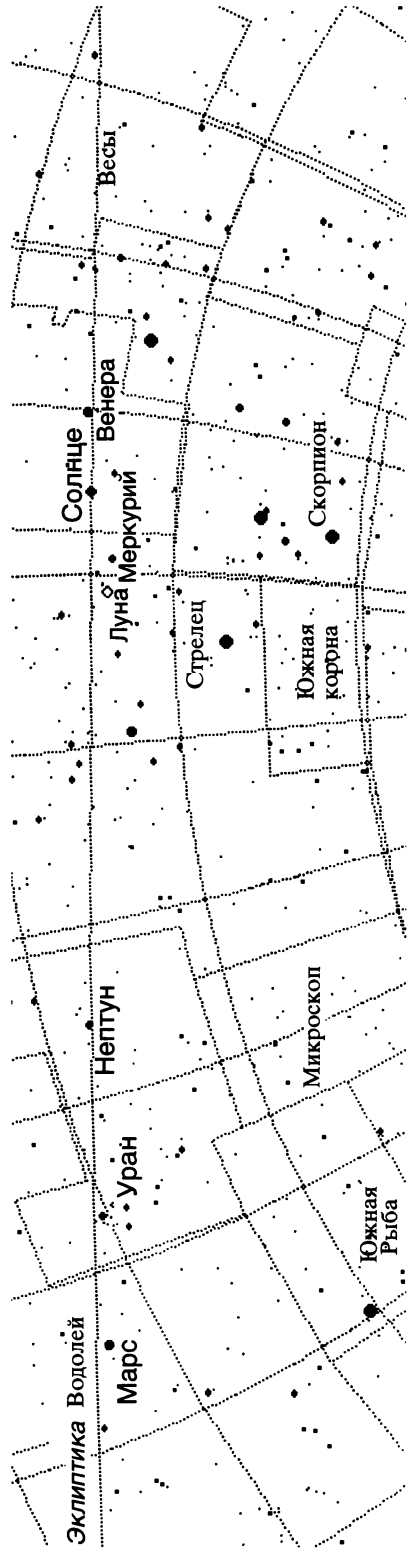
Таблица 1

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В НОЯБРЕ–ДЕКАБРЕ 2001 г.

Дата	Время UT	Событие
Ноябрь 1	5 ^ч 41 ^м	Полнолуние
Ноябрь 2		Юпитер: стояние, переход на попятное движение
Ноябрь 3	22.5 ^ч	Сатурн на 1° южнее Луны
Ноябрь 3/4	21–24 ^ч	Покрытие Сатурна Луной, видимое на всей территории России
Ноябрь 6	7.2 ^ч	Юпитер на 2° южнее Луны
Ноябрь 8	12 ^ч 21 ^м	Луна в последней четверти
Ноябрь 11	17 ^ч 24 ^м	Луна в перигее (367256 км)
Ноябрь 14	1.7 ^ч	Венера на 3° южнее Луны
Ноябрь 15	6 ^ч 40 ^м	Новолуние
Ноябрь 17		Максимум метеорного потока Леонид
Ноябрь 21	19.4 ^ч	Марс на 3° севернее Луны
Ноябрь 22	23 ^ч 21 ^м	Луна в первой четверти
Ноябрь 23	15 ^ч 45 ^м	Луна в апогее (404394 км)
Ноябрь 28		Противостояние малой планеты Веста
Ноябрь 29		Максимум долгопериодической переменной R Кассиопеи (4.7 ^m –13.5 ^m)
Ноябрь 30	20 ^ч 49 ^м	Полнолуние
Декабрь 1	2.7–4 ^ч	Покрытие Сатурна Луной, видимое в Европейской части России, на Урале и части Западной Сибири
Декабрь 1	2.2 ^ч	Сатурн на 0.5° южнее Луны
Декабрь 3	10.8 ^ч	Юпитер на 2° южнее Луны
Декабрь 3		Сатурн: противостояние
Декабрь 4		Меркурий в верхнем соединении
Декабрь 6	22 ^ч 42 ^м	Луна в перигее (370116 км)
Декабрь 7	19 ^ч 52 ^м	Луна в последней четверти
Декабрь 14	4.5–5 ^ч	Покрытие Венеры Луной, видимое в южной и восточной частях Европейской территории России
Декабрь 14	20 ^ч 47 ^м	Новолуние
Декабрь 14	20 ^ч 52 ^м	Кольцеобразное затмение Солнца ($\Phi = 0.969$). Видно в Тихом океане и Центральной Америке
Декабрь 15	4 ^ч 31 ^м	Луна в нисходящем узле
Декабрь 20	20.4 ^ч	Марс на 3° севернее Луны
Декабрь 21	19 ^ч 26 ^м 50 ^с	Зимнее солнцестояние
Декабрь 21	13 ^ч 02 ^м	Луна в апогее (404633 км)
Декабрь 22	20 ^ч 56 ^м	Луна в первой четверти
Декабрь 28	8.0 ^ч	Сатурн на 0.2° южнее Луны
Декабрь 29	14 ^ч 51 ^м	Луна в восходящем узле
Декабрь 30	10 ^ч 29 ^м 17 ^с	Полутеневое лунное затмение
Декабрь 30	10 ^ч 40 ^м	Полнолуние
Декабрь 30	14.0 ^ч	Юпитер на 1° южнее Луны



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Венера, Меркурий, Уран и Нептун на эклиптике 11 ноября 2001 г.



Солнце, Луна и планеты Марс, Юпитер, Меркурий, Венера, Уран и Нептун на эклиптике 15 декабря 2001 г.

СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 50^\circ)$		$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Ноябрь 1	14 ^h 24 ^m 59.79 ^s	-14°22'43.1''	6 ^h 50 ^m	16 ^h 37 ^m	7 ^h 07 ^m	16 ^h 19 ^m
11	15 04 48.03	-17 22 22.6	7 06	16 21	7 28	15 59
21	15 46 01.51	-19 52 40.1	7 22	16 09	7 49	15 43
31	16 28 33.34	-21 46 34.7	7 37	16 01	8 07	15 31
Декабрь 10	17 12 09.44	-22 59 00.0	7 48	15 08	8 21	15 25
20	17 56 25.13	-23 26 11.8	7 50	16 00	8 30	15 27

Пример: вычислить время восхода Солнца в Брянске ($\varphi = 53^\circ 15'$, $\lambda = 2^h 17.5^m$) 5 декабря 2001 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца в этот день произойдет в $7^h 37^m + 0.4 \times (7^h 48^m - 7^h 37^m) = 7^h 41.4^m$. Аналогично найдем для широты 56° : время восхода – $8^h 12.6^m$. Теперь интерполируем по широте: $7^h 41.4^m + 0.54 \times (8^h 12.6^m - 7^h 41.4^m) \approx 7^h 58.2^m$ UT. Приведем к поясному времени: $7^h 58.2^m + 3^h - 2^h 17.5^m \approx 8^h 41^m$.

Информация о планетах, видимых в ноябре–декабре 2001 г.

Меркурий можно видеть в первой половине ноября перед восходом Солнца вблизи Венеры. Пройдет по созвездиям Весов, Скорпиона, Змееносца, Стрельца.

Венера будет видна по утрам до конца ноября в созвездии Весов.

Марс можно видеть в первой половине ночи в созвездиях Козерога и Водолея. Продолжительность видимости в декабре возрастет до пяти часов.

Юпитер – наилучшие условия видимости за весь год. В новогоднюю ночь ее продолжительность достигнет 16 ч. Созвездие Близнецов.

Сатурн весь год провел в созвездии Тельца. Виден всю ночь.

Уран и Нептун – вечерняя видимость, низко над горизонтом, в созвездии Козерога.

Таблица III

Меркурий

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Ноябрь 1	13 ^h 18 ^m 48.6 ^s	-5°58'53''	6.4''	-0.7 ^m	5 ^h 10 ^m	16 ^h 04 ^m
11	14 12 49.9	-11 35 32	5.3	-0.8	6 00	15 44
21	15 14 18.2	-17 23 31	4.8	-0.9	7 02	15 27
31	16 18 55.9	-21 56 56	4.6	-1.1	8 03	15 18
Декабрь 10	17 26 28.4	-24 42 24	4.7	-1.0	8 55	15 22
20	18 36 14.8	-25 16 37	4.9	-0.8	9 30	15 49

Таблица III
(Продолжение)

Венера

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					(λ = 0 ^h φ = 56°)	
Ноябрь 1	13 ^h 18 ^m 12.5 ^s	-6°37'13"	10.5"	-3.9 ^m	5 ^h 13 ^m	16 ^h 00 ^m
11	14 05 16.0	-11 14 32	10.3	-3.9	5 50	15 39
21	14 53 52.7	-15 25 52	10.1	-3.9	6 27	15 21
31	15 44 22.8	-18 57 48	10.0	-3.9	7 03	15 06
Декабрь 10	16 36 50.3	-21 37 35	9.9	-3.9	7 37	14 59
20	17 30 54.2	-23 14 13	9.8	-3.9	8 06	15 00

Марс

Ноябрь 1	20 ^h 22 ^m 59.7 ^s	-21°32'34"	8.8"	0.1 ^m	13 ^h 58 ^m	21 ^h 24 ^m
11	20 51 35.5	-19 32 28	8.3	0.2	13 31	21 29
21	21 20 00.9	-17 15 25	7.8	0.3	13 03	21 35
31	21 48 07.2	-14 43 43	7.4	0.4	12 34	21 42
Декабрь 10	22 15 49.5	-12 00 04	7.0	0.5	12 04	21 48
20	22 43 09.4	-9 07 06	6.6	0.6	11 34	21 54

Юпитер

Ноябрь 1	7 ^h 08 ^m 00.9 ^s	22°23'29"	42.1"	-2.4 ^m	19 ^h 51 ^m	13 ^h 01 ^m
11	7 07 32.5	22 25 20	43.4	-2.5	19 11	12 21
21	7 05 38.5	22 29 31	44.6	-2.6	18 29	11 41
31	7 02 24.2	22 35 43	45.6	-2.6	17 46	10 59
Декабрь 10	6 58 00.8	22 43 22	46.4	-2.7	17 01	10 16
20	6 52 44.7	22 51 42	46.9	-2.7	16 15	9 33

Сатурн

Ноябрь 1	4 ^h 51 ^m 04.8 ^s	20°36'06"	20.2"	-0.3 ^m	17 ^h 50 ^m	10 ^h 29 ^m
11	4 48 20.3	20 31 06	20.4	-0.3	17 09	9 46
21	4 45 10.2	20 25 32	20.5	-0.4	16 27	9 03
31	4 41 45.5	20 19 43	20.6	-0.4	15 45	8 19
Декабрь 10	4 38 17.8	20 13 57	20.5	-0.4	14 59	7 31
20	4 34 58.7	20 08 39	20.4	-0.4	14 17	6 48

Уран

Ноябрь 1	21 ^h 34 ^m 10.4 ^s	-15°13'19"	3.6"	5.8 ^m	14 ^h 21 ^m	23 ^h 18 ^m
11	21 34 22.1	-15 11 54	3.5	5.8	13 42	22 39
21	21 34 53.8	-15 08 57	3.5	5.8	13 03	22 01
31	21 35 44.9	-15 04 25	3.5	5.9	12 24	21 23
Декабрь 10	21 36 54.3	-14 58 24	3.4	5.9	11 45	20 46
20	21 38 20.4	-14 51 00	3.4	5.9	11 06	20 09

Таблица III
(Окончание)

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Нептун						
Ноябрь 1	20 ^h 33 ^m 34.2 ^s	-18°38'42"	2.3"	7.9 ^m	13 ^h 45 ^m	21 ^h 54 ^m
11	20 34 00.5	-18 37 16	2.2	7.9	13 06	21 15
21	20 34 40.0	-18 35 00	2.2	7.9	12 27	20 36
31	20 35 32.0	-18 31 59	2.2	8.0	11 48	19 58
Декабрь 10	20 36 35.2	-18 28 15	2.2	8.0	11 10	19 21
20	20 37 48.1	-18 23 53	2.2	8.0	10 31	18 43

Примечание: В таблицах II, III прямое восхождение и склонение даются на 0^h UT, время восхода и захода светил указано в UT.

Таблица IV

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Название потока	Созвездие	Радиант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
Ориониды	Орион	6 ^h 20 ^m	16°	66	20	2.10-7.11
Кассиопейды	Кассиопея	1 30	63		120	8.11-13.11
Леониды	Лев	10 12	22	71	100	14.11-21.11
α -Моноцериды	Малый пес	7 48	02	65		15.11-25.11
Геминиды	Близнецы	7 30	33	35	120	7.12-17.12
Урсиды	Малая Медведица	14 28	76	33	10	17.12-26.12

В.А. ЮРЕВИЧ

Информация

Иридий на границе мелового и третичного периодов

Принято считать, что около 65 млн. лет назад Земля столкнулась с неким довольно крупным небесным телом, что привело к коренным изменениям ее флоры и фауны, в частности к повальной гибели динозавров на границе между меловым и третичным периодами.

Местом падения небесного тела, по всей видимости, было нынешнее побережье полуострова Юкатан в Южной Мексике. Гигантский кратер Чиксулуб порожден, очевидно, этим мощным столкновением.

Ветры разнесли по всей планете выброшенную из кратера породу как земного, так и космического происхождения. Тонкий слой глинистых пород, содержащих кварц, со следами мощного удара отложился на границе мелового и третичного периодов в самых удаленных от Мексики регионах. Эти отложения содержат необычно высокий для Земли процент иридия.

Геохимик Вдовяк с коллегами подверг криогенному спектрографическому анализу образцы пород, взятых в самых верхних частях пограничного слоя в различных местностях Европы, Центральной и Северной Америки. В этих слоях, более красноватых, чем лежащие ниже, – высокая концентрация гидроксидов железа и его сульфатов.

Спектрография позволила установить присутствие здесь наночастиц гётита (FeOOH) – желтовато- и красновато-бурого минерала с ромбовидной структурой. В образцах, взятых в Италии, обнаружено значительное количество гематита (Fe₂O₃) – минерала, скопления которого образуют месторождения железной руды. Ее частицы вполне могли остаться от Юкатанского метеорита. Испарившиеся при ударе, они были повсеместно разнесены атмосферой. В результате и появился глобальный пограничный мелово-третичный слой, необычно богатый иридием.

Meteoritic and Planetary Science,
2001, **36**, 123
Science, 2001, **291**, 1665

Попытка разгадать замысел Бога

Астрофизический семинар Якова Борисовича Зельдовича навсегда останется в памяти тех, кто его посещал. Но одно из заседаний было совершенно исключительным. Еще накануне я об этом ничего не знал, но когда оказалось, что начало работы семинара задерживается (такого, как правило, не бывало), собравшиеся стали напряженно ждать чего-то необычного. Я.Б. Зельдович, вбежавший в актовое зал ГАИШ, извинился за опоздание и сообщил, что заседание начнется через несколько минут, когда появится опаздывающий докладчик – гость из Англии. Народ, не теряя времени, уткнулся в свои бумаги или просто общался, но вдруг все стихло, и люди, как по команде, повернулись к распахнутой двери аудитории. Мы увидели необычную процессию: рослые молодые люди везли инвалидное кресло, в котором находился долгожданный докладчик. Это был Стивен Хокинг (р. 1941 г.), известный выдающимся работами в области релятивистской космологии. О некоторых из них он и рассказал на семинаре. Рассказал... Услышать голос тяжело больного человека и тем более разобрать слова было очень трудно. Я.Б. Зельдович то и дело подходил к докладчику, вслушивался в произносимые им звуки и транслировал их сидящим в зале...

Удивительная судьба Хокинга вобрала в себя и редкостный дар ученого, и физические страдания несчастного человека.

Стивен Хокинг считает, что в жизни ему сопутствовала удача. Выбрав тео-

ретическую физику, он, несмотря на тяжелейшие болезни, сумел добиться очень многого, что, в числе прочего, было отмечено и занимаемой им должностью. Ведь только достойнейшим английские ученые Кембриджского университета доверяют кафедру, которую в свое время занимал Исаак Ньютон (а позже Поль Дирак).

Семья (жена Джейн и дети Роберт, Люси и Тимоти), друзья, ученики и коллеги сделали все, чтобы Хокинг мог продолжать жить и творить. Заболев боковым амиотрофическим склерозом (а затем и рядом других болезней), Хокинг практически лишился возможности двигаться и говорить. Его научили пользоваться специальной компьютерной программой общения, позволяющей Хокингу не только писать статьи и книги, но и говорить с помощью синтезатора речи (такой синтезатор и портативный персональный компьютер встроены в кресло-коляску Хокинга)...

Стивен Хокинг – профессиональный физик-теоретик. Рецензируемая работа (“Краткая история времени – от Большого взрыва до черных дыр”) – первая научно-популярная книга знаменитого ученого. В середине 80-х гг. он начал над ней работать, составив примерный план. А в 1988 г. книга вышла в Канаде, США, Италии и Англии. Русский перевод книги, хорошо выполненный Н.Я. Смородинской, появился в 2001 г. (Санкт-Петербург, “Амфора”). Развернутое, очень интересное “Послесловие” к книге написал наш известный физик Яков Абрамович

Сморodinский (невольно вспоминаю одно из заседаний упомянутого выше семинара, на котором Я.А. Смородинский поздравил Я.Б. Зельдовича с очередным орденом Ленина, за что награжденным был слегка “подброшен в воздух”...). Я.А. Смородинский точно определяет особенность книги “Краткая история времени”: он называет ее “необыкновенной” и отмечает, что “ее тема – рассказ о выборе цели его (Хокинга. – Е.Л.) жизни и о трудном пути ее достижения, рассказ о поисках решения самой большой загадки, которая стоит перед естествоиспытателем”, поскольку автор книги мечтает, следуя Эйнштейну, понять, почему Вселенная “такая, какая она есть, и почему она вообще существует”. А ведь решить такую невероятно сложную задачу стремится человек, собственное физическое состояние которого поистине трагично и ужасно!

Я.А. Смородинский совершенно справедливо называет Хокинга человеком, который оказался способным силой мысли победить немощь.

Превосходным оказался дебют С. Хокинга в качестве популяризатора труднейших проблем физики, астрофизики и космологии: его книга, несомненно, может быть отнесена к числу бестселлеров. Она принесла автору широкую известность и весьма необходимые ему немалые деньги.

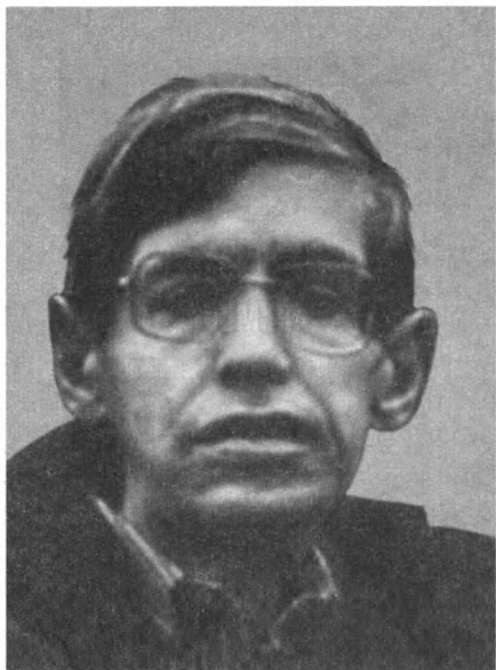
Недавно появившаяся у нас книга Хокинга выглядит более чем скромно. Она небольшого формата, в ней менее 270 страниц и мало иллюстраций (графики, схемы, простые черно-белые рисунки),¹ не очень бросающая обложка. Такая книга вполне могла бы затеряться среди богато изданных (но нередко бедных по содержанию) отечественных и переводных книг. Но вот это совершенно недопустимо: книгу Хокинга должны, по возможности, прочитать все, кто серьезно интересуется глубинными проблемами мироздания. Эта книга доступна многим,

¹ В книге Хокинга рисунки пронумерованы, но даны без подписей. В тексте есть ссылки на рисунки. Мы приводим несколько иллюстраций из книги с относящимися к ним довольно пространственными пояснениями, дающими представление о манере изложения соответствующих трудных проблем.



в ней нет формул (кроме $E = mc^2$, приведя которую, Хокинг выразил надежду, что не потеряет из-за этого половину читателей...). Умением излагать сложнейшие вопросы, не заменяя формулами объяснение, обладают лишь талантливые популяризаторы науки. К сожалению, таковыми редко являются крупные ученые.

Книга Хокинга подкупающе проста по своей композиции. Ее открывают “Благодарности” и “Предисловие”, за которыми следует основная часть, включающая 11 небольших этюдов. Их названия сразу же дают представление о содержании книги – “Наше представление о Вселенной”, “Пространство и время”, “Расширяющаяся Вселенная”, “Принцип неопределенности”, “Элементарные частицы и силы в природе”, “Черные дыры”, “Черные дыры не так уж черны”, “Рождение и гибель Вселенной”, “Стрела времени”, “Объединение физики”, “Заклучение”. Книгу завершают оригинальные



Стивен Хокинг.

нальные краткие биографические зарисовки об Эйнштейне, Галилее и Ньютоне, а также “Словарь терминов” и “Послесловие” (Я.А. Смородинского).

Рассказывая о такой книге, неуместно перечислять замеченные в ней неточности или опечатки, которые, как принято говорить, не умаляют значение работы автора². Значительно важнее и интереснее хотя бы кратко отметить основные идеи, которые Хокинг пытается довести до сознания читателя, и обратить внимание на методы изложения, которыми при этом пользуется автор.

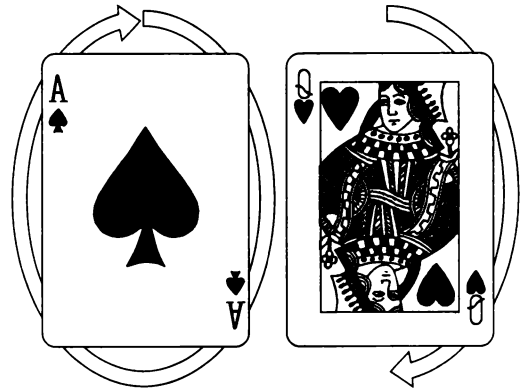
² В следующем издании русского перевода, который необходим из-за небольшого тиража первого издания (5000 экз.), следует, конечно, исправить проникшие в текст ошибки, сделать оговорки в случае излишне категоричных утверждений. Например, на с. 56 приведено неправильное расстояние от Земли до Проксимы Центавра (37 млн. км); на с. 35 Белл, аспирантка Хьюиша, почему-то превратилась в аспиранта; на с. 168 читаем: “Сначала Земля была горячей и не имела атмосферы”... Такие мелочи, на которые специалист при чтении книги может и не обратить внимания, способны, учитывая огромный авторитет Хокинга, озадачить любителя или даже некоторых учителей астрономии. С этой точки зрения особенно важно устранить в тексте путаницу при изложении теории струн, т.к. последние иногда называются там “струями” или “сторонами” (с. 218–221).

Книга Хокинга – это, прежде всего, книга о времени и его истории. Но не только. Это книга об истории Вселенной (от Большого взрыва до возможного Большого хлопка – коллапса Вселенной). При этом автор не утруждает себя и читателя деталями истории мироздания и современной астрономической картины мира. Ограничиваясь самыми широкими и общими мазками, он скуп в изложении драмы идей, которая составляет основу истории астрономии, но достаточно подробно, а подчас и скрупулезно анализирует развитие двух великих физических теорий: теории относительности и квантовой теории. И уж особенно подробно останавливается на многочисленных “за” и “против” великой теории объединения известных четырех видов физического взаимодействия. Конечно, это не случайно. Он, как и Эйнштейн, отдает все силы своего уникального интеллекта работе по “объединению физики”. Еще будучи далеким от достижения этой сложнейшей цели, Хокинг считает необходимым указать на рамки существования такой будущей теории. Прочитаем, что он пишет об этом: *“Мы уже знаем те законы, которым подчиняется поведение вещества во всех условиях, кроме экстремальных. В частности, мы знаем самые важные законы, лежащие в основе химии и биологии. Тем не менее мы, конечно же, не причисляем эти науки к решенным проблемам; мы пока не добились почти никаких успехов в предсказании поведения человека на основе математических уравнений! Таким образом, если мы и найдем полную систему основных законов, перед нами на много лет вперед будет стоять вызовом нашему интеллекту задача разработкой новых приближенных методов, с помощью которых мы могли бы успешно предсказывать возможные результаты в реальных сложных ситуациях. Полная, непротиворечивая единая теория – это лишь первый шаг: наша цель – полное понимание всего происходящего вокруг нас и нашего собственного существования”* (с. 232).

Хокинг подчеркивает своеобразную ограниченность подхода ученых, работающих в области астрофизики и космо-

Рисунок, поясняющий целочисленные спины разных элементарных частиц (последние мыслятся в виде волчков, вращающихся вокруг своей оси). Например, частица со спином 0 похожа на точку, которая выглядит со всех сторон одинаково. Частицу со спином 1 Хокинг сравнивает со стрелой: с разных сторон она выглядит по-разному и принимает первоначальный вид после оборота на 360° . Частица со спином 2 сравнивается со стрелой, заточенной с обеих сторон: любое ее положение повторяется после поворота на 180° (с. 98). (Этот и последующие два рисунка к данной статье – примеры иллюстраций из книги Хокинга.)

I. Спин = 0



II. Спин = 1

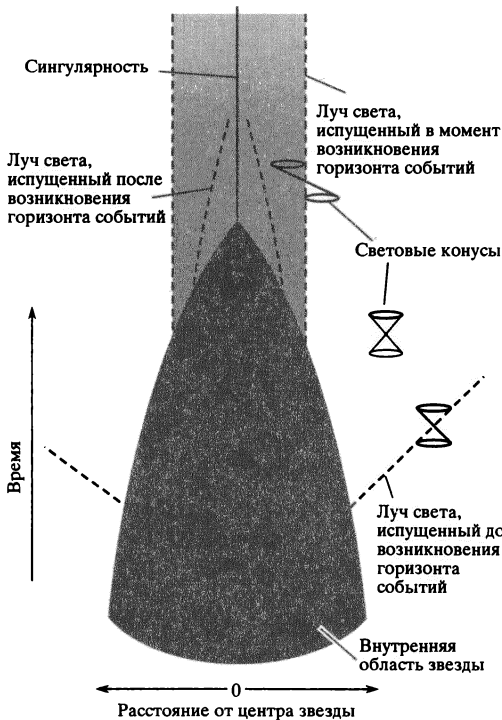
III. Спин = 2

логии, а также философов, занимающихся осмыслением этих проблем. По его мнению, многие из них увлечены *“развитием новых теорий, описывающих, что есть Вселенная, и им некогда спросить себя, почему она есть”* (с. 238). Ссылаясь на высказывание *“самого известного философа нашего века”* Витгенштейна (*“Единственное, что еще остается философии, – это анализ языка”*), Хокинг восклицает: *“Какое унижение для философии с ее великими традициями от Аристотеля до Канта!”* (с. 238). Хотелось бы сказать прежде всего неискушенным читателям книги Хокинга, что, конечно, многочисленные факты наблюдений, ставшие достоянием астрономической науки, и существующие философские работы за рубежом и в нашей стране необходимы создателям всеобъемлющей теории Вселенной. Например, очень важно, что сейчас уже известны масштабы пространственных структур Вселенной – от еще неоткрытых поистине неделимых *“кирпичиков”* мироздания до сверхскоплений галактик с характерными размерами в сотни мегапарсек.

По этому поводу, в частности, Хокинг пишет: *“На самом деле можно ожидать, что будут открыты какие-то новые слои структуры, более элементарные, чем кварки и электроны, которые мы сейчас считаем элементарными. Но гравитация может, по-видимому, наложить ограничение на эту последовательность вложенных одна в другую “матрешек”. Если бы существовала частица, энергия которой превышала бы планковское значение – десять миллионов миллионов миллионов (единица с девятнадцатью нулями) гигаэлектронвольт, – то ее масса бы-*

ла бы столь сильно сжата, что частица выдавилась бы из Вселенной, образовав черную дыру” (с. 229–230). Приведенная цитата поражает не только своим содержанием, но и умением Хокинга просто и увлекательно говорить о сложном. Это присуще всей книге Хокинга и должно, по-моему, заинтересовать авторов учебников и научно-популярной литературы по астрономии. Много лет посвятив работе над учебником по астрономии и книгами *“Природа солнечных пятен”* (1964), *“Физика Вселенной”* (1976), *“Эволюционирующая Вселенная”* (1993), а также над еще не завершенной *“Астрономией без формул”*, я в полной мере оценил найденные Хокингом методические приемы, различного рода удачные сравнения и даже развлекательные примеры. Все это относится к тем местам книги, в которых автор знакомит читателя с *“архитрудными”* понятиями (пространство, время, пространство–время, принцип неопределенности, спины элементарных частиц, черные дыры, теория сингулярности, кротовые норы, мнимое время, теория струн, многомерность пространства и т.д.).

Мне, конечно, очень импонирует то, что Хокинг проявляет интерес к педагогическим проблемам и проблемам популяризации науки. Он надеется, что со временем самые сложные и абстрактные принципы пока еще не созданной теории станут доступны не только узкому кругу специалистов, но и многим про-



С помощью этого рисунка Хокинг объясняет, что такое черная дыра. "Световые конусы, вдоль поверхности которых распространяются испущенные из их вершин световые лучи, около поверхности звезды немного наклоняются внутрь. Это проявляется в наблюдаемом во время солнечного затмения искривлении световых лучей, идущих от удаленных звезд. По мере сжатия звезды увеличивается гравитационное поле на ее поверхности и световые конусы наклоняются еще сильнее. Поэтому световым лучам, испущенным звездой, становится все труднее выйти за пределы гравитационного поля звезды, и удаленному наблюдателю ее свечение будет казаться тусклым и более красным. В конце концов, когда в ходе сжатия радиус звезды достигнет некоторого критического значения, гравитационное поле у ее поверхности станет очень сильным, и тогда световые конусы настолько повернутся внутрь, что свет не сможет больше выйти наружу. По теории относительности, ничто не может двигаться быстрее света; а раз свет не может выйти наружу, то и никакой другой объект не сможет выйти, т.е. все будет втягиваться назад гравитационным полем. Это значит, что существует некое множество событий, т.е. некая область пространства-времени, из которой невозможно выйти наружу и достичь удаленного наблюдателя. Такая область называется сейчас черной дырой" (с. 124).

стым любознательным людям, которые смогут понять смысл дискуссий ученых и философов. О ликвидации пропасти, существующей между глубочайшими знаниями одиночек и невежеством сотен миллионов людей, можно только мечтать!³

Выше отмечалось, что Хокинг проявляет живейший интерес к философским проблемам. Более того, книга о начале и конце времени – это и книга о Боге, о его роли в создании и последующей эволюции Вселенной. Для нашей научной общественности и это сейчас весьма актуально, поскольку ныне свободные от какой-либо идеологии естествоиспытате-

ли (включая астрофизиков) делают попытки "научно обосновать" существование Бога (например, "Земля и Вселенная", 1995, № 1).

Рассуждая о возможности существования единой теории, создать которую стремится Хокинг и которая может оказаться простым миражом, он указывает три варианта:

1. *Полная единая теория действительно существует, и мы ее когда-нибудь откопьем, если постараемся.*

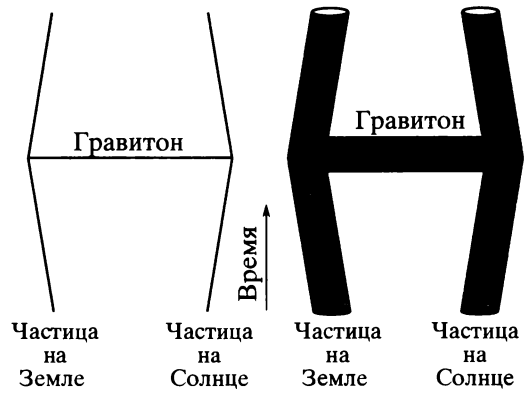
2. *Окончательной теории Вселенной нет, а есть просто бесконечная последовательность теорий, которые дают все более и более точное описание Вселенной.*

3. *Теории Вселенной не существует: события не могут быть предсказаны далее некоторого предела и происходят произвольным образом и беспорядочно" (с. 228).*

Как известно, принцип неопределенности Гейзенберга показывает, что событие невозможно предсказывать абсолютно точно. Но содержащаяся в любом предсказании неопределенность, казалось бы, может быть объяснена вмешательством Бога. По мнению Хокинга, такое вмешательство является очень странным, поскольку "нет никаких сви-

³ Не исключено, что книга Хокинга может оказаться полезной методистам еще с одной, довольно неожиданной стороны. Я имею в виду разделяемую пока немногими идею о системообразующей роли астрономии в комплексе учебных предметов школы будущего ("Информатизация Вселенной", 1997, № 4). Основой предполагаемой "стыковки" могла бы стать привлекающая сейчас к себе внимание концепция Большой истории (или Универсальной истории). (См., например, ряд статей о Большой истории в журнале "Общественные науки и современность" и мою статью в журнале "Преподавание физики в высшей школе", 2001, № 20).

Перед вами некоторые иллюстрации, которые поясняют рассказ Хокинга о теории струн. То, что раньше считалось частицами, в струнных теориях изображается в виде волн, бегущих по струне так же, как бегут волны по натянутой веревке, если ее дернуть за конец. Испускание и поглощение одной частицы другой отвечает соединению и разделению струн. Например, гравитационная сила, с которой Солнце действует на Землю, в теориях частиц изображалась как результат испускания какой-нибудь частицей на Солнце гравитона и последующего его поглощения какой-нибудь частицей на Земле. В теории струн этот процесс изображается H-образным соединением трубок. (Теория струн в каком-то смысле подобна технике водопроводчика.) Две вертикальные стороны соответствуют частицам, находящимся на Солнце и на Земле, а горизонтальная поперечина отвечает летящему между ними гравитону” (с. 221).



детельств его хоть какой-нибудь целевой направленности” (с. 229). Но, может быть, Бог только создал мир, предоставив ему развиваться по известным нам законам? Хокинг скептически относится к такой возможности, считая, что если законы физики понятны и их действие мы можем проследить практически до самого “начала Вселенной”, то у нас есть немало оснований отважиться вступить в спор с Богом. А когда мы сможем, наконец, понять, “почему так произошло, что существуем мы и существует Вселенная... это будет полным триумфом человеческого разума, ибо тогда нам станет понятен замысел Бога” (с. 238). Не случайно Карл Саган в своем предисловии к книге Хокинга отметил: “Это также книга о Боге, а может быть, об отсутствии Бога. Хокинг отправляется искать ответ на знаменитый вопрос Эйнштейна о том, был ли у Бога какой-нибудь выбор, когда он создавал Вселенную.

Тем более неожиданным оказывается вывод, к которому приводят эти поиски: Вселенная без края в пространстве, без начала и конца во времени, без каких-либо дел для Создателя”.

Затрагивая в своей книге много фундаментальных и философских проблем, Хокинг, как правило, не считает их решение окончательным. Иначе и не может быть, потому что наука стремитель-

но развивается. После написания книги прошли годы успешной работы на околоземной орбите различных астрофизических обсерваторий и специализированных спутников, вступили в строй гигантские наземные оптические телескопы и радиотелескопы, проведены уникальные физические эксперименты, позволившие с помощью самых современных ускорителей элементарных частиц приблизиться к получению “первозданной” высокотемпературной кварко-глюонной плазмы. Новые экспериментальные данные, как и новые работы теоретиков, уже сейчас могли бы дополнить книгу Хокинга...

И последнее. Менталитет россиянина включает в себя представление о “настоящем человеке”. Хокинг, который, несмотря на тяжелейшие болезни, сумел выжить, остаться оптимистом и творчески работать в сложнейших областях науки – великолепный пример настоящего человека наших дней. Поэтому книга Хокинга интересна нам еще с одной стороны: она автобиографична и позволяет читателю проследить основные этапы творческого пути ученого – разработка проблем общей теории относительности, сингулярности, черных дыр и, наконец, “объединения физики”.

Все сказанное дает основание заключить: книга Хокинга – прекрасный подарок интересующимся самыми удивительными тайнами природы.

Е. П. ЛЕВИТАН

К юбилею Центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина



В издательстве “Кладезь-Букс” к 40-летнему юбилею Центра подготовки космонавтов вышла книга “Российский государственный научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина” (под общей редакцией начальника ЦПК дважды Героя Советского Союза генерал-полковника П.И. Климука. М., 2000). В книге много фактического материала,

связанного с историей подготовки космонавтов к пилотируемым полетам и современной деятельностью ЦПК.

В 1960 г. по инициативе Главного конструктора ракетно-космической техники С.П. Королёва в составе Военно-воздушных сил создана организация для подготовки человека к первому полету в космос – известный теперь во всем мире Центр подготовки космонавтов (ЦПК, Звездный городок).

Центр – головная организация России, занимающаяся отбором и подготовкой экипажей к полетам на пилотируемых космических аппаратах всех типов и назначений, развитием и совершенствованием системы подготовки космонавтов, их медицинского обеспечения и реабилитацией после выполнения космических полетов, созданием и эксплуатацией технических средств подготовки космонавтов.

В книге рассказывается, как ЦПК создавал и совершенствовал систему отбора и подготовки космонавтов, необходимую для этого техническую базу, улучшал свою организационно-штатную структуру, готовил космонавтов и астронавтов, а также специалистов Центра.

Открывает книгу глава, посвященная тренировкам первого отряда космонавтов (подготовка к первому полету Ю.А. Гагарина), первой женской группе (в их числе В.В. Терешкова), подготовке экипажей к эксперименту “Выход” (полет корабля “Восход-2”, с борта которого А.А. Леонов



Руководители ЦПК: космонавты Г.Т. Береговой, В. А. Шаталов и П.И. Климук.

впервые в мире осуществил выход в космическое пространство), лунной программе, международным программам “ЭПАС” (экспериментальный полет кораблей “Аполлон”–“Союз”) и “Интеркосмос”, экспедициям на военные станции “Алмаз” и орбитальный комплекс “Мир”, полетам на корабле многоразового использования “Буран”.

Российская система подготовки космонавтов формировалась в течение многих лет с привлечением ученых Академии наук, преподавателей высшей школы, специалистов предприятий космической отрасли. Она взаимодействует с элементами космической инфраструктуры на всех этапах: в процессе формирования программ пилотируемых полетов и отдельных экспедиций экипажей, проектирования и экспертизы космической техники, ее отработки и испытаний, выполнения космических полетов и оценки их результатов, совершенствования космической техники и работ по перспективным космическим программам.

Работа с космонавтами в ЦПК осуществляется по трем основным направлениям:

- подготовка к выполнению операций по управлению транспортными космическими кораблями, орбитальным научно-исследовательским комплексом и эксплуатации бортовых систем;

- подготовка к проведению испытаний космической техники и научных исследований и экспериментов в космосе;

- подготовка организма космонавта к воздействию факторов космического полета.

В книге приведена общая структура системы подготовки космонавтов в России и подробно описаны некоторые ее виды, используемые и сегодня.

Все советские и российские космонавты, а также астронавты более 20 иностранных государств прошли подготовку в ЦПК. Из 440 подготовленных кандидатов выполнили полеты в космос 93 отечественных космонавта и 33 астронавта в составе экипажей 92 космических кораблей.

Система подготовки космонавтов характеризуется автором как сложившаяся, но вместе с тем постоянно совершенствующаяся. Правильность и эффективность этой системы подтверждается успешной работой экипажей и отсутствием неблагоприятных последствий для их организма после пребывания в космосе. Высокое профессиональное мастерство, приобретенное космонавтами в период подготовки, обеспечило им не только выполнение программы полета, но и успешное преодоление нештатных ситуаций.

Качество подготовки космонавтов и научных исследований, проводимых в ЦПК, во многом определено состоянием



Вид "Звездного городка" сверху.

его технической базы, которой посвящена вторая глава книги. Техническая база ЦПК включает средства, объединенные по целевому или функциональному назначению. Наиболее важными из них являются:

- комплексные и специализированные тренажеры, обеспечивающие полную отработку программ полетов на транспортном корабле "Союз" и орбитальных станциях "Салют" и "Мир";
- тренажеры для подготовки экипажей Международной космической станции;
- имитаторы условий космоса и космического полета (центрифуги, гидролаборатория, самолеты-лаборатории, планетарий, специальные тренажеры "Материк" и "Океан");

-
- комплекс аппаратуры и оборудования для медико-биологической подготовки космонавтов;
 - средства летной подготовки космонавтов.

Несколько глав книги посвящено направлениям научно-исследовательской и научно-испытательной работы ЦПК, проблемам формирования научно-технической политики, а также новым видам деятельности ЦПК, появившимся в современных экономических условиях.

В "Приложениях" к книге приведены статистические сведения о полетах советских (российских) космонавтов на



Международный экипаж корабля "Союз-31" В.Ф. Быковский и немецкий космонавт З. Йен после тренировок. 1979 г.

отечественных и американских космических кораблях, наборах в отряд космонавтов ЦПК, прошедших подготовку в ЦПК иностранных космонавтах и многое другое.

Книга прекрасно иллюстрирована уникальными фотографиями, связанными с историей отечественной пилотируемой космонавтики, современной жизнью и деятельностью ЦПК. Она может быть полезна специалистам в области космонавтики и интересна широкому кругу читателей.

В настоящее время в издательстве "Кладезь-Букс" готовится к выходу в свет второе издание (исправленное и дополненное) этой книги.

*В. А. ДОВЖЕНКО,
кандидат технических наук
Центр подготовки космонавтов
им. Ю.А. Гагарина*

Информация

Изучение кораллов раскрывает тайну Эль-Ниньо

Периодическое резкое потепление вод центральной и восточной акваторий Тихого океана и атмосферы над ними, получившее название "Эль-Ниньо – Южная осцилляция" (ЭНЮ), приводит в действие этот грандиозный процесс, механизм которого до сих пор остается слабо изученным. Коллектив под руководством У. Тадхопа из Эдинбургского университета, в который вошли британские, австралийские и американские специалисты, сделал новый шаг в его познании.

Ученые попытались определить, как на интенсивность и

повторяемость ЭНЮ воздействуют общие изменения климата. Было проанализировано состояние коралловых построек в различные эпохи в экваториальной части Тихого океана, к северо-востоку от о. Новая Гвинея. Температура поверхностного слоя воды там превышает 29°C.

В результате быстрого тектонического поднятия дна в этом районе коралловые постройки, образовавшиеся еще во времена сменявших друг друга межледниковий и ледниковых периодов, когда уровень моря был на 120 м ниже нынешнего, приблизились к поверхности моря.

По данным изучения слоев нарастания кораллов, чутко реагирующих на колебания температуры воды, построены математические модели, показавшие, что степень изменчивости Эль-Ниньо была сравнима с современной. В новейшие време-

на (XIX–XX вв.), судя по коралловым постройкам, амплитуда колебаний ЭНЮ за 130 тыс. лет наиболее значительна.

Исследователи установили, что в прошлом интенсивность Эль-Ниньо сдерживалась 22-тысячелетним прецессионным циклом, влиявшим на величину инсоляции, и прерыванием ледникового периода межледниковьями. По-видимому, при распространении оледенения играет роль понижение уровня Мирового океана. Обнажение части континентального шельфа Тихого океана воздействует на состояние Индонезийской области низкого атмосферного давления и развитие в ней конвекции, способствующей сдвигу ЭНЮ во внетропическую область.

Science, 2001, 291, 1443, 1496,
1511

Глубокоуважаемые читатели!

Ученым, специалистам, преподавателям вузов, аспирантам и студентам великим подспорьем в труде всегда служили и будут служить научные статьи и книги. Помочь им, а также работникам библиотек правильно и оперативно ориентироваться в издательских проектах призван журнал “Научная книга”, с 1998 г. выпускаемый четыре раза в год издательством “Наука”.

Журнал “Научная книга”:

- это достоверный источник информации о сегодняшнем дне российской науки;
- это оперативные и надежные сведения “из первых рук” о публикациях отечественных ученых и специалистов;
- это верный компас в море общеакадемических, региональных и институтских издательских проектов.

Журнал “Научная книга”:

- это профессиональная трибуна издателей, полиграфистов, распространителей научной книги;
- это интересные, часто уникальные материалы из истории издательской деятельности как Российской академии наук, так и книгоиздания страны, а также по актуальным проблемам книговедения;
- это самые последние официальные материалы и нормативные документы, регламентирующие профессиональную деятельность российских издателей, полиграфистов, книгораспространителей.

Журнал “Научная книга”:

- это увлекательный рассказ о рождении и жизни научной книги на всех этапах ее развития: от “чернильницы” автора до полки книжного магазина, библиотеки и до рук ученого, специалиста, любителя научной книги;
- это самая свежая информация о состоявшихся в стране и за рубежом книжных и полиграфических выставках, ярмарках, о презентациях новых интересных изданий;
- это своеобразная “путеводная звезда” в мире научной литературы для ученых, специалистов и всех книголюбов.

Журнал можно выписать по Объединенному каталогу “Пресса России”, т. 1, индекс 26099. Возможно также оформление подписки непосредственно в издательстве “Наука”, тел. (095) 334-74-50.

Отдельные номера журнала можно приобрести в фирме “Наука-Инициатива”, тел. (095) 334-98-59, а также в редакции (117997, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 90, к. 327, тел./факс (095) 334-75-21).

Ф.СП-1	<p style="text-align: center;">АБОНЕМЕНТ</p> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">70336 <small>(индекс издания)</small></div> <p style="text-align: center;">на <u>газету</u> на <u>журнал</u></p> <p style="text-align: center;">Земля и Вселенная</p> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Количество комплектов</div> <p style="text-align: center;"><small>(наименование издания)</small></p> <p style="text-align: center;">на ___ год по месяцам:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> <p>Куда _____ <small>(почтовый индекс) (адрес)</small></p> <p>Кому _____ <small>(фамилия, инициалы)</small></p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																						
	<p style="text-align: right;">ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА</p> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">70336 <small>(индекс издания)</small></div> <p style="text-align: center;">на <u>газету</u> на <u>журнал</u></p> <p style="text-align: center;">Земля и Вселенная</p> <div style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">Количество комплектов</div> <p style="text-align: center;"><small>(наименование издания)</small></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 10%;"><small>Стоимость</small></td> <td style="width: 10%;"><small>подписки пере-адресовки</small></td> <td style="width: 10%;"><small>_____руб. _____коп.</small></td> <td style="width: 10%;"><small>Количество комплектов</small></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><small>_____руб. _____коп.</small></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">на ___ год по месяцам:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </table> <p>Куда _____ <small>(почтовый индекс) (адрес)</small></p> <p>Кому _____ <small>(фамилия, инициалы)</small></p>	<small>Стоимость</small>	<small>подписки пере-адресовки</small>	<small>_____руб. _____коп.</small>	<small>Количество комплектов</small>			<small>_____руб. _____коп.</small>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
<small>Стоимость</small>	<small>подписки пере-адресовки</small>	<small>_____руб. _____коп.</small>	<small>Количество комплектов</small>																														
		<small>_____руб. _____коп.</small>																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																						

Информация

Гигантские снежные дюны Антарктиды

В ряде районов Антарктического плато десять с лишним лет назад открыты нигде более не встречающиеся гигантские надувы снега – заструги, или дюны. Эти снежные волны высотой несколько метров могут достигать в длину 100 км.

С помощью приборов AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer – Совершенный радиометр с высокой разрешающей способностью) завершен анализ изображений поверхности Антарктического плато, полученных из космоса. Установлено, что три крупных поля, для которых характерны подобные образования, расположены в районах аномально низкого уровня аккумуляции снега.

Площадь наибольшего поля близка к 300 тыс. км². Гребни дюн вытянуты перпендикулярно направлению господствующих ветров. Судя по микроволновому рассеянию излучению подветренной стороны, зарегистрированному при помощи радио-

локатора, их слагает крупнозернистый снег. Вероятно, он сформировался в процессе рекристаллизации.

Над снежными дюнами образуется стоячая воздушная волна, которая может нарушать приповерхностный температурный градиент, возникающий в результате радиационного охлаждения снега. С этой волной к подветренному склону дюны движется масса более теплого воздуха. Благодаря ему происходит рекристаллизация снега на больших площадях, что серьезно влияет на местные климатические условия.

Science, 2000, 290, 1653
Geophysical Research Letters, 2000,
27, 3719

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета “Пресса России” (II полугодие 2001 г., с. 154) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

**Заведующая редакцией Г.В. Матророва. Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин.
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин.**

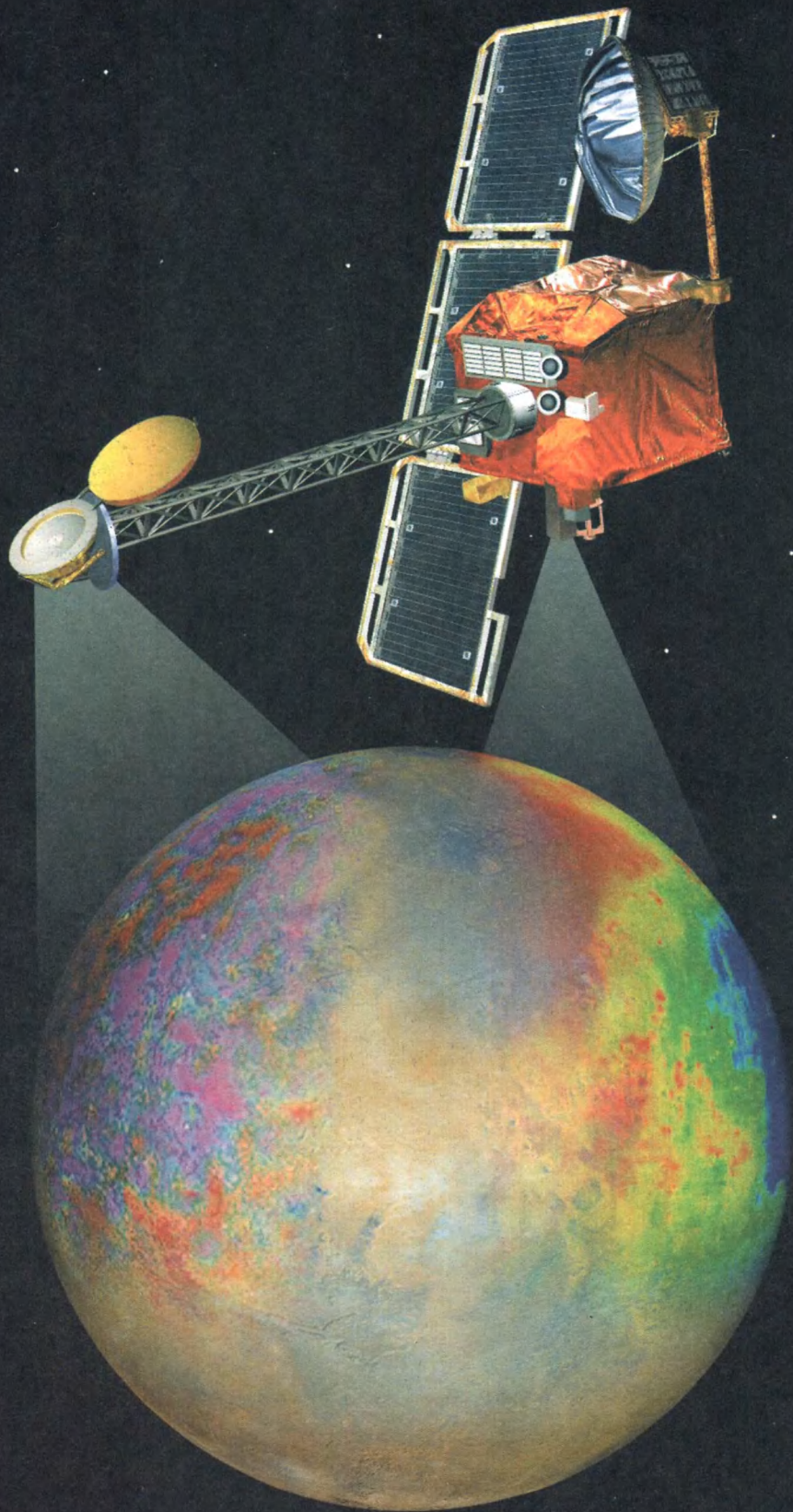
**Художественные редакторы М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.
Литературный редактор О.Н. Фролова.
Мл. редактор Л.В. Рябцева.
Корректор Н.А. Горелова.
Обложку оформила М.С. Вьюшина.**

Сдано в набор 10.07.2001 Подписано в печать 30.08.2001. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать Уч.-изд. л. 13.1 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 6.7 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 911 экз. Заказ № 2450

Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Учредители: Президиум РАН,
Астрономо-геодезическое общество (АГО) при РАН,
Академиздатцентр “Наука”

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Маро́новский пер., 26
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Отпечатано в ППП “Типография Наука”
121099 Москва, Шубинский пер., 6

Налоговая льгота – общероссийский классификатор
продукции ОК-005-93, том 2; 952000 – журналы





“Наука”
Индекс 70336