

ISSN 0044-3948

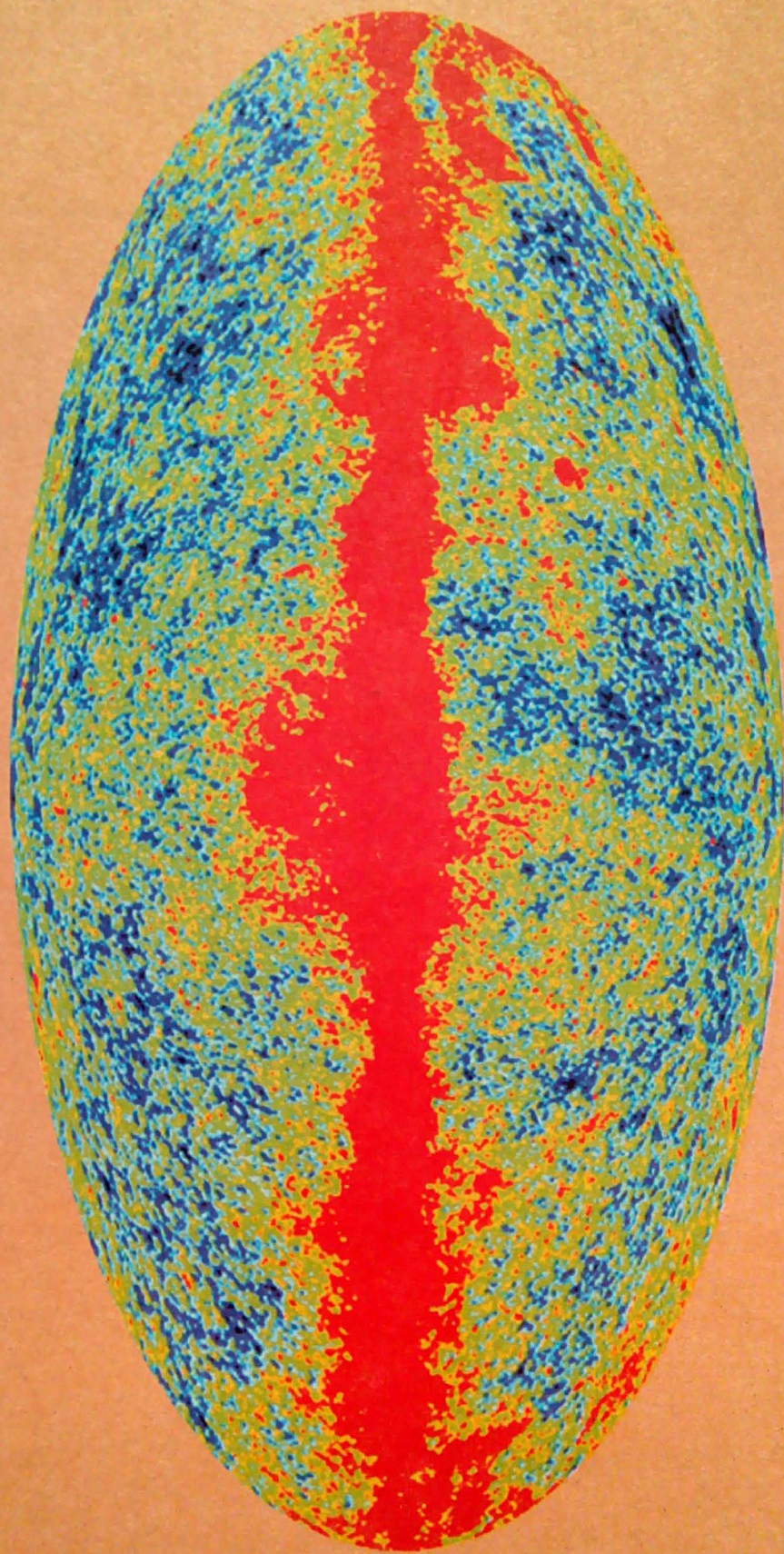
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАЙ – ИЮНЬ

3/2004





Карта микроволнового фона Вселенной по данным "WMAP"

Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января
1965 года 6 раз в год
Академиздатцентр
"Наука"
Москва

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

3/2004



Новости науки и другая информация: Новые книги [16, 86, 111]; Звезда оказалась двойной [16]; Солнце в декабре 2003 г. – январе 2004 г. [31]; К третьей годовщине пилотируемых полетов на МКС [33]; Когда возобновятся полеты шаттлов? [33]; Вселенная в эпоху Ренессанса [44]; Новая космическая программа США [46]; Черви и мхи, выжившие при катастрофе "Колумбии" [51]; Трехмерная карта Вселенной [61]; Спутники, созданные студентами [74]; Юпитер "разбогател" [94]; Ушел из жизни Михаил Михайлович Шемякин [95]; Новое о происхождении экзопланет [101]; Карта реликтового излучения по данным "WMAP" [110]

В номере:

- 3 ШЕВЧЕНКО В.В. Жизнь и смерть "Галилео"
17 ГЕРАСЮТИН С.А. Полеты межпланетных станций и научных спутников
34 ТАТЕВЯН С.К. Земля меняет свою форму

ЛЮДИ НАУКИ

- 41 Памяти Петра Григорьевича Куликовского

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 47 МАТВЕЕВА Е.Б. Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 52 **БРОНШТЭН В.А.** Челюскинская эпопея (к 70-летию спасения челюскинцев)
62 МАРКОВ А.Е. Программа "Скайлэб"

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 75 КОПЕЙКИН С.М., ФОМАЛОНТ Э. Фундаментальный предел скорости гравитации и его измерение

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 87 Небесный календарь: июль–август 2004 г.

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 96 КРУЖКОВ В.А., НОРКИНА Т.Д. Школьный музей космонавтики
99 ПТИЦЫН С.Н. "Космическая феерия"

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 102 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., ГАБСАТАРОВА И.П. Трагедия города Бам в Иране
105 Указатель статей и заметок об астероидах, кометах, метеорах, метеоритах и космической пыли, опубликованных в журнале "Земля и Вселенная" в 1965–2003 гг.



Zemlya i Vseennaya (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: Adirondack – камень из скальных пород размером около 30 см на Марсе. Он расположен в нескольких метрах от места посадки американского марсохода “Спирит”. Снимок сделан 21 января 2004 г. Фото NASA (к ст. С.А. Герасютина).

На стр. 2 обложки: Карта микроволнового анизотропного фона Вселенной (реликтового излучения) на частоте 33 Гц, составленная по данным американской космической обсерватории “WMAP”. Температура областей, изображенных красным цветом, выше отмеченных синим на 200 мкК от среднего значения 2.725 К. На переднем плане – галактический фон анизотропии, синтезированный в наиболее ярких цветах. Фото NASA (к стр. 110).

На стр. 3 обложки: Последовательные фазы лунного затмения 9 ноября 2003 г. Снимки сделаны австрийским любителем астрономии Йоханнесом Шедлером с помощью телескопа и цифровой камеры. Интернет-сайт “Астронет”.

На стр. 4 обложки: Астрофизическая космическая обсерватория “SIRTF” на гелиоцентрической орбите, близкой к земной. Цель программы – изучение различных объектов Вселенной в инфракрасной области спектра. Рисунок JPL/NASA (к ст. С.А. Герасютина).

In This Issue:

- 3 SHEVCHENKO V.V. Life and Death of “Galileo”
17 GERASYUTIN S.A. Flights of Interplanet Stations and Scientific Satellites
34 TATEVYAN S.K. The Earth Changes Its Form

PEOPLE OF SCIENCE

- 41 To the Memory of Petr Grigor’evich Kulikovsky

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 47 MATVEYEVA E.B. Cosmis Outlook – New Mentality of the XXIst Century

HISTORY OF SCIENCE

- 52 BRONSHTEN V.A. Chelyuskin’s Epopoe (to the 70th Anniversary of Rescue)

- 62 MARKOV A.E. Programme “Skylab”

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 75 KOPEIKIN S.M., FOMALONT E. Fundamental Limit of Gravitation Velocity and Its Measuring

AMATEUR ASTRONOMY

- 87 Celestial Calendar: July – August 2004

EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 96 KRUZHKOVA V.A., NORKINA T.D. School Museum of the Cosmonautics

- 99 PTYTZYAN S.N. “Cosmic Magic”

CHRONICLE OF EARTH SEISMOLOGY

- 102 STAROVOIT O.E., CHEPKUNAS L.S., GABSATAROVA I.P. Tragedy of Bum Town in Iran

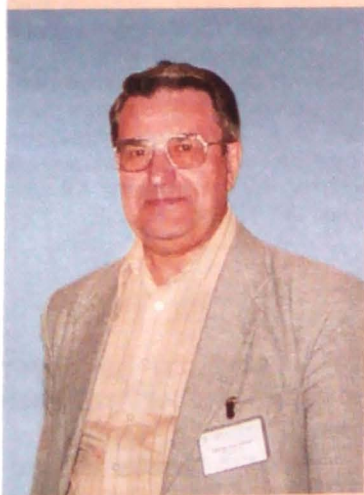
- 105 Index of Articles and News on Asteroids, Comets, Meteores, Meteorites and Cosmic Dust Published in “Earth and Universe” in 1965–2003

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 физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
член-корр. РАН Л.М. ЗЕЛЕНЬКИЙ,
доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,
доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,
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,
академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

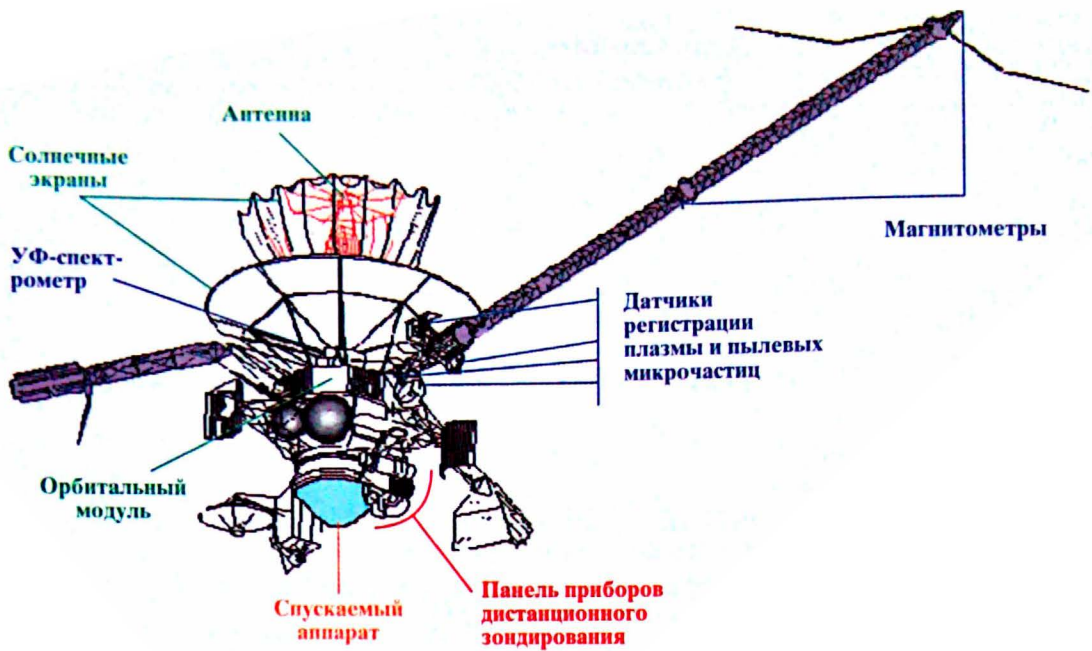
Жизнь и смерть “Галилео”

В. В. ШЕВЧЕНКО,
доктор физико-математических наук
Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга, МГУ



Космический долгожитель АМС “Galileo” (“Галилео” или “Галилей”); Земля и Вселенная, 1992, №№ 4, 6; 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4; 2001, №№ 2, 5; 2003, № 1; 2004, № 1) начал свое путешествие в октябре 1989 г., покинув на околоземной орбите грузовой отсек КК “Атлантис” (STS-34). За 14 лет полета внутри Солнечной системы общая протяженность сложного пути “Галилео” составила 4 631 778 000 км. Аппарат посетил окрестности Луны и Венеры, впервые получил изображения астероидов с близкого расстояния. Почти достигнув Юпитера – главной цели своей миссии, “Галилео” успел зафиксиро-

вать уникальнейшее астрономическое явление – вход в атмосферу этой планеты фрагментов кометы Шумейкеров–Леви 9. Спускаемый аппарат “Галилео” впервые проник под облачный слой Юпитера и передал на Землю сведения о параметрах его атмосферы. “Галилео” многократно приближался к ее спутникам и получил уникальную информацию об их природе. Сделав 35 оборотов вокруг Юпитера, 21 сентября 2003 г. космический аппарат завершил программу в его загадочных глубинах, в последний раз передав уникальные данные о самой крупной планете Солнечной системы.



ИЗ КОСМИЧЕСКОЙ ПРАЩИ...

Данные, полученные во время пролета около Юпитера АМС "Вояджер-1 и -2" (Земля и Вселенная, 1979, № 5; 1980, № 1), оказались настолько интересными, что весьма заманчивой стала идея создания и запуска в систему Юпитера специального аппарата, предназначенного для более подробных, а главное, длительных исследований планеты-гиганта и галилеевых спутников. Как известно, четыре самых крупных спутника Юпитера замечены Галилео Галилеем. Имя великого ученого получил и космический аппарат, призванный продолжить их изучение.

Однако начало оказалось нелегким. Схему выведения "Галилео" на траекторию полета к Юпитеру пришлось изменить. Согласно принятому плану, оснащенный разгонным

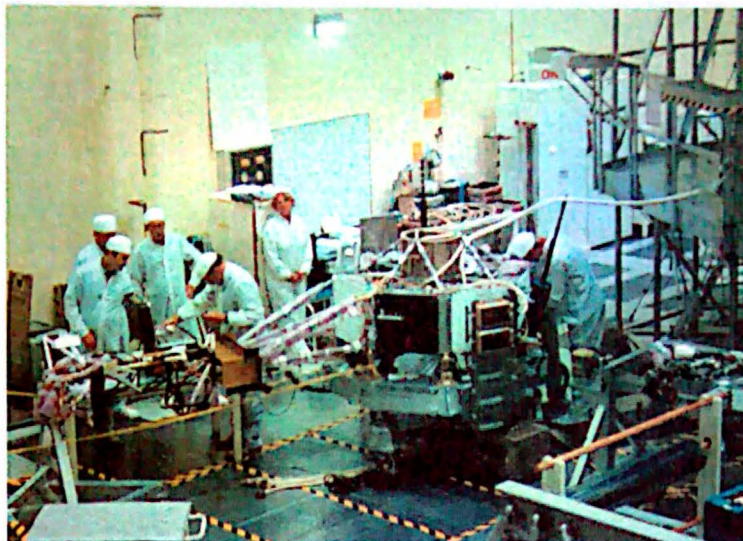
блоком КА поместили в грузовой отсек "Атлантика", откуда он и стартовал к цели своего полета. Но после трагедии "Челенджера" NASA не решилось запускать очередной "Спейс Шаттл" со столь опасным грузом, как разгонный блок "Галилео", имеющий значительное количество жидкого ракетного топлива. После изучения многих вариантов была принята схема "космической пращи" – пертурбационные маневры около планет. АМС оснащалась только малым твердотопливным двигателем для выполнения пролетов, и первый шаг она сделала не к Юпитеру, а в другую сторону – к Венере. По баллистическим расчетам, пролет мимо соседней планеты придавал "Галилео" дополнительное ускорение. И еще дважды маневр предполагалось повторить перед тем, как "космическая пра-

АМС "Галилео" (стартовая масса 2223 кг, длина 5.3 м). К основному блоку (орбитальному отсеку станции) в виде плоского многогранника крепилась сверху остронаправленная радиоантенна диаметром 4.8 м, а снизу – спускаемый аппарат. На орбитальном модуле установлено 11 научных приборов массой 103 кг, спускаемый аппарат оснащен 7 приборами. Магнитометры укреплены на штанге длиной 11 м, чтобы предохранить их от влияния многочисленных электронных устройств КА. Рисунок JPL/NASA.

ща" раскрутит аппарат до скорости, необходимой для полета к Юпитеру.

Аппарат вышел на околоземную орбиту, покинув грузовой отсек КК "Атлантика" 18 октября 1989 г. (Земля и Вселенная, 1990, № 1). Пролетев 10 февраля 1990 г. на расстоянии 16 138 км вблизи Венеры (Земля и Вселенная, 1990, № 4), "Галилео" вернулся

Межпланетная станция "Галилео" в монтажно-испытательном корпусе Лаборатории реактивного движения (JPL, Пасадена, США). На испытательном стенде установлен основной блок (орбитальный модуль), к нему в последствии присоединят антенный модуль и спускаемый аппарат. Апрель 1988 г. Фото автора.

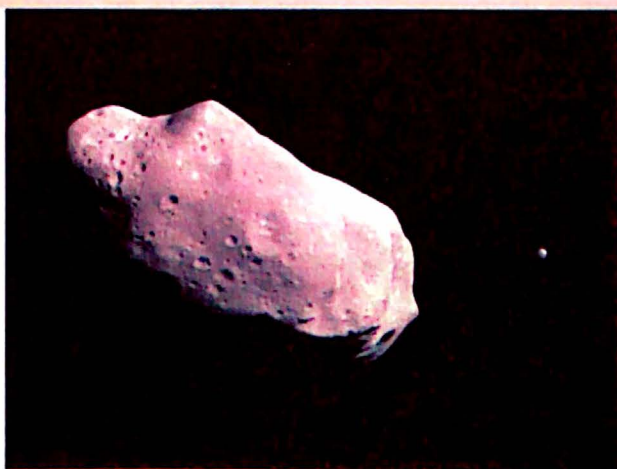


к Земле и в декабре того же года опять направился к Венере. Последний, третий, виток "пращи" завершился в начале декабря 1992 г. около Земли, когда аппарат, набрав необходимую скорость – 39 км/с, устремился к Юпитеру.

Конечно, многократные гравитационные маневры увеличили время перелета "Галилео" к конечной цели путешествия, но они

были необходимы. Во время сближения с Землей и Венерой "Галилео" передал их многочисленные снимки, а при пролете около Луны впервые получил ее глобальные спектральные изображения. 29 ок-

тября 1991 г. и 27 августа 1993 г. сделаны первые снимки астероидов Гаспра (с расстояния 1601 км) и Ида (около 10 500 км). Эти малые планеты (Гаспра – 20 × 12 × 11 км, Ида – длина 55 км и поперечник от



Астероид 243 Ида и его спутник Дактиль (светлая точка справа от астероида). Снимок получен с расстояния около 10 500 км 27 августа 1993 г. за 14 мин до наибольшего сближения "Галилео" с малой планетой. Фото JPL/NASA.

Схема путешествия "Галилео" по Солнечной системе.



Падение фрагмента (W) распавшегося ядра кометы Шумейкер-Левы 9, сопровождаемое световой вспышкой. Фрагмент упал на ночную сторону Юпитера около терминатора в расчетной точке: 43° ю.ш. и 80° з.д. Снимок сделан АМС "Галилео" 22 июля 1994 г. Фото JPL/NASA.

осколков распавшегося ядра кометы с Юпитером! Переданные "Галилео" изображения этого редкого астрономического явления значительно расширили наши представления о кометах и катастрофических процессах в Солнечной системе (Земля и Вселенная, 1994, № 2; 1995, № 5; 1996, № 1).

20 до 24 км) покрыты типичным для лишенных атмосферы тел чехлом из раздробленных пород – реголитом и многочисленными ударными кратерами. Однако исследователей ждал сюрприз: выяснилось, что у Иды есть спутник поперечником около 1.5 км. При ближайшем рассмотрении на поверхности этого крошечного спутника, **Дактиля**, удалось различить кратеры (Земля и Вселенная, 1992, № 5; 1993, № 1; 1994, №№ 4, 6; 1995, №№ 4, 5).

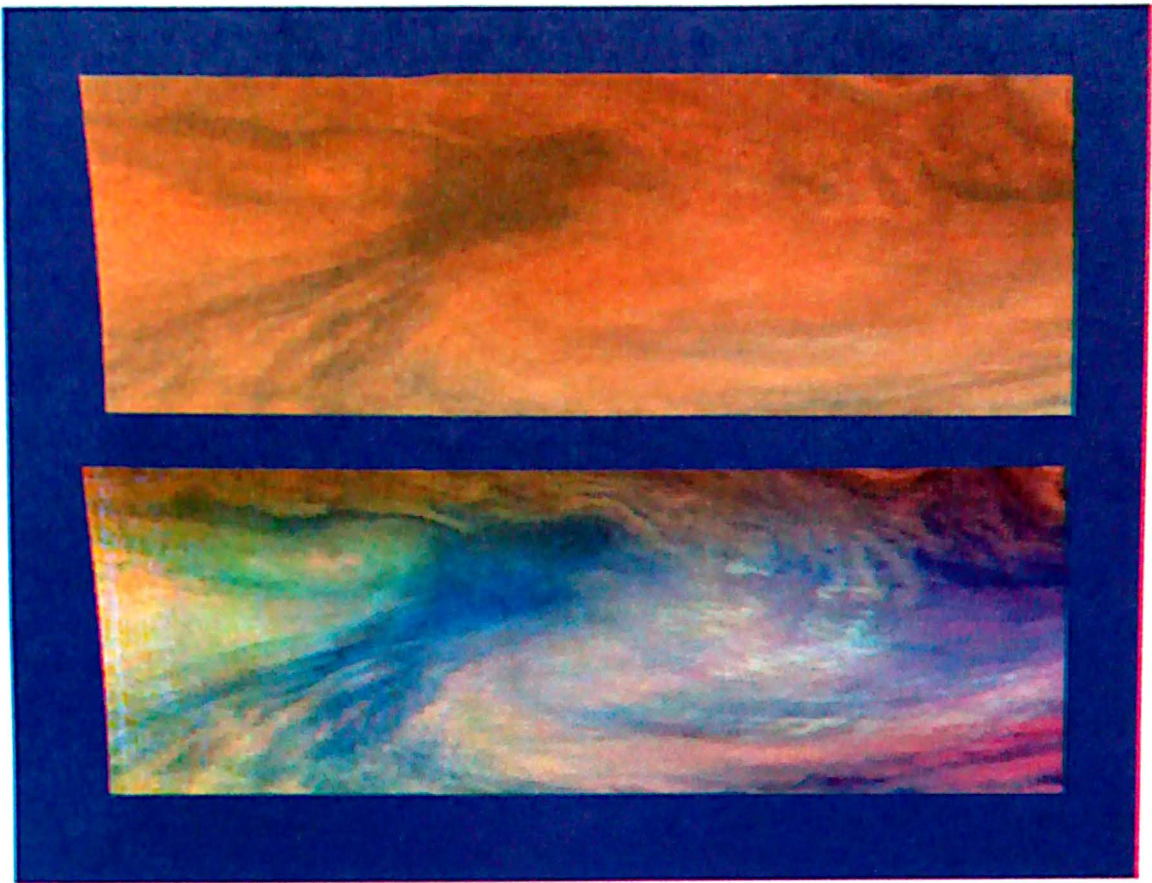
Примерно через год научную группу проекта ждала еще одна неожиданность. Открытая незадолго перед этим комета **Шумейкер-Левы 9** из семейства Юпитера (Земля и Вселенная, 1993, № 6; 1994, № 1) в результате многих сближений с планетой распалась на части

и в конце концов должна была упасть на нее **в июле 1994 г.** Комета приближалась к Юпитеру с невидимой на Земле стороны, так что было невозможно наблюдать столкновение ее фрагментов с планетой-гигантом. Место падения и последствия удара становились видимыми только немного позже, когда в процессе вращения Юпитер поворачивался к земному наблюдателю этой областью. Но "Галилео" летел к Юпитеру в другом направлении, поэтому его камерам стало доступно полушарие, где падали фрагменты кометы.

Перепрограммировав бортовой научный комплекс, руководители полета получили возможность наблюдать то, что кроме камер АМС не мог видеть никто, – момент столкновения каждого из

С ПАРАШЮТОМ – НА ЮПИТЕР

Через год, **13 июля 1995 г.**, начался основной и завершающий этап экспедиции "Галилео" – космический аппарат готовился к исследованиям системы планеты-гиганта. В этот день спускаемый аппарат отделился от основного модуля и пустился в автономный полет – пятимесячное свободное "падение" на Юпитер. **Спускаемый аппарат** диаметром 1.2 м и массой 339 кг не снабдили корректирующими двигателями, поэтому спуск происходил по баллистической траектории. На его борту размещались семь приборов массой 28 кг для получения сведений о температуре, давлении и составе атмосферы, облачном покрове и поясах радиации, которые спускаемому ап-



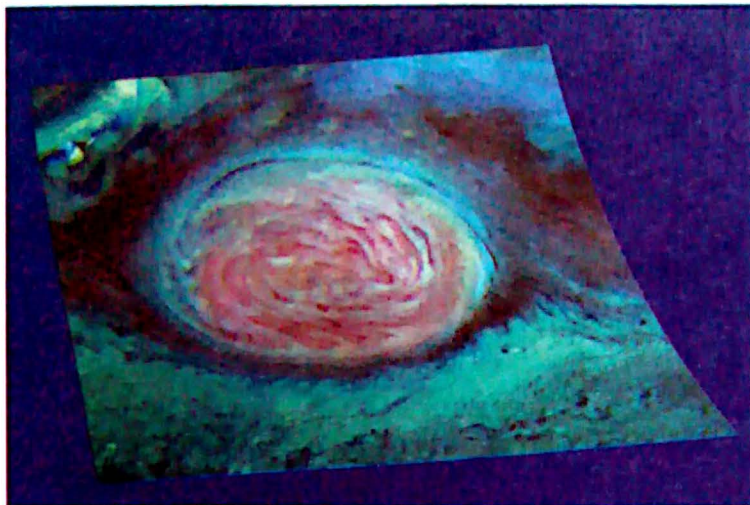
Вид экваториальной "горячей точки" Юпитера с повышенной температурой и сухой атмосферой. Верхнее изображение "Галилео" – фрагмент облачности Юпитера в воспринимаемых человеком цветах. Искусственные цвета нижнего снимка подчеркивают многослойность облачной структуры. Темно-голубой цвет указывает на глубокую "дыру" в атмосфере, уходящую в зону повышенной температуры. В подобную "дыру" попал спускаемый аппарат "Галилео". Размеры фрагмента достигают 34 тыс. км на 11 тыс. км. Фото JPL/NASA.

парату предстояло пройти, прежде чем погрузиться в глубины газовой планеты. Передача данных на приемную аппаратуру основного модуля (орбитального отсека) проводилась

с помощью комплекса связи. Скорость аппарата при входе в атмосферу Юпитера составляла 47.6 км/с. На первом этапе торможение обеспечивал аэродинамический защитный конус-экран, а затем – парашют диаметром 2.5 м, который раскрывался после проникновения под слой плотных облаков. Это произошло на глубине 18 км от условного поверхностного уровня атмосферы. Спускаемый аппарат **7 декабря 1995 г.** в течение 59 мин проник до глубины около 200 км, где, по-видимому, испарился из-за высокой температуры. Сигналы от спускаемого аппарата прекратились на глубине примерно 150 км, давление там составля-

ло 22 бара, а температура превысила +150°C. За время спуска на борт основного модуля было передано около 3.5 Мбайта данных (Земля и Вселенная, 1996, № 3).

Оказалось, что верхние слои атмосферы Юпитера содержат меньше водяных паров, чем ожидалось. Только позже, сопоставив температурно-влажностные и другие данные, специалисты пришли к выводу, что место падения спускаемого аппарата не типично и его можно отнести к "горячим точкам" Юпитера из-за повышенной температуры и малого содержания водяных паров. Сильные атмосферные течения и турбулентция, вспышки молний на



Большое Красное Пятно – наиболее заметная деталь на фоне облачного слоя Юпитера. Мозаика составлена из 18 изображений, переданных “Галилео”: по 6 снимков, полученных через три разных фильтра в течение одного сеанса 26 июня 1996 г. Условные цвета соответствуют уровню впадин газовых составляющих постоянно вращающегося гигантского смерча. Самые глубокие слои облаков показаны синим цветом, розовые структуры располагаются выше, белые области соответствуют самому высокому тонкому облачному слою. Фото JPL/NASA (обработка Корнельского университета).

трассе спуска дополнили картину. Хотя по частоте возникновения молнии в облачном слое Юпитера более редки, чем на Земле, разряды по мощности примерно в 1000 раз сильнее земных. Приборы обнаружили облака, содержащие аммоний; как предполагают, они сформировались в более глубоких слоях атмосферы. Химический состав исследованной части атмосферы Юпитера не соответствует в точности химическому составу Солнца, что, вероятно, указывает на существование особых процессов, сопровождавших его эволюцию.

Через час после прекращения связи со спускаемым аппаратом провели первое включение корректирующего двигателя **основного модуля “Галилео”**, и он вышел на орбиту вокруг Юпитера. Так вдобавок к более чем 60 естественным спутникам планета-гигант обрела первый искусственный спутник. “Галилео” приступил к систематическим исследова-

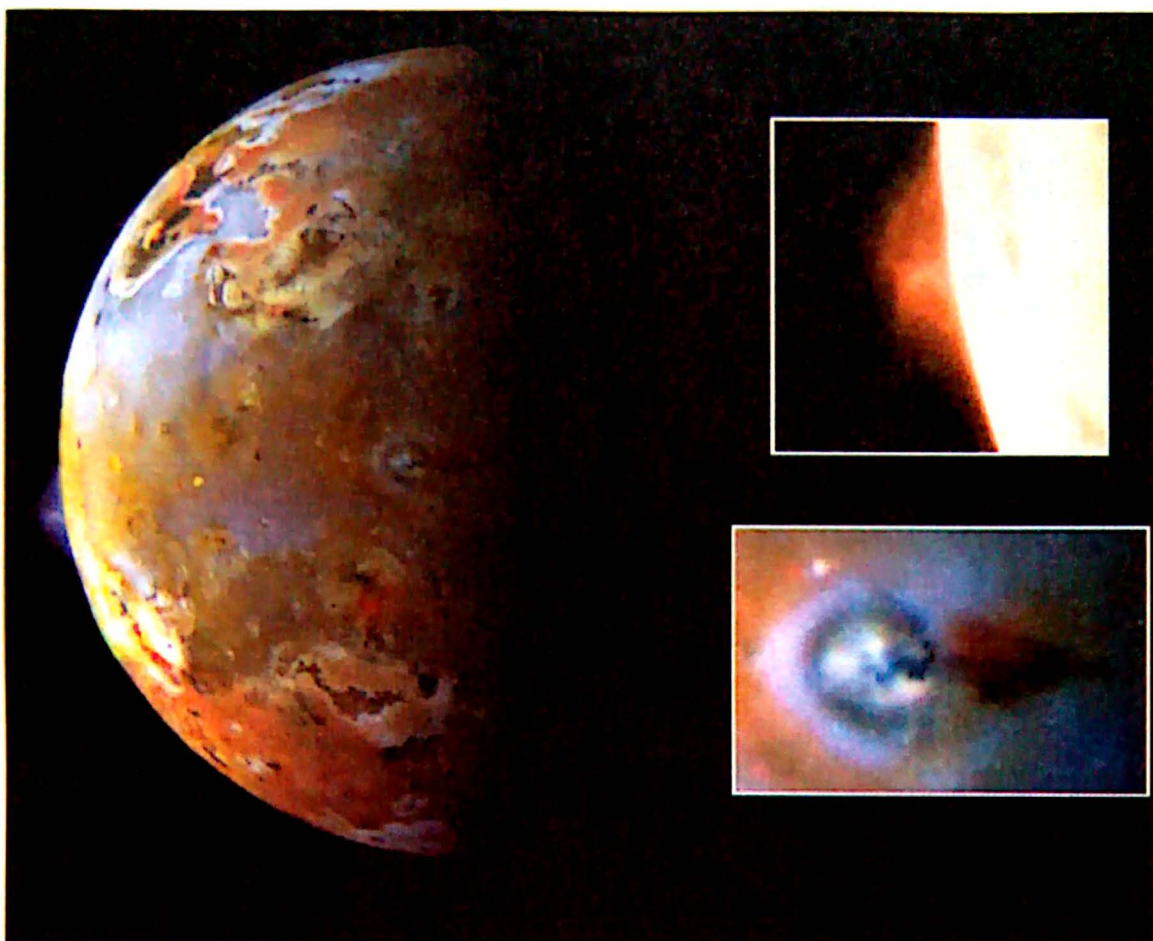
ниям Юпитера и его спутников, растянувшимся на несколько лет (Земля и Вселенная, 2001, № 2; 2004, № 1).

САМЫЙ БЕСПОКОЙНЫЙ СПУТНИК

Открытие действующих вулканов на **Ио** в 1979 г. было несомненной сенсацией. Спустя почти четверть века это явление по-прежнему остается уникальным. И теперь, когда наши знания о природе тел Солнечной системы значительно расширились, **Ио** считается объектом, обладающим наибольшей внутренней активностью. Полагают, что гравитационные силы, приводящие к возникновению приливной волны в твердом теле спутника, достигающей 100 м, – это энергетический источник, поддерживающий постоянный разогрев недр сравнительно небольшого тела. Первая встреча “Галилео” с **Ио** состоялась почти сразу же после его прибытия в систему Юпитера: **7 декабря**

1995 г. АМС пролетела на расстоянии около 900 км. Впоследствии “Галилео” еще **7 раз** сблизился с **Ио** в 1999–2002 гг. Изображения поверхности спутника показали, что существуют слишком активные области, вулканические выбросы из которых практически не прекращались 18 лет с тех пор, как их заметили на снимках, сделанных “Вояджерами”. Вместе с тем некоторые из эруптивных центров отмечены впервые, а значит являлись молодыми центрами вулканической активности (Земля и Вселенная, 1999, № 1; 2000, № 5; 2001, № 2; 2002, № 6).

Тепловые измерения, проведенные бортовыми датчиками “Галилео”, показали, что температура некоторых активных областей **Ио** даже более высокая, чем у действующих вулканов на Земле. По-видимому, вулканическая лава, поступающая по трещинам из глубинных резервуаров, включает



Момент вулканических извержений из двух эруптивных центров на Ио, зафиксированный "Галилео" 28 июня 1997 г. с расстояния около 600 тыс. км. Один выброс, высотой около 140 км, виден на лимбе спутника слева (на правом верхнем снимке показан его увеличенный фрагмент). Другой находится приблизительно в центре видимого диска Ио (на правом нижнем снимке – увеличенный фрагмент этой области). Высота "фонтана" – около 75 км, справа от эруптивного центра видна тень извержения. Фото JPL/NASA.

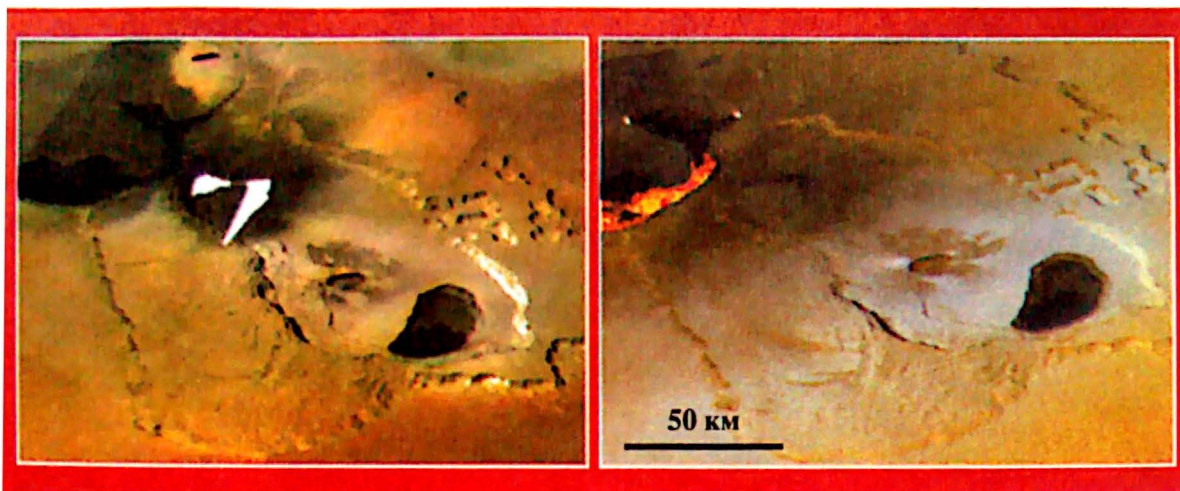
силикаты с повышенным содержанием магния. Как и раньше, на снимках, полученных с борта "Галилео", наблюдались потоки расплавленной серы, а

цветовая окраска этих образований указывала на разные температуры пород при выходе на поверхность.

По относительной распространенности вулканизм на Ио примерно в 100 раз превышает современный вулканизм Земли. Изображения, переданные "Галилео", продемонстрировали глобальные изменения вида поверхности за сравнительно небольшие сроки. Например, было замечено, что всего лишь за четыре месяца площадь около 300 тыс. км², сравнимая с размерами штата Аризона в США, полностью покрылась выбросами из ближайшего вулка-

на. Состав и свойства горячих лав Ио могут быть сходны с продуктами вулканизма, существовавшего на Земле более 3 млрд. лет назад.

Исследования, проведенные с помощью приборов, установленных на "Галилео", подтвердили и дополнили модель, описывающую характер плазменного окружения Ио. Кроме известной структуры – плазменного тора, повторяющего форму орбиты спутника, обнаружены "магнитные трубы", внутри которых плазма с низкой плотностью переносится на большие расстояния от Юпитера. Следует упомянуть и о потоках заряжен-



ных частиц, которые движутся вдоль силовых линий, связывающих Ио с областями заряженных частиц в атмосфере Юпитера. Сложная как геометрически, так и физически картина еще не полностью нашла объяснение. Но данные "Галилео" существенно приблизили исследователей к решению загадок Ио.

ОКЕАН НА ЕВРОПЕ?

Первое свидание "Галилео" с Европой состоялось на его четвертом витке вокруг Юпитера **19 декабря 1996 г.** Аппарат приблизился к спутнику на 692 км. Согласно расписанию миссии, "годом Европы" стал **1998 г.** С **ноября 1997 г.** (11-й виток) и **по февраль 1999 г.** (19-й виток) обращение "Галилео" вокруг Юпитера организовали таким образом, что на каждой из орбит (кроме 13-й) происходило сближение с Европой.

До "Галилео" основные сведения о Европе сводились к тому, что это спутник преимущественно ле-

дяного состава с необычно гладкой поверхностью, разрезанной сетью тонких трещин. Снимки с высоким разрешением, полученные в течение "года Европы", коренным образом изменили представление о характере его поверхности и природе. По-видимому, отколовшиеся льдины размером с город дрейфовали в открытой воде подобно огромным айсбергам в полярных морях Земли. Когда лагуны замерзли, начинали образовываться торосы. Множество наплавивших друг на друга ледяных полей раскрывают историю появления огромных структур. Вырвавшаяся на поверхность вода замерзла в виде абсолютно гладких, как каток, ледяных полей, которые особенно выделяются среди громоздящихся друг на друга растрескавшихся льдин. Эти феерические картины дополняются куполами всплывшего на поверхность материала с более высокой температурой (Земля и Вселенная, 2000, № 3; 2002, № 4).

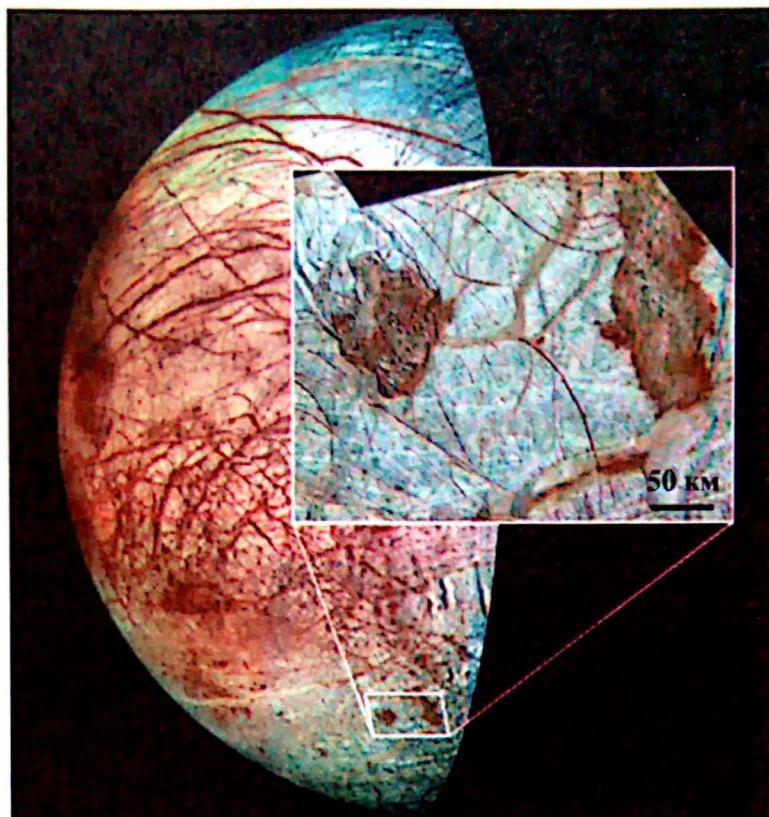
Два снимка Ио с происходящими там извержениями вулканов. На правом изображении зафиксирован момент выхода на поверхность Ио раскаленной лавы – яркая желто-красная полоса вдоль трещины (единица измерения 50 км). Снимок получен "Галилео" 22 февраля 2000 г. Для представления о динамике вулканического процесса слева приводится мозаика снимков той же области, снятой камерами аппарата 26 ноября 1999 г. Фото JPL/NASA.

На изображениях Европы отдельные области выглядят как отложения испарившегося солевого раствора. При больших, чем на Земле, запасах воды на ней, по-видимому, существует огромный соленый океан под ледяной растрескавшейся и замерзшей поверхностью. По некоторым морфологическим образованиям на поверхности спутника можно предположить, что в отдельных районах хрупкий слой литосферы не превышает нескольких километров. С другой стороны, выделяемое за счет приливного механизма тепло недоста-

Комбинированный снимок поверхности Европы. Небольшой участок ледяной коры показан в увеличенном виде на врезке (масштабная единица 50 км). Видны ледяные поля, дрейфующие по поверхности подледного океана, глубина которого, возможно, более 100 км. Фото JPL/NASA.

точно для разогрева существующей массы льда. Зарегистрированные поля температурных аномалий – скорее всего, выходы потоков внутренней тепловой энергии. Поэтому некоторые специалисты предлагают модель конвективного выноса тепла из разогретых недр Европы. Но в этом случае конвективная зона должна быть довольно значительной по толщине. Расчеты приводят к заключению, что под сравнительно тонкой литосферой, возможно, находится океан жидкой воды глубиной от нескольких до десятков километров. Ломка и торошение поверхностных льдов, вероятно, продолжаются и в настоящее время. На относительную молодость поверхностных образований Европы указывает практически полное отсутствие ударных кратеров. Согласно оценкам, поверхность Европы молодая, не более 10 млн. лет.

Следует также отметить, что "Галилео" обнаружил у Европы тонкую газовую оболочку кислородного состава, скорее не атмосферу, а экзосферу, то есть область над поверхностью с ионами и частицами нейтральных газов, свободно диссипи-



рующих в открытый космос (Земля и Вселенная, 1999, № 3).

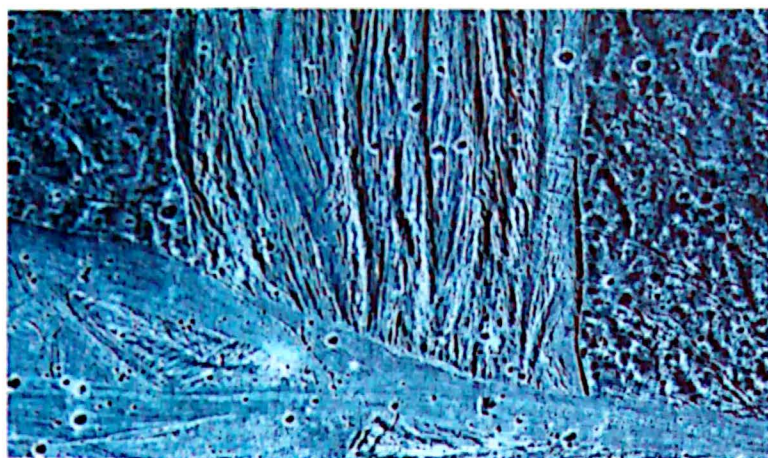
Открытия, указывающие на существование глобального океана Европы, вызвали новые споры о признаках жизни (Земля и Вселенная, 1998, №№ 1, 5). Поскольку, как известно, жидкая вода – ключевая составляющая в комбинации условий, при которых возможно зарождение и развитие живых организмов, не исключено, что в ближайшем будущем наиболее активные поиски неизвестных нам организмов переместятся с Марса на этот спутник Юпитера.

ДИНАМО-МАШИНА НА ГАНИМЕДЕ?

Как известно, Ганимед – самый крупный спутник в

Солнечной системе, по размерам превосходящий даже Меркурий. Вместе с тем его средняя плотность (около 2 г/см³) указывает на большую долю ледяной составляющей, чем у Европы, средняя плотность которой – 3 г/см³.

Первое знакомство "Галилео" с Ганимедом состоялось уже на первом витке, 26 июня 1996 г., на расстоянии 835 км. На втором витке, 6 сентября того же года, "Галилео" опять приблизился к самому крупному спутнику Юпитера. На этот раз их разделяло расстояние всего в 261 км. Следующий сеанс исследований состоялся в апреле и мае 1997 г. Затем последовал довольно длительный перерыв, и только 20 мая 2000 г., на 28-м витке вокруг Юпитера, "Гали-



Участок поверхности Ганимеда (950 × 560 км). Здесь можно выделить три типа поверхности, относящиеся к разным эпохам тектонических преобразований. В нижней части просматривается наиболее молодой поток. Вертикально ориентированный поток относится, по-видимому, к среднему возрасту пород данной местности. Справа и слева от него – мощная древняя материя с многочисленными ударными кратерами. Изображение получено “Галилео” 7 мая 1997 г. Фото JPL/NASA (обработка Университета Брауна).

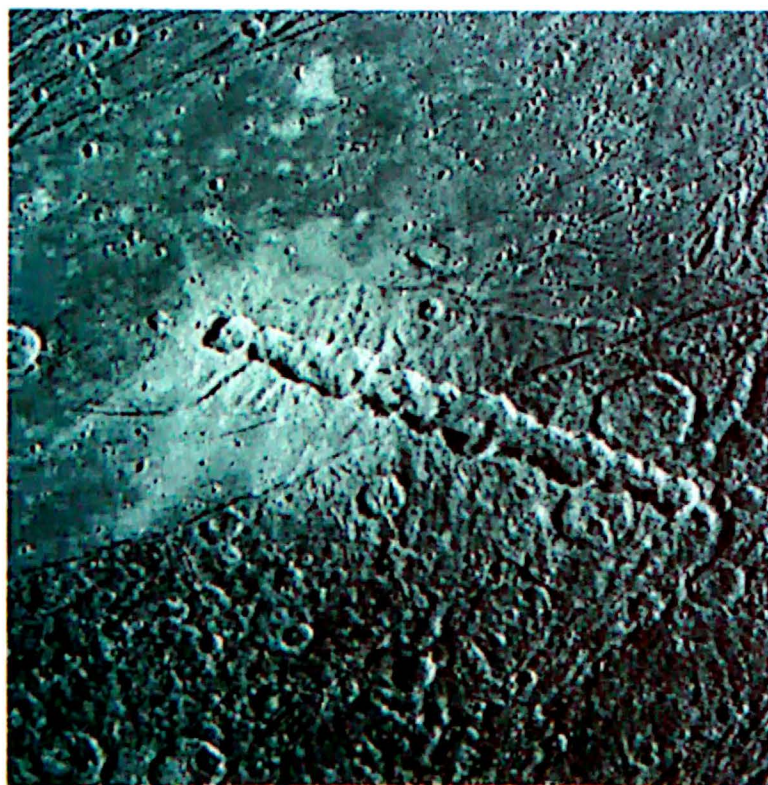
лео” снова оказался поблизости от Ганимеда. Наконец, последнее сближение произошло **29 декабря 2000 г.** (29-й виток), уже на значительном расстоянии – 2338 км, лишь немногим меньше радиуса спутника.

Хотя в изрезанной трещинами и вздыбленными грядами поверхности Га-

нимеда можно найти некоторое сходство с морфологией Европы, обращает на себя внимание главное отличие – масштаб отдельных структур. Если на Европе торосистый ландшафт формировался относительно небольшими блоками, то структура льда Ганимеда явно образована крупными тектоничес-

кими подвижками. Следы региональных процессов на Европе отличаются от динамики формирования поверхности на Ганимеде, принявшего глобальные масштабы: движением льдов охвачены целые полушария (Земля и Вселенная, 1997, № 6).

Современные знания об эволюции планетных тел указывают на то, что процессы тектонических преобразований планет или крупных спутников – следствие перестройки их недр. В результате общего плавления происходит дифференциация внутренних слоев, вследствие которой образуются внешняя кора из легкого мате-



Свидетельством неоднократного падения малых тел, изменивших орбиту Ганимеда, служит изображение “Галилео” со следами сравнительно недавнего падения кометы на его поверхность. Ядро этой кометы могло разрушиться на отдельные фрагменты при близком прохождении около Юпитера подобно комете Шумейкеров–Леви 9, и 13 наиболее крупных осколков при падении на Ганимед образовали цепочку кратеров. Фото JPL/NASA (обработка Университета Брауна).

риала, промежуточные горизонты мантии из тяжелых пород и плотное металлическое ядро. Более поздние глубинные процессы на границе мантии и коры вызывают глобальные изменения в строении поверхности. Так устроены все планеты земного типа.

В чем же заключается природа тектонических структур Ганимеда? Какие этапы его эволюции кроются за причудливым рисунком трещин и борозд, пересекающих значительные области поверхности гигантского спутника?

Вероятный ответ пришел с борта "Галилео" вместе с данными об открытии магнитного поля у Ганимеда, природа которого похожа на природу магнитного поля Земли (Земля и Вселенная, 1996, № 6). Находясь в пределах действия мощнейшего магнитного поля Юпитера, все четыре галилеевых спутника в той или иной степени испытывают его влияние. На них могут возникать вторичные магнитные поля, индуцированные полем планеты-гиганта. Но приборам "Галилео" удалось выделить собственную магнитосферу Ганимеда. Оказалось даже, что он обладает собственным миниатюрным радиационным поясом, похожим на структуру земного магнитного поля.

Предположительно, в прошлом Ганимед претерпел незначительные изменения своей орбиты, достаточные для возникновения приливных деформаций спутника с последующим расплавом недр.

В образовавшемся расплаве произошла дифференциация вещества, сопровождаемая выделением жидкого металлического ядра, по-видимому, генерирующего магнитное поле спутника. А другим следствием такой эволюции стали глубинные тектонические процессы, породившие наблюдаемые сегодня формы рельефа поверхности. Средний возраст поверхности в отдельных районах спутника может быть очень древним и достигать миллиардов лет.

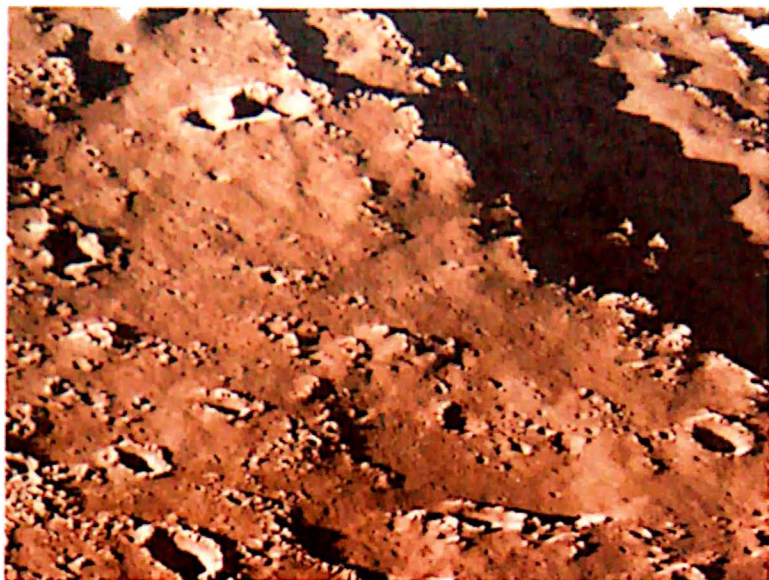
ЕЩЕ ОДИН ОКЕАН?

Первое посещение окрестностей **Каллисто** произошло **4 ноября 1996 г.** на третьем витке "Галилео" вокруг Юпитера. **20 июля** (на расстоянии 418 км) и **15 октября 1997 г.** (535 км) АМС сблизилась с Каллисто дважды – на 9-м и 10-м витках орбиты. Продолжительный сеанс исследований Каллисто проведен **с мая по сентябрь 1999 г.**, когда "Галилео" четыре раза подходил к спутнику на расстояния от 1000 до 2000 км (20–23-й витки). В последний раз он пролетел в 123 км от спутника **25 мая 2001 г.** (30-й виток).

По размерам и средней плотности Каллисто почти не отличается от Ганимеда. Большую часть массы спутника (до 60%) составляет водяной лед. Поверхность Каллисто покрыта многочисленными ударными кратерами, что свидетельствует о ее древности (возраст около 3.5 млрд. лет). Эта особенность четвертого крупно-

го спутника первоначально приводила исследователей к выводу о твердой литосфере, достигающей практически центра ледяной сферы. Сомнения начались после первых исследований "Галилео"; изображения, полученные с лучшим разрешением, чем раньше, подтверждали это, добавляя лишь некоторые детали. Например, многие особенности рельефа говорили об интенсивном сглаживании валов кратеров, гребней и краев борозд или трещин. Наиболее вероятной причиной подобных изменений могла быть сублимация летучих элементов с поверхности льда. В результате такого процесса на краях деталей рельефа осталась живописная "бахрома" более светлой окраски, похожая на свежевыпавший снег (Земля и Вселенная, 1998, № 2).

Идиллическую картину внешнего спокойствия нарушили результаты магнитометрических измерений, проведенных "Галилео". Обнаружено, что Каллисто активно реагирует на магнитное поле Юпитера. Процессы в магнитосфере Ганимеда отличаются: электрические токи в поле Каллисто иногда текли в противоположном направлении. Дальнейшее изучение этого явления показало строгую синхронизацию эффектов в поле Каллисто с вращением Юпитера. Поскольку недра Каллисто, по-видимому, не генерировали собственного поля, встал вопрос о проводящей среде для токов, наведенных по-



Участок поверхности Каллисто площадью около 900 км². Мозаика из двух снимков, полученных "Галилео" 4 ноября 1996 г. Обратите внимание на светлую "бахромую" пород на гребнях причудливого вида образований, похожую на хлопья снега. Фото JPL/NASA (обработка Университета Брауна).

лем Юпитера. С учетом опыта исследований других крупных спутников ответ напрашивался сам собой: под толщей ледяной литосферы может находиться океан соленой воды, служащей хорошим проводником для обнаруженных токов наведенного поля.

Следует отметить и еще одну особенность появления океана в недрах Каллисто. Каллисто находится почти в 2 млн. км от Юпитера и не испытывает значительных деформаций в результате воздействия приливных сил, как, например, Европа. Поэтому, вероятным энергетическим источником разогрева недр можно считать распад радиоактивных элементов в ядре спутника.

ТОЧНО РАССЧИТАННАЯ
ГИБЕЛЬ АМС

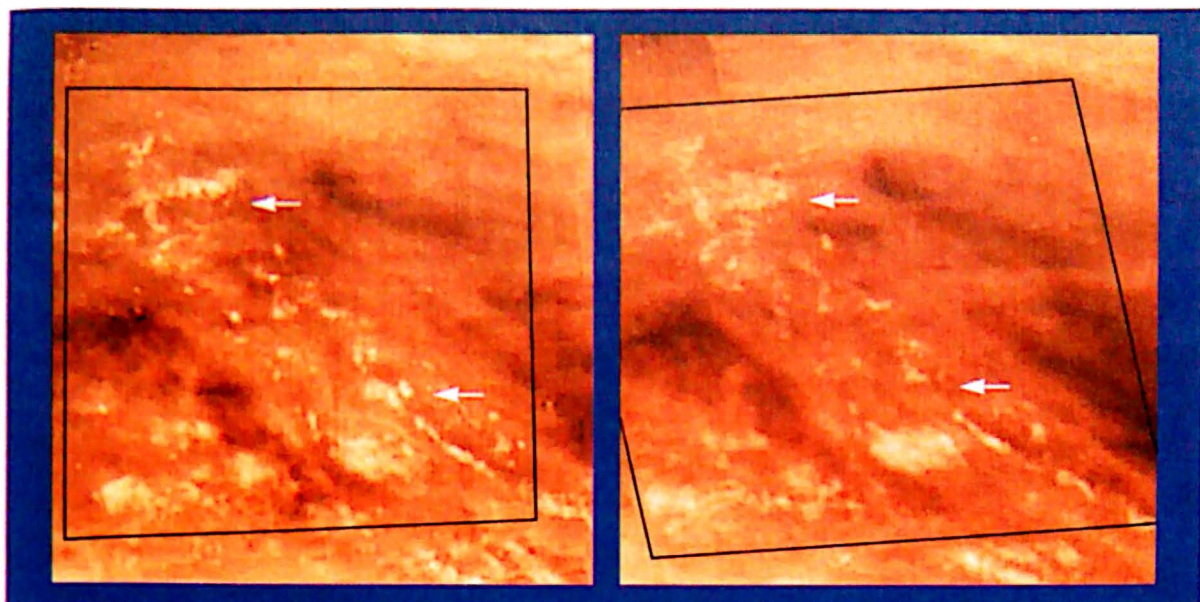
Первоначально продолжительность активной части проекта "Галилео" ограничивалась двумя годами

работы аппарата в системе Юпитера, то есть декабрем 1997 г. Однако, несмотря на трудности с нераскрывшейся до конца остронаправленной антенной и мелкие помехи при выполнении отдельных экспериментов, КА работал весьма успешно, поставляя большой объем высококачественной информации. В результате руководители проекта еще трижды ставили дополнительные задачи перед "Галилео", с которыми он успешно справился. Наиболее значительным стало почти двухгодичное исследование Европы, позволившее открыть океан под ледяной коркой. Этот период в работе "Галилео" назван "**Миссия к Европе**".

Второй дополнительный период работы "Галилео", "**Миссия Тысячелетия**", начавшийся в 2000 г., включал новые исследования Юпитера и его спутников. В декабре 2000 г. выполнены уникальные

одновременные исследования с борта двух АМС – "Галилео" и "Кассини", пролетавших около Юпитера (Земля и Вселенная, 2001, № 5). Скоординированные наблюдения с борта обеих космических станций позволили получить такие данные о магнитосфере Юпитера, которые, скорее всего, невозможно собрать с помощью только одного аппарата из-за ее громадной протяженности. В этот же период "Галилео" сделал открытие, относящееся к области звездной астрономии. Благодаря наблюдениям, систематически выполняемым приборами звездной навигации, обнаружено, что звезда δ Парусов относится к двойной затменно-переменной.

В ноябре 2002 г. на 34-м витке "Галилео" приблизился на минимальное расстояние к Юпитеру, пролетел мимо ближайшего к планете маленького спутника **Амальтея** и получил сведения о внутренних областях магнитосферы и радиационных поясах планеты. В частности, звездный сканер навигационной системы зарегистрировал световые вспышки – это следы многочисленных осколков



Два крупномасштабных изображения облачного слоя Юпитера в окрестностях Большого Красного Пятна получены "Галилео" с интервалом 70 мин. Стрелками показаны возникшие и рассеявшиеся за это время облака белого цвета, возможно, состоящие из водяных паров. Размеры самых мелких образований достигают нескольких десятков километров. Фото JPL/NASA (обработка Калифорнийского технологического университета).

твердого вещества, вращающихся вокруг Юпитера в зоне орбиты Амальтеи. Этим "нырком" аппарат начал выполнение третьей дополнительной программы полета – завершающего входа в атмосферу Юпитера. Аппарат, входивший в атмосферу планеты со скоростью 48.2 км/с, не имевший никакой теплозащиты и устройств торможения, дол-

жен был сгореть при погружении. Смысл падения АМС на планету заключался в нескольких часах ее постепенного схода с орбиты на 35-м (последнем) витке. За это время "Галилео" еще раз обследовал ближайшие окрестности планеты.

В часы, предшествующие падению аппарата в атмосферу Юпитера, начался последний сеанс передачи данных с "Галилео", который с этого момента шел в режиме реального времени. Аппарат тогда находился на расстоянии 965 тыс. км от Юпитера. Спустя 8 ч он пересек орбиту Ио, затем на расстоянии 143 тыс. км от верхнего слоя облаков его магнитометры "зашкалило". При столь близком расстоянии от планеты напряженность магнитного поля Юпитера настолько высока, что уже не под-

давалась регистрации приборами аппарата. На расстоянии около 57 тыс. км над облачным слоем аппарат пересек орбиту ближайших к Юпитеру крохотных спутников – **Адрастеи** и **Метиса**. Чуть позже "Галилео" вошел в тень Юпитера, оказавшись над его ночной стороной, а через минуту он скрылся за лимбом планеты. В этот момент он находился на расстоянии всего 9283 км над слоем облаков. По-видимому, "Галилео" разрушился в атмосфере Юпитера **21 сентября 2003 г.** в 18 ч 57 мин по Гринвичу. Последний сигнал от него был получен станцией дальней космической связи в Голдстоуне в 19 ч 43 мин 14 с по Гринвичу. От Юпитера до Земли сигнал шел примерно 52 мин. "Галилео" уже не стало, а на Земле все еще звучал его радиоголос...

“Сказки звездного неба”

Так называется четвертая книга С.И. Дубковой, выпущенная в свет издательством “Белый город” в 2003 г. (информацию о предыдущих наши читатели найдут в заметках “Земли и Вселенной”; 2003, № 1 и 2004, № 2).

Эта книга – о древнегреческих мифах, связанных с оставшимися до наших дней названиями созвездий. Ее основные разделы – “Жизнь Олимпийских богов”, “Подвиги титанов”, “Кое-что интересное о других созвездиях” (“Небесный зоопарк”, “Волшебное царство полезных приборов”, “Круг Зодиака”, “Звездные карты”).

Книга адресована детям младшего школьного возраста,



но, пожалуй, окажется интересной не только и не столько им, потому что содержит немало описаний довольно запутанных “взаимоотношений” многочисленных богов, титанов, людей и богато иллюстрирована, вообще говоря, недетскими репродукциями шедевров Д. Веласкеса, Леонардо да Винчи, П. Рубенса,

С. Боттичелли, Э. Берн-Джонса, А. Иванова, Н. Кошелева и других знаменитых художников. Репродукции прекрасных картин, воспроизведение замечательных скульптур, а также рисунки М. Крыловой и тщательно продуманные дизайны и верстка М. Васильевой превращают произведение С.И. Дубковой в привлекательную книгу-альбом, способную украсить самую изысканную домашнюю библиотеку.

Поскольку С.И. Дубковой в некоторой степени удалось адаптировать изложение мифов к возможностям детского восприятия, книга может пригодиться и школьникам средних классов, изучающим историю Древнего мира, и даже старшеклассникам, знакомящимся со звездным небом на уроках и факультативных занятиях по астрономии.

Е.П. ЛЕВИТАН

Информация

Звезда оказалась двойной

Английский астроном-теоретик Дж.М. Питтард высказал предположение, что весьма массивная звезда η в созвездии Киля, претерпевшая самый мощный из наблюдавшихся когда-либо взрывов, но окончательно не разрушившаяся, – фактически часть двойной системы.

Гипотезу проверил и подтвердил наблюдениями астрофизик М. Коркоран из Центра

космических полетов им. Годдарда (NASA, США). Изучая объект в рентгеновском диапазоне, он зарегистрировал резкое падение излучения, идущего из звезды η Киля в интервале энергий между 2 и 10 кэВ, и сделал вывод, что, как и предполагалось, период обращения одного небесного тела вокруг другого составляет около 5.52 земного года.

Двойная система оказалась источником звездного ветра, распространяющегося со сверхзвуковыми скоростями. Поток, идущий от одной из звезд, сталкивается с потоком другой, образуя скопление плазмы с температурами, близкими к 107 К. Интенсивность возникающего излучения (в основном рентге-

новского) зависит от расстояния между изучаемыми телами и их ориентации в пространстве.

Орбиты этих звезд обладают большим эксцентриситетом, так что расстояние между ними изменяется примерно от 1.5–3 до 30 а.е. Во время их сближения поток рентгеновских лучей резко ослабевает. Кривая блеска данного излучения в значительной степени совпадает с предсказанной теоретически. Возможно, дальнейший анализ спектра покажет, вызывает ли новый “напарник” звезды η Киля специфический выброс ее масс во внешнее пространство.

*Astronomy and Geophysics,
2003, 44, 4*

Полеты межпланетных станций и научных спутников

I. Автоматические межпланетные станции*

1. “Вояджер-1 и -2” (“Voyager-1/2”, США). АМС запущены 5 сентября и 20 августа 1977 г. (Земля и Вселенная, 1978, № 2). В ноябре 2003 г. “Вояджер-1” достиг окрестностей Солнечной системы после 26-летнего путешествия: прошел ударную волну взаимодействия межзвездного газа с солнечным ветром, о чем свидетельствуют увеличение в 100 раз концентрации электрически заряженных частиц больших скоростей, движущихся вдоль линий магнитного поля, и замедление движения солнечного ветра. В этом месте образовалась гигантская ударная волна от столкновения межзвездного газа и солнечного ветра, где температура резко возрастает до нескольких десятков тысяч градусов, а скорость потока газа уменьшается с 300–700 км/с до 45 км/с. Данное событие приборы станции фиксировали с ав-

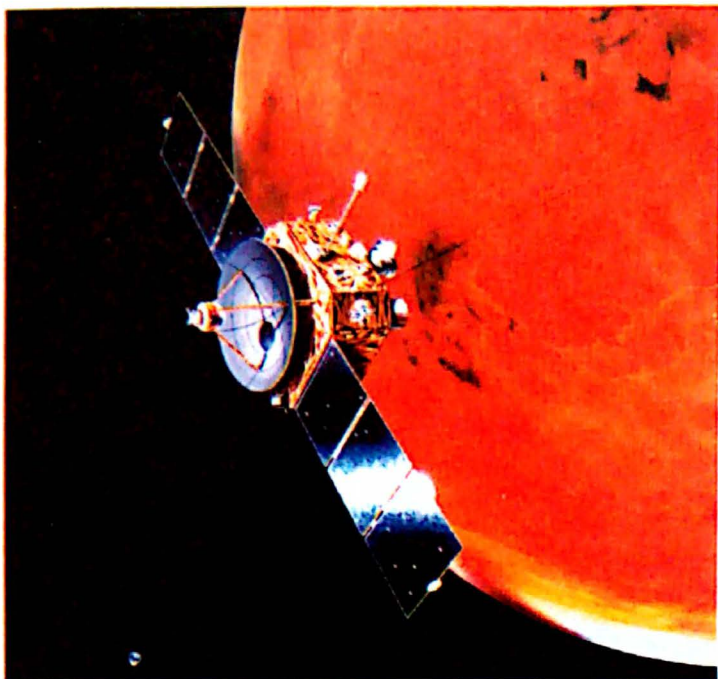
густа 2002 г. по февраль 2003 г. Граница ударной волны зависит от солнечной активности; по-видимому, “Вояджер-1” еще не раз побывает в этих необычных и малоизученных областях.

Обе станции продолжают удаляться от нас, преодолевая за год более 3 а.е. и передавая информацию. Предполагают, что связь со станциями будет поддерживаться до 2020 г. К началу 2004 г. “Вояджер-1” пролетел 14.8 млрд. км, от Солнца его отделяют 13.38 млрд. км, от Земли – 13.5 млрд. км. Относительно Земли он движется со скоростью 20.97 км/с, а относительно Солнца – 17.23 км/с. Чтобы отправить на КА радиосигнал и получить ответ, требуется более 24 ч. Показатели для “Вояджера-2” на тот же момент: пройденное расстояние – 13.47 млрд. км, удаление от Солнца – 10.8 млрд. км, удаление от

Земли – 10.57 млрд. км, скорость относительно Земли – 28.57 км/с, скорость относительно Солнца – 15.72 км/с. На то, чтобы установить с ним связь, требуется 19 ч 34 мин 30 с. Обе АМС покидают Солнечную систему под углом 35° к северу и 48° к югу от плоскости эклиптики.

2. “Улисс” (“Ulysses”, ESA – NASA). АМС запущена 7 октября 1990 г. Зонд работает уже 14 лет и завершает второй виток на полярной околосолнечной орбите, перпендикулярной плоскости эклиптики. Находясь сейчас в афелии, он исследует Солнце и околосолнечное пространство. Все научные приборы работают нормально. Работа станции продлена до 2008 г.; таким образом, она сможет наблюдать полный 11-летний цикл солнечной активности.

* Продолжение. Начало см.: 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5; 2003, № 1; 2004, № 1.



Японская межпланетная станция "Нодзоми". Она пролетела 14 декабря 2003 г. на расстоянии около 900 км от Марса, но не вышла на его орбиту, а продолжила полет на гелиоцентрической орбите. Рисунок ISAS.

В конце января – середине марта 2004 г. "Улисс" пролетел вблизи Юпитера со скоростью 32.09 км/с (относительно Солнца – 9.13 км/с). 4 февраля 2004 г. АМС сблизилась с ним на расстояние 120 млн. км. В ходе 50-суточного облета изучались магнитосфера Юпитера и воздействие солнечного ветра на атмосферу планеты-гиганта. 20 февраля станция пересекла плоскость эклиптики и направилась к Южному полюсу Солнца, повторное исследование которого проведет в конце 2007 г. Перигелий она прошла дважды – 12 марта 1995 г. и 23 мая 2001 г. Причем станция пролетела 27 ноября 2000 г. на широте 80.1° у Южного полюса, а 13 октября 2001 г. – над Северным полюсом, когда наблюдался максимум нынешнего, 11-летнего цикла солнечной активно-

сти. Параметры орбиты АМС: расстояние от Солнца 1.343 × 5.404 а.е., наклонение 79.23° и период обращения 6.2 года.

3. "Марс Глобал Сервейер" ("Mars Global Surveyor", США). АМС запущена 7 ноября 1996 г. Продолжается картографирование поверхности Марса с орбиты высотой 372 × 427 км, наклонением 92.9° и периодом обращения 117 мин. Основная программа исследований Марса завершилась в январе 2001 г., до мая 2004 г. АМС работала по дополнительной программе и вместе с "Марс Одиссей" ретранслировала информацию во время посадки двух марсоходов в январе 2004 г. Станция ведет наблюдения поверхности и сезонных изменений уже третий марсианский год (то есть 2061 сут). В допол-

нительную программу входит повторное изучение отдельных районов в то же время года, но марсианский год (687 сут) спустя. Получены десятки тысяч снимков с разрешением до 2 м и миллионы спектров элементного состава пород, измерен рельеф поверхности с помощью лазерного высотомера. Продолжаются геологические и минералогические исследования. Программа полета станции продлена до 2008 г.

4. "Кассини-Гюйгенс" ("Cassini-Huygens", NASA – ESA). АМС запущена 15 октября 1997 г. Станция приближается к Сатурну, в систему которого она войдет 1 июля 2004 г., а затем должна выйти на орбиту его искусственного спутника (ИСС). Все 12 научных приборов в рабочем состоянии. АМС при подлете к системе Сатурна выполнит комплекс экспериментов и фотосъемку. По новому плану полета станция совершит три пролета около Титана – 26 октября, 13 и 25 декабря 2004 г., после чего 14 января 2005 г. посадочный зонд "Гюйгенс" (ESA) выполнит спуск на поверхность спутника. Программа исследований системы Сатурна с орбиты ИСС рассчитана до 2008 г.

5. “Нодзоми” (“Nozomi”, Япония). АМС запущена 3 июля 1998 г. Еще в 1999 г. она должна была выйти на орбиту искусственного спутника Марса (ИСМ), но осуществить задуманное не позволили технические неполадки. После неудачного маневра 20 декабря 1998 г. она дважды (21 декабря 2002 г. и 19 июня 2003 г.) совершала пролеты около Земли, чтобы после пертурбационных маневров перейти на траекторию полета к Марсу. В самый последний момент удача отвернулась от японских специалистов: из-за отказа двигателей коррекции полета в начале января 2004 г. станция не смогла выйти на ареоцентрическую орбиту для исследований Марса (напомним, на станции установлено 14 приборов).

9 декабря 2003 г. представители японского космического агентства (NASDA) объявили о фактическом завершении миссии. Это первая попытка Японии запустить марсианскую межпланетную станцию. Марс вообще достаточно коварная планета: за все время его исследований в СССР/России и США запущено более 30 АМС, из которых лишь 12 смогли полностью или частично выполнить свою задачу.

14 декабря 2003 г. “Нодзоми” (надежда) пролетела на расстоянии около 900 км от Красной планеты и продолжила полет на гелиоцентрической орби-

те между Землей и Марсом с параметрами: перигелий – 168.8 млн. км, афелий – 219.15 млн. км, наклонение – 0.42° и период обращения – 521.3 сут. Связь со станцией некоторое время еще будет поддерживаться.

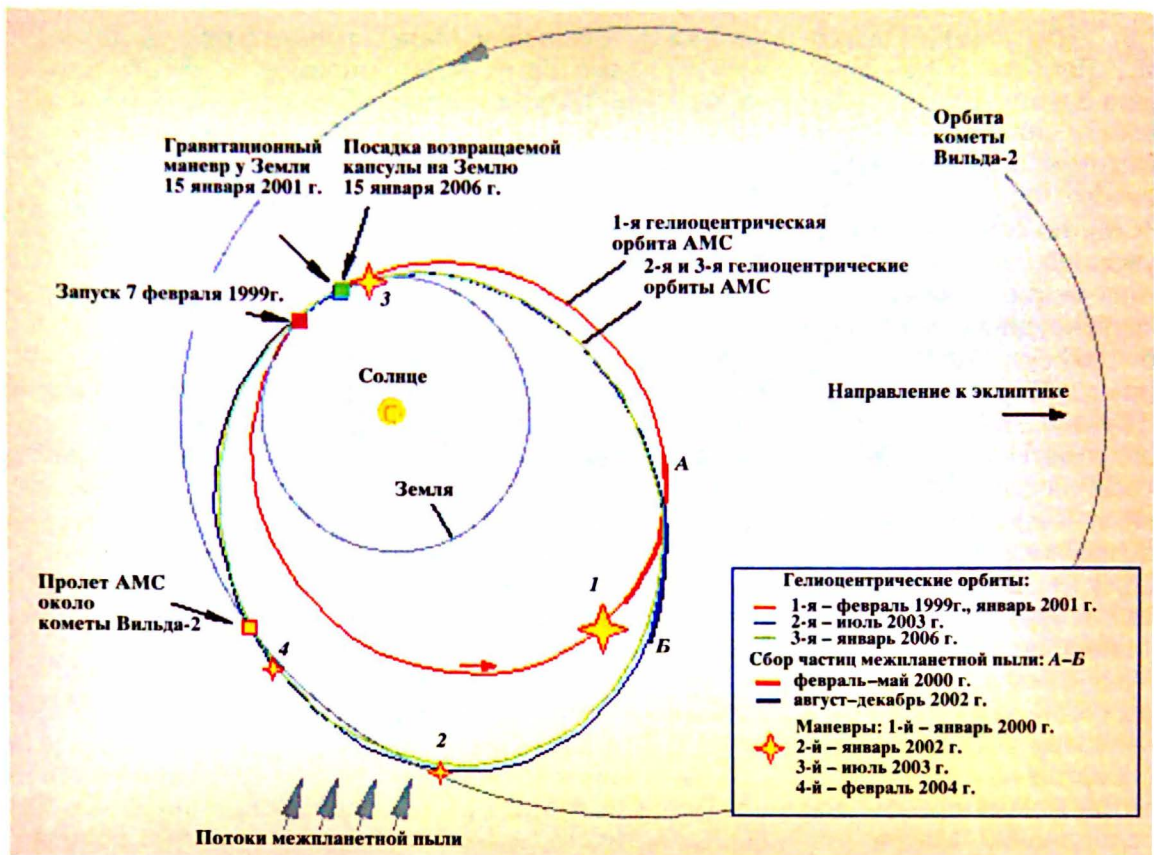
6. “Стардаст” (“Stardust”, США). АМС запущена 7 февраля 1999 г. Проведено два включения двигательной установки аппарата 31 декабря 2003 г. и 1 января 2004 г., чтобы как можно точнее вывести его в место встречи с кометой 81P/Wild-2 (Вильда-2) – цель программы полета.

Комету Вильда-2 обнаружил 6 января 1978 г. швейцарский астроном Пауль Вильд из Астрономического института Бернского университета при ее пролете около Земли (1.21 а.е.). Лучшие условия для наблюдений были при сближении кометы Вильда-2 с нашей планетой на расстоянии 0.85 а.е. в марте 1997 г., в то время блеск ее составлял 10^m , то есть она была недоступной для невооруженного глаза. Почему выбрали для изучения именно эту комету? Во-первых, удобство формирования перелетной траектории полета АМС, во-вторых, уникальность кометы. Она находилась довольно далеко от Солнца (афелий 24.7 а.е.), поэтому в ней сохранилось древнее вещество: материал не успел испариться. Как предполагают, она пролетела вблизи Солнца

только 5 раз, тогда как, например, комета Галлея – более 100 раз. До 1974 г. комета была долгопериодической и обращалась между Юпитером и Ураном, но в сентябре 1974 г. ее орбита изменилась из-за пролета вблизи Юпитера (в 0.006 а.е.), поэтому теперь она оказалась внутри орбиты Марса и период ее обращения уменьшился до 6.17 года. Параметры орбиты кометы Вильда-2: перигелий – 1.48 а.е., афелий – 5.25 а.е., наклонение к плоскости эклиптики – 3.3° и эксцентриситет – 0.56.

Встреча с кометой произошла 2 января 2004 г. в 19 ч 22 мин 20 с*, когда аппарат от поверхности ее ядра отделяли 230 км. Сигнал об этом был получен в Центре управления полетом Лаборатории реактивного движения (JPL, Пасадена) в 19 ч 44 мин. Как и планировалось, сделано около 72 фотографий ядра кометы с различных расстояний. Диаметр ядра – около 5 км, плотность его вещества – 0.5 г/см^3 . Скорость кометной пыли во время сближения АМС с комой в шесть раз превысила скорость пули при выстреле из винтовки. Частицы хрупкого кометного материала попала в ловушку с азрогелем (один из трех приборов АМС “Стардаст”) – самым легким из известных твердых веществ, не разрушившись и не повредив данное устройство. Найти эти крошечные частицы можно

* Здесь и далее время дано по Гринвичу.



по оставленным в аэрогеле трекам, превышающим размеры частиц в 200 раз. Анализ собранного вещества (общей массой около 1 мг) произведут после его доставки на Землю в возвращаемой капсуле 15 января 2006 г.

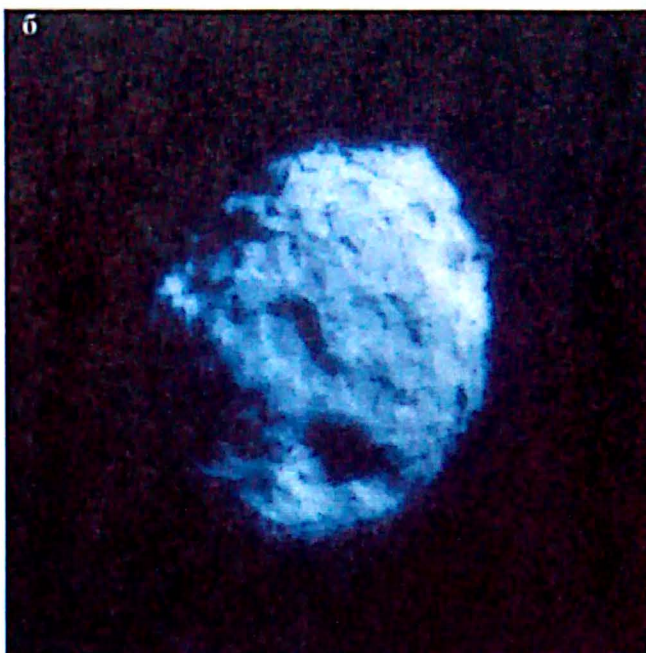
7. "Марс Одиссей" ("Mars Odyssey", США). AMC запущена 7 апреля 2001 г. Станция продолжает выполнять запланированные исследования с солнечно-синхронной орбиты высотой 385×401 км, наклоном 93.1° и периодом обращения 118 мин. Программа исследований рассчитана до 5 августа 2004 г. К настоящему времени получены следующие результаты: *гамма-*

спектрометр сделал более 200 тыс. спектров элементов грунта; *тепловой спектрометр* в видимом и ИК-диапазонах – около 500 снимков участков поверхности с разрешением до 16 м; один из датчиков измеряет радиационную обстановку. В июне 2003 г. – январе 2004 г. "Марс Одиссей" выполнил съемку районов посадки европейского спускаемого аппарата "Бигль-2" и двух американских марсоходов, а также пытался зафиксировать сигналы с "Бигль-2". С начала 2004 г. он ретранслирует поступающие данные от марсоходов на Землю.

8. "Хаябуса" ("Hayabusa", или "Muses-C",

Схема полета AMC "Стардаст" (февраль 1999 г. – январь 2006 г.). Станция пролетела 2 января 2004 г. около кометы Вильда-2 со скоростью 6.1 км/с на расстоянии от Земли 1.9 а.е., от Солнца – 2.6 а.е. Рисунок JPL/NASA.

Япония). AMC запущена 9 мая 2003 г. Станция для доставки образцов грунта с ближайшего к Земле астероида 1998 SF36 группы Аполлона продолжает полет по близкой к земной гелиоцентрической орбите с параметрами: афелий – 1.1 а.е., перигелий – 0.9 а.е., наклонение – 1.5° , период обращения – около 1.2 года. На AMC массой 530 кг установлены 5 приборов, грунтозаборное ус-



Американская станция "Стардаст" 2 января 2004 г. исследовала комету Вильда-2, преодолев около 7.85 млрд. км за 5 лет путешествия: а) КА удалось проникнуть сквозь кому и сфотографировать ее ядро (рисунок NASA); б) снимок ледяного ядра кометы с расстояния 500 км; видны следы ее разрушения – многочисленные трещины, кратеры и холмистая поверхность. Фото NASA.

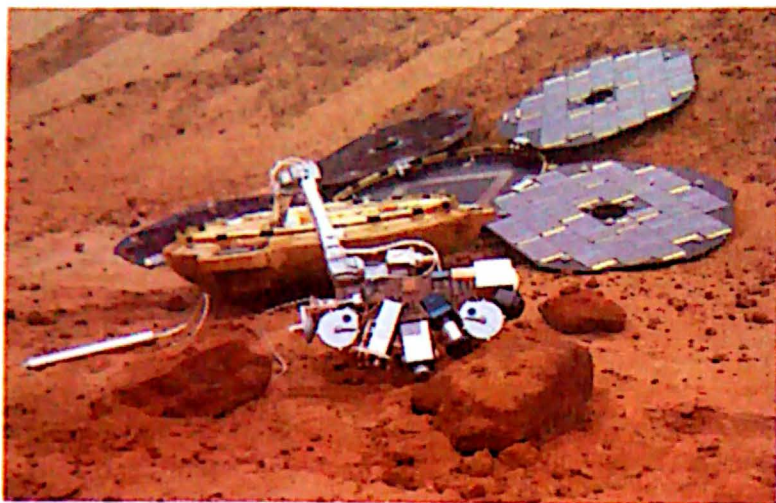
тройство и посадочный зонд "Минерва". 20 мая 2004 г. выполнен гравитационный маневр около Земли, чтобы выйти на траекторию сближения с астероидом. Программа предусматривает: в июне 2005 г. подлет к астероиду и выход на его орбиту, исследование астероида с 20 сентября 2005 г. по 10 января 2006 г., обратный полет к Земле, в июне 2007 г. возвращаемая капсула с образцами веществ

ва астероида выполнит посадку на нашу планету.

9. "Марс Экспресс", ("Mars Express", ESA).

АМС стартовала 2 июня 2003 г., а 7 декабря 2003 г., преодолев более 400 млн. км, достигла окрестностей Марса и передала в 20 ч 23 мин первый снимок планеты с расстояния 5.5 млн. км от нее. 16 декабря проведена коррекция полета для точного попадания спускаемого аппарата "Beagle-2" (напомним, на "Бигль-2" массой 65 кг установлены 6 научных приборов и буровая установка для изучения минерального состава и физико-механических свойств грунта, определения наличия воды и органических веществ) на выбранную посадочную площадку поверхности Марса. 19 декабря в 8 ч 31 мин "Бигль-2" отделился от АМС и начал автономный полет (подтверждение факта от-

деления поступило в 11 ч 00 мин). 21 декабря проведена коррекция траектории полета АМС. Маневр осуществлен в целях повышения точности вывода межпланетной станции на ареоцентрическую орбиту. Тормозной двигатель включен 25 декабря в 2 ч 47 мин, проработал 37 мин и вывел "Марс Экспресс" на переходную орбиту ИСМ с параметрами: высота 280 × 190 100 км, период обращения 83 ч 27 мин и наклонение 7.6°. Чуть раньше, в 2 ч 45 мин, "Бигль-2" вошел в марсианскую атмосферу. В тот же день "Марс Глобал Сервейер" сделал снимок области Isidis Planitia (равнина Исиды) с координатами центра изображения 10.7° с.ш. и 270° з.д., куда опустился в 2 ч 54 мин посадочный модуль "Бигль-2". В 5 ч 30 мин "Марс Одиссей" начал поиски сигнала от него, с 6 ч 30 мин до 7 ч должна была передаваться ин-



Британский спускаемый аппарат "Бигль-2". 25 января 2004 г. он, вероятно, разбился при посадке на поверхность Марса. Рисунок ESA.

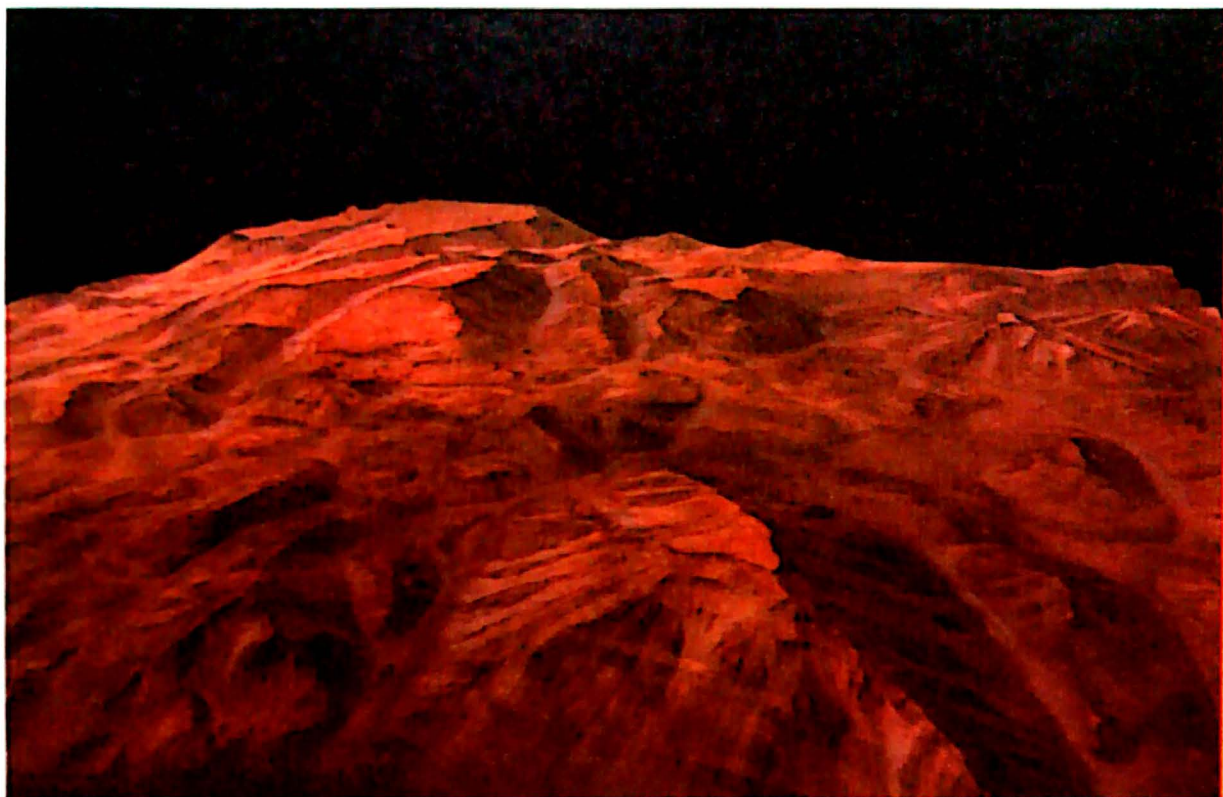
(около 1300 сут) – до июля 2007 г.

10. "МЭР-1 и -2" ("MER-1/2", США). Марсоходы запущены 10 июня и 25 июня 2003 г. После 7-мес путешествия в межпланетном пространстве (он преодолел 500 млн. км) 4 января 2004 г. в 4 ч 35 мин 17 с первый из двух марсоходов "Spirit" (дух) удачно произвел мягкую посадку на Марс внутри кратера Гусева на Ma'adim Vallis (долина Маадим) в точке с координатами 14.93° ю.ш. и 175.4° в.д. Приблизительно за 1 ч до посадки станция сориентировалась теплозащитным лобовым экраном в сторону полета. Спускаемый аппарат отделился от перелетной ступени за 21 мин до посадки и вошел в атмосферу на высоте 128 км под углом 11.5° к горизонту при скорости 5.4 км/с. Примерно 4 мин шло интенсивное торможение в атмосфере Марса, в результате чего скорость упала до 130 м/с, аппарат снизился до высоты 8.6 км. Примерно за 1 мин 53 с до посадки на высоте 7.4 км (из-за пылевой бури на 1.6 км ниже запланированной) раскрылся парашют диаметром 15 м. Спустя 20 с был сброшен лобовой экран, еще через 10 с посадочная ступень опустилась на тросе на 20 м от хвостово-

формация с "Бигля-2" на Землю. Однако аппарат молчал. Попытки установить контакт с "Бигль-2" с помощью самых мощных радиотелескопов и американского ИСМ "Марс Одиссей" предпринимались до начала февраля 2004 г., но безуспешно. Официально о потере зонда ESA объявило 12 февраля. Высказываются две основные версии: посадочная скорость была недостаточно снижена за счет тормозных парашютов и амортизаторов с инертным газом, в результате аппарат мог разбиться; зонд сел в глубокий кратер, и этим объясняется невозможность установления с ним связи.

29 декабря 2003 г. и 4 января 2004 г. АМС "Марс Экспресс" включала тормозной двигатель на 4–5 мин, скорректировала начальную орбиту: максимальная высота уменьшилась с 19×10^4 до 4×10^4 км. 7 и 11 января проведены еще две коррекции. Маневры осуществлены, чтобы снизить высоту в апоцентре до

11 тыс. км и перейти на околополярную орбиту. Станция вышла на рабочую орбиту ИСМ: высота 258×10^5 км, период обращения 7.5 ч и наклонение 88.3°. Вслед за этим начались исследования Красной планеты. Напомним, что на АМС (в орбитальном отсеке) установлено 7 научных приборов массой 113 кг: *три фотокамеры* (в том числе сверхвысокого разрешения – 2.3 м) картографируют рельеф поверхности и залежание минералов с разрешением 100 м; *три спектрометра* исследуют параметры атмосферы, минеральный состав грунта, ищут лед и наблюдают глобальную атмосферную циркуляцию; *анализатор плазмы и нейтральных атомов* регистрирует взаимодействие солнечного ветра с атмосферой, измеряет характеристики плазмы и энергичных частиц вблизи планеты. Орбитальный аппарат должен проводить исследования в области метеорологии, геологии и геохимии в течение двух марсианских лет



Район Vallis Marineris (долина Маринера). Снимок, сделанный 29 января 2004 г., охватывает область примерно в 65 км. Большой каньон на Марсе – Долина Маринера – в 4 раза длиннее и в 5 раз глубже похожего образования в штате Аризона (США), он изобилует горными хребтами и долинами. Это первое фото, полученное ИСМ “Марс Экспресс” и обработанное компьютером. Фото ESA.

го обтекателя. За 8 с до запланированного времени посадки на высоте 284 м от порохового аккумулятора давления были надуты посадочные амортизаторы, а через 2 с выдан тормозной импульс – тремя двигателями мягкой посадки на хвостовом обтекателе для гашения вертикальной скорости и одним двигателем боко-

вого сноса для компенсации горизонтального движения. Включение тормозных двигателей произошло на высоте 130 м над поверхностью, а отстрел парашюта – на высоте 8.5 м, что на 3 м ниже, чем рассчитывали. В результате этой операции аппарат завис на высоте 10–15 м. Как и предполагалось, упав на поверхность Марса, зонд стал подскакивать, как мячик, всего зафиксировано 28 подскоков. Полностью аппарат остановился через 57 с после первого касания. Через 66 мин после посадки произошло сдутие амортизаторов, с 96-й и 187-й мин раскрывались лепестки посадочного устройства, затем развернулись панели солнечных батарей, выполнена фотосъемка двумя навигац-

онными стереокамерами, заняла рабочее положение остронаправленная антенна, поднялась мачта с панорамной камерой. 4 января в 16 ч 33 мин проведена первая съемка панорамы места посадки. После этого марсоход переведен из полетного положения в рабочее и сделана съемка окружающей местности: 7 января получено цветное изображение, а 8 января – стереоскопическое. По этим снимкам выбраны цели для изучения, к первой из которых марсоход отправился позже запланированного. 8 декабря “Спирит” не смог съехать на поверхность по технической причине: ему мешали не до конца сдувшиеся надувные тормозные амортизаторы. Специалисты NASA развернули ап-



парат на 115° , чтобы он мог спуститься по другому трапу. 15 января в 8 ч 21 мин он сошел на поверхность, преодолев первые 25 см. NASA место посадки назвало «мемориальная станция «Колумбия»» (Columbia Memorial Station) в память о погибших 1 февраля 2003 г. астронавтах КК «Колумбия» (Земля и Вселенная, 2003, №№ 2, 5). В их честь на вершине остронаправленной антенны установлена табличка в форме диска, на которой выгравированы эмблема программы STS-107, имена астронав-

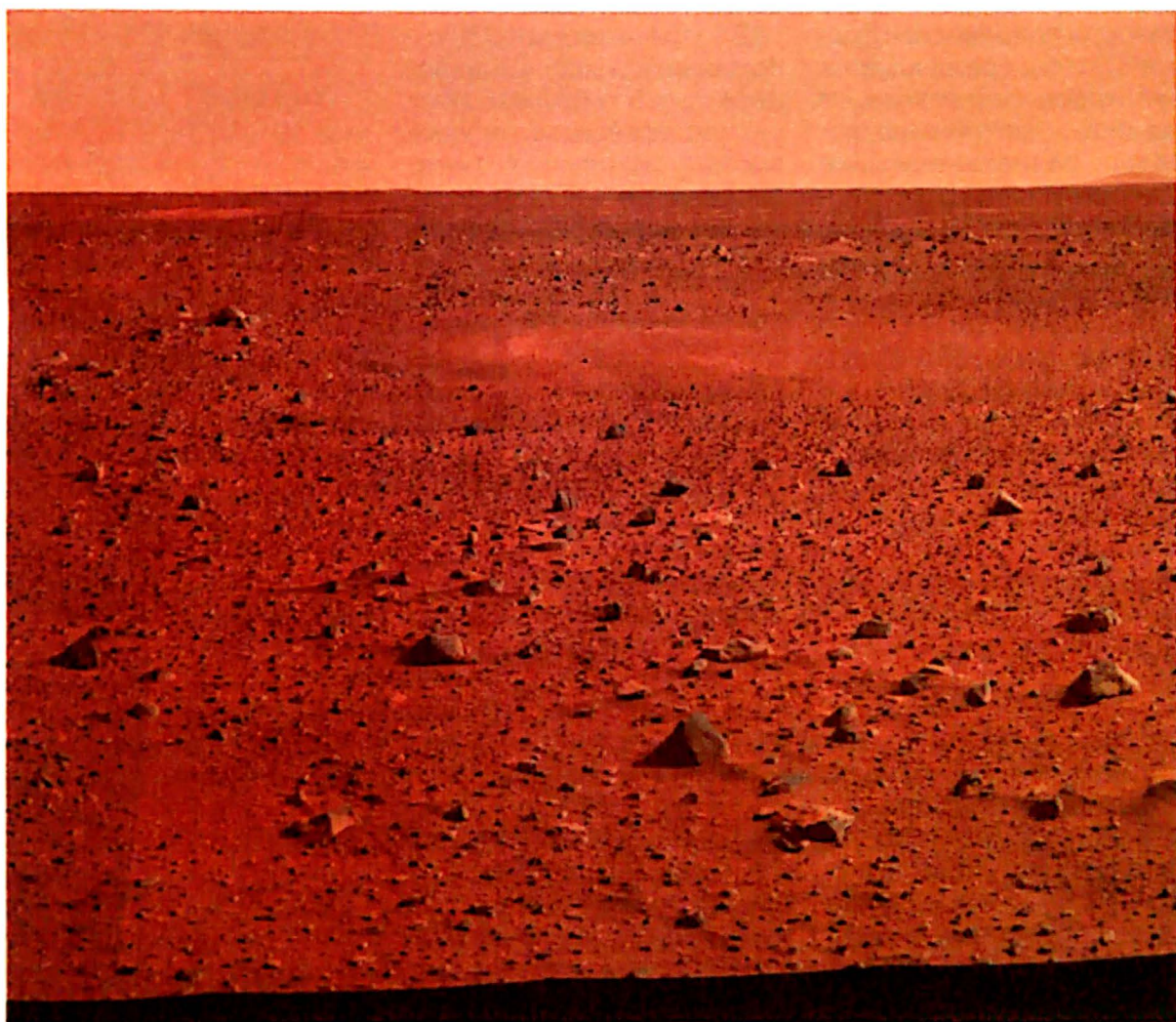
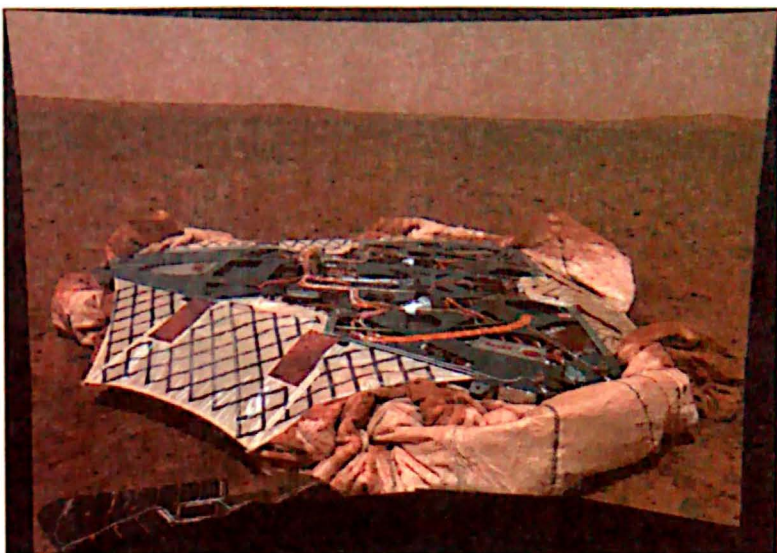
тов и флаг США. Три холма в нескольких километрах от места посадки «Спирит» названы в честь астронавтов В. Гриссома, Э. Уайта и Р. Чаффи, погибших на мысе Канаверал во время тренировок при подготовке к полету на КК «Аполлон» в январе 1967 г.

Первая поездка «Спирит» была короткой – всего 78 с, за которые марсоход преодолел расстояние в 3 м. 20 января он достиг первого объекта исследования – это пирамидальный камень, названный Adirondack (см. стр. 1

Место посадки марсохода «Спирит» в кратере Гусев в долине Маадим (отмечено стрелкой). Снимок района (61.6 × 26.5 км) с координатами 14° ю.ш. и 174.8° в.д. сделан 27 июня 2003 г. ИСМ «Марс Одиссей». Фото NASA.

Часть первой цветной панорамы, переданной марсоходом «Спирит» 20 января 2004 г. на 16-й сол. Мозаика из 225 снимков с высоким разрешением, в северном направлении – котловина кратера Гусев, простирающаяся до горизонта. Отчетливо видны скалы, разрушаемые ветром. Фото NASA.

На этой платформе со сдутыми после посадки амортизаторами шириной около 2 м был укреплен при перелете на Марс марсоход "Спирит". Слева – трап, по которому марсоход съехал. Аппарату потребовалось менее 2 мин для преодоления 3 м от посадочного модуля до поверхности. Марсоход запечатлел «мемориальную станцию "Колумбия"» и дно кратера Гусев в 11-й сол своего пребывания на Марсе. На заднем плане видны холмы высотой от 50 до 100 м – предполагаемые цели его исследования. Снимок, сделанный 15 января 2004 г., ориентирован на северо-восток. Фото NASA.





обложки). Камень, очень похожий на пирамиду, интересен тем, что имеет относительно большие размеры и поверхность, свободную от пыли. Поэтому именно к нему в первую очередь направился "Спирит". Пробы брались манипулятором марсохода, с помощью инструмента породы размельчались и фотографировались с высоким разрешением. Взяв пробы, аппарат замолк, войдя в режим ожидания. Связь с ним была восстановлена лишь 27 января, как оказалось, бортовому компьютеру аппарата не хватило памяти, чтобы обработать весь объем информации, собранной во время работы. Это привело к тому, что компьютер пытался более 130 раз произвести перезагрузку. Специалистам пришлось выработать методику его реанимации; контроль над аппаратом был частично восстановлен. 29 января "Спирит" передал новые снимки, а 2 февраля начал работу в полном объеме. К 15 февраля он преодолел 24 м. Котловина в кратере Гусев примерно

на 3% покрыта обломками скал, значит "Спирит" сможет передвигаться по планете без особых затруднений и исследовать объекты, привлекающие внимание ученых.

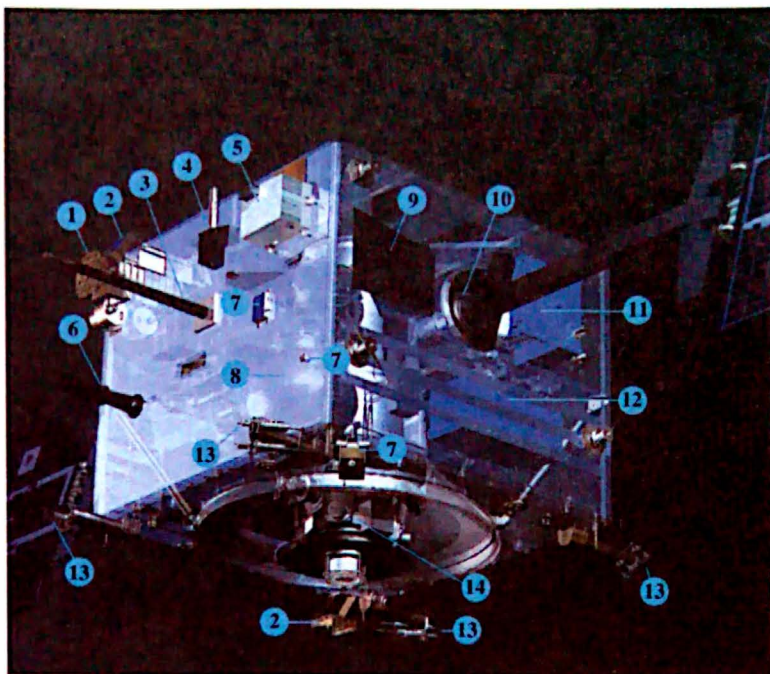
Второй марсоход, "Оппотьюнити", 25 января 2004 г. в 5 ч 05 мин 37 с удачно совершил мягкую посадку на равнине Terra Meridiani (земля Меридиана) в точке с координатами 1.98° ю.ш. и 5.53° з.д., на противоположной стороне Марса. Сценарий спуска и посадочных операций аналогичен "Спириту". В тот же день аппарат передал первую панораму поверхности. Он опустился в небольшой кратер метеоритного происхождения диаметром около 20 м, высота стенки – 1.8 м. NASA район посадки марсохода в память об астронавтах, погибших 28 января 1986 г. в катастрофе корабля "Челленджер", назвало «мемориальная станция "Челленджер"» (Challenger Memorial Station). 31 января в 11 ч 04 мин "Оппотьюнити" сошел с посадочной платформы и начал путеше-

Первый снимок земли Меридиана, сделанный 26 января 2004 г. марсоходом "Оппотьюнити". Она отличается от места посадки "Спирита" наличием осадочных пород и сыпучего грунта. Видны сдувшиеся оболочки посадочных амортизаторов и радиоантенна марсохода. Фото NASA.

ствие; ему не составило особого труда преодолеть склоны кратера, где он сел. К 10 февраля он прошел первые 3 м, передал панорамы и снимки высокого разрешения.

Запланировано 28 экспериментов. Оба самоходных аппарата массой по 179 кг, оснащенные 6 научными приборами и манипулятором для взятия проб грунта, реализуют программу "MER" (марсианские исследовательские роверы), они рассчитаны на 90 марсианских суток. Средний солнечный день, сол, на 37 мин длиннее земных суток. Задачи экспедиции: поиск и описание различных типов пород и грунта, их пространственное распределение и состав; изучение районов,

Размещение научного и служебного оборудования на лунной АМС "SMART-1": 1 – ИК-спектрометр SIR, 2 – солнечные датчики, 3 – датчики SPEDE, 4 – ПЗС-камера AMIE для цветной съемки, 5 – рентгеновский спектрометр D-CIXS, 6 – радиоантенна, 7 – датчики EPDP, 8 – бак с топливом для микродвигателей, 9 – звездные датчики, 10 – механизм поворота панелей солнечных батарей, 11 – антенна системы связи, 12 – система управления ЭРДУ, 13 – микродвигатели, 14 – ЭРДУ с механизмом поворота. Рисунок ESA.



в которых предсказаны следы воздействия воды; выявление природы местных геологических процессов; исследование условий среды, при которых существовала жидкая вода.

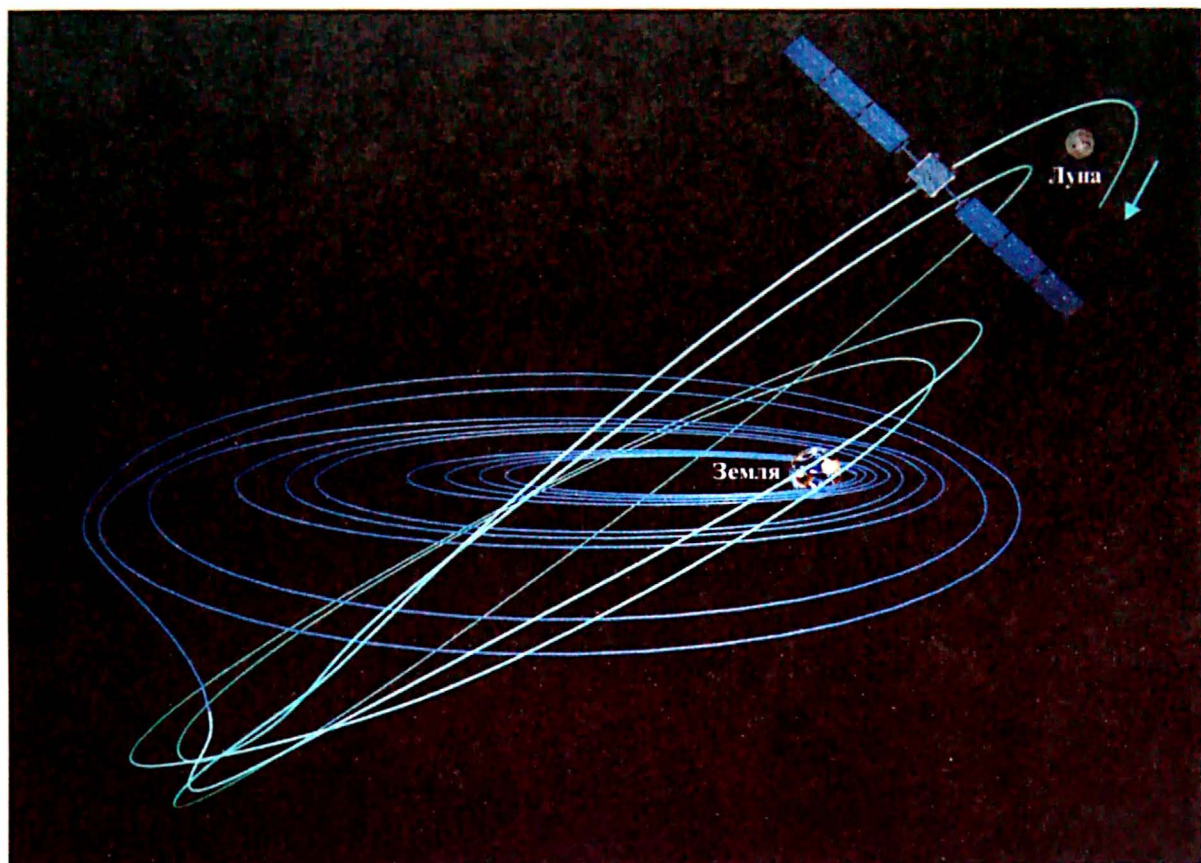
11. "SMART-1" ("SMART-1", ESA). 27 сентября 2003 г. в 23 ч 14 мин с площадки ELA-3 космодрома Куру во Французской Гвиане стартовыми командами компании Arianespace осуществлен пуск ракеты-носителя "Ariane-5G" (V162/L516) с двумя телекоммуникационными спутниками и лунной АМС "SMART-1" (№ 043С), принадлежащей Европейскому космическому агентству.

"SMART-1" (Small Missions for Advanced Research and Technology – малые программы для перспективных исследований технологий) – экспериментальный КА, первая европейская станция для исследований Луны с орбиты ИСЛ. Станция изготовлена специалистами Отделения космических систем Шведской косми-

ческой корпорации Swedish Space Corporation, в ее создании участвовали более 15 фирм из 6 европейских стран. Габариты зонда – 1.57 × 1.15 × 1.04 м, размах солнечных батарей мощностью 1.9 кВт – 14 м, стартовая масса – 367 кг (в том числе 82 кг ксенона). В служебном модуле размещены: бортовой компьютер с запоминающим устройством объемом 4 Гбит, системы связи (передача данных со скоростью 2.06 и 66 кбит/с), энергоснабжения (аккумуляторная батарея), стабилизации и ориентации (3 солнечных и 2 звездных датчика, 5 датчиков угловой скорости, 4 маховика и 8 микродвигателей тягой по 1 Н).

На станции установлено 6 приборов массой 19 кг, разработанные специалистами Англии, Германии, Италии, Финляндии и Швейцарии. Миниатюрная ПЗС-камера AMIE

производит с разрешением около 40 м цветную съемку Луны (в первую очередь плохо освещенных полярных областей, где возможны запасы льда) и астероидов. ИК-спектрометр SIR в диапазоне 0.93–2.4 мкм (256 каналов) и пространственным разрешением до 300 м будет картографировать минеральный состав лунного грунта, искать лед и углекислоту в приполярных кратерах, где температура не превышает 100 К. Видовой рентгеновский спектрометр D-CIXS (0.5–10 кэВ) займется поисками магния, алюминия и кремния на Луне, изучением магнитосферы Земли и комет. Спектрометрические наблюдения Солнца (0.8–20 кэВ) проведет рентгеновский солнечный монитор XSM. Около солнечной электрической ракетной двигательной установки (ЭРДУ) размещены датчики EPDP, из-



меряющие энергию ионов и плотность тока двигателя. Дополнительно контролируют его работу, а также изучают взаимодействие солнечного ветра с Луной два датчика SPEDE на штангах длиной 0.6 м. В эксперименте RSIS будет измерено приращение скорости аппарата и лунной либрации. Научный руководитель программы – Б. Фоинг (ESA), ее стоимость – 110 млн. евро.

Программа по отработке новых технологий на "SMART-1" близка к американской AMC "Deer Space-1" (запущена 24 октября 1998 г., завершила работу 18 декабря 2001 г.) и японской "Хаябуса" ("Muses-C"). Планируется прежде всего испытать

ЭРДУ французской компании Snecma Moteurs. Ее характеристики: тяга – до 73 мН (7 гс), удельный импульс – 16.4 км/с, мощность – 1.35 кВт, расход топлива (ксенона) – 4.2 мг/с. Хотя тяга ЭРДУ незначительна (сравнима с давлением почтовой марки на ладонь), но из-за длительной работы суммарный прирост скорости аппарата достигает 3 км/с. В полете испытаны также литий-ионная аккумуляторная батарея, аппаратура автономной навигации, высокоскоростной связи (в том числе лазерной) и управления. В течение 15 месяцев зонд будет двигаться по околоземной орбите, постепенно увеличивая перигей и апогей;

Схема полета к Луне европейской станции "SMART-1". С октября 2003 г. по декабрь 2004 г. AMC находится на околоземной орбите, с помощью ЭРДУ увеличивая ее высоту. После трех облетов Луны в декабре 2004 г. – феврале 2005 г. планируют ее выход в точку либрации L1, а в середине 2005 г. – перевод на селеноцентрическую орбиту для исследований. Рисунок ESA.

при этом около 80 сут почти постоянно должен работать электроракетный двигатель. 8 декабря 2003 г. "SMART-1" совершил более 160 оборотов вокруг Земли, параметры его орбиты: высота – $13\,390 \times 49\,369$ км, наклонение – 6.82° , период обращения – 15.36 ч. К 23 де-

кабря ионный двигатель проработал непрерывно более 1350 ч, израсходовав 13 кг ксенона. Зафиксированы сбои в работе двигателя, связанные с повышенной солнечной активностью. Изменен и график движения зонда к Луне: увеличивалась высота в перигее, чтобы уменьшить в будущем пребывание аппарата в земной тени, на что он не рассчитан. С 23 декабря 2003 г. до 2 января 2004 г. ионный двигатель аппарата проработал без отключения более 240 ч. По состоянию на 20 января в общей сложности он работал около 1600 ч, израсходовав 26 кг ксенона, что поз-

волило увеличить скорость на 1.15 км/с. АМС выполнила более 190 витков, выйдя из области радиационных поясов; параметры орбиты составляли: минимальное расстояние от центра Земли – 20 364 км, максимальное расстояние от центра Земли – 61 034 км, наклонение орбиты – 6.87°; период обращения – 22.7 ч. Полет проходит нормально, бортовое оборудование работает хорошо.

По плану к концу февраля 2004 г. апогей АМС возрос до 69 тыс. км, затем его поднимут до 200 тыс. км, при этом перигей будет увеличиваться от воздействия гравитаци-

онного поля Луны. В декабре 2004 г. – феврале 2005 г. “СМАРТ-1” должен выполнить три облета Луны на расстоянии 2×10^4 – 6×10^4 км, таким образом околоземная орбита достигнет 1.3×10^4 – 4×10^4 км. В марте 2005 г. станция пройдет вблизи точки либрации L1 в 5×10^4 – 6×10^4 км от Луны. В середине 2005 г. она должна быть выведена на селеноцентрическую орбиту высотой 3×10^2 – 10^3 км, после чего начнет изучать Луну и фотографировать ее поверхность. Планируется, что аппарат будет работать 2.5 года.

II. Запуски научных спутников*

“СИРТФ” (“SIRTF”, США) запущен 25 августа 2003 г. с космодрома Канаверал ракетой-носителем “Delta-2” в 5 ч 35 мин 39 с (см. стр. 4 обложки). РН вывела аппарат на переходную околоземную орбиту высотой 276×190 700 км, наклонением – 3.17° и периодом обращения 84 ч 35.9 мин. КА, медленно удаляясь от Земли постепенно переходит на орбиту искусственного спутника Солнца. К 15 сентября 2003 г. аппарат вышел на рабочую гелиоцентрическую орбиту, близкую к земной, приступив к наблюдениям. К 2005 г. “СИРТФ” выйдет на орбиту с параметрами: высота –

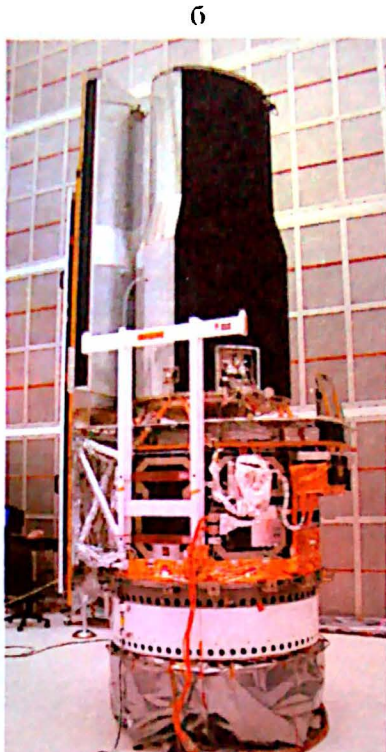
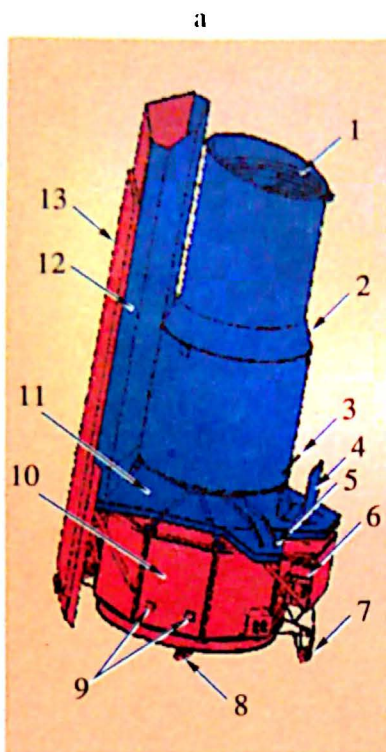
1.001×1.024 а.е., наклонение – 1.13°, период обращения – 372.2 сут.

Астрофизическая космическая обсерватория “SIRTF” (Space Infrared Telescope Facility – космический инфракрасный телескоп) – последняя из запущенных больших обсерваторий NASA. Напомним, что до этого выведены на орбиту: оптическая КТХ (“HST”, старт 24 апреля 1990 г.), гамма-лучей им. Комптона (“CGRO”, 5 апреля 1991 г.) и рентгеновская им. Чандрасекара (“Чандра”, или “CXO”, 23 июля 1999 г.). “СИРТФ” работает в инфракрасном диапазоне (1–200 мкм), изучает межзвездные пылевые

облака, протопланетные диски вокруг молодых звезд, активные галактики и их ядра, протогалактики, объекты Солнечной системы (астероиды, кометы, планеты и спутники), а также займется поисками коричневых карликов и “темной массы” во Вселенной.

Аппарат диаметром 2.1 м, длиной 4.45 м и массой 857 кг (из них масса научной аппаратуры – 340 кг) состоит из трех отсеков – криогенного телескопа, служебного модуля, солнечной батареи с солнцезащитным экраном. В верхней части КА на служебном модуле установлен криогенный бак с 360 л

* Продолжение. Начало см.: 1996, № 3; 1997, № 2; 2000, № 4; 2001, № 5; 2002, № 1; 2003, № 1; 2004, № 1.



Американская инфракрасная космическая обсерватория "СИРТФ": а) расположение научных приборов (синим цветом отмечено научное оборудование, красным – служебные системы): 1 – телескоп, 2 – корпус телескопа, 3 – нижний клапан сброса гелия, 4 – звездные датчики, 5 – ферма крепления бака гелия со служебным модулем, 6 – блоки электронных систем и гироскопы, 7 – клапан выхода холодного газа, 8 – остронаправленная антенна, 9 – две приемно-передающие антенны, 10 – служебный модуль, 11 – защитный кожух, 12 – теплозащитный экран, 13 – панель солнечной батареи; б) астрофизическая обсерватория перед стартом. Рисунок и фото JPL/NASA.

жидкого гелия, над ним расположена охлаждаемая гелием камера с научными приборами (многозональный видовой фотометр, ИК-спектрометр, ИК-матричная камера) и телескопом Ричи – Крестьяна с эффективной апертурой 0.85 м диапазона 3–180 мкм (наводится на цель не хуже 5" и удерживается с погрешностью 0.3"). Инфракрасная матричная камера снимает объекты в четырех каналах, каждый из которых охватывает область $5.12 \times 5.12'$. ИК-спектрограф проводит спектроскопические наблюдения в четырех диапазонах – от 5.3 до 37 мкм. Видовой фотометр занимается съемкой и спектроскопией в трех каналах: 24, 50–100 и 160 мкм с полем зрения $5.3 \times 5.3'$. Телескоп массой 50 кг заключен в цилинд-

рическую оболочку, служащую одновременно защитой от пыли и тепла. Он установлен на криостате с жидким гелием, который его охлаждает до 1.4 К (главное зеркало – до 5.5 К). В нижней части КА (в служебном модуле) размещены системы ориентации и управления, связи, терморегулирования, хранения, обработки и передачи информации. Бортовой компьютер (объем оперативной памяти 25 Мбайт) записывает информацию емкостью до 8 Гбит, передает ее на Землю со скоростью до 2.2 Мбит/с. "СИРТФ" оснащен системой ориентации со звездной коррекцией и трехосной системой стабилизации с четырьмя гироскопами и двумя комплектами по 6 микродвигателей в каждом для разгрузки гироскопов. Система

ориентации может изменить пространственное положение КА на 1' за 20 с или на 1° за 100 с. Панель солнечных батарей (длина – 3.3 м, ширина – 0.72 м, мощность – 427 Вт) системы энергоснабжения с солнцезащитным экраном укреплена сбоку корпуса телескопа и служебного модуля. Изготовила и испытала КА американская компания Lockheed Martin Space Systems, а телескоп – фирма Ball Aerospace. Научный руководитель – доктор М. Вернер. Предполагается, что обсерватория "СИРТФ" будет работать 10 лет. Стоимость проекта – 1.17 млрд. долларов.

С. А. ГЕРАСЮТИН

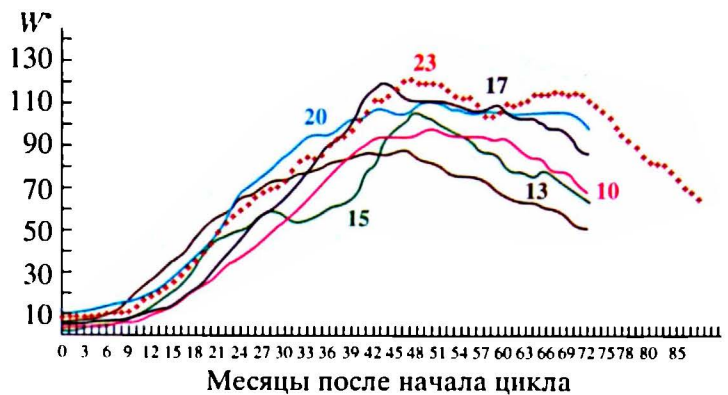
По материалам NASA, JPL, ESA, Astrium, ISAS, NASDA.

Центра космических полетов им. Р. Годдарда (шт. Мэриленд), информационных агентств, интернет-сайтов "Астронет" и "Space News", журналов "Spaceflight" и "Новости космонавтики" за 2003–04 гг.

**СОЛНЦЕ В ДЕКАБРЕ 2003 г. –
ЯНВАРЕ 2004 г.**

После бурных событий октября–ноября 2003 г. Солнце снова вошло в режим постепенного спада активности. Пятнообразовательная деятельность упала до уверенного среднего уровня. Среднемесячные значения относительного числа солнечных пятен $W_{\text{дек}} = 47.0$ и $W_{\text{январь}} = 37.2$. Напомним, что максимум текущего солнечного цикла наступил в апреле 2000 г. ($W^* = 121.7$, $F^* = 181$), вторичный максимум – в ноябре 2001 г. ($W^* = 115.6$, $F^* = 193.6$).

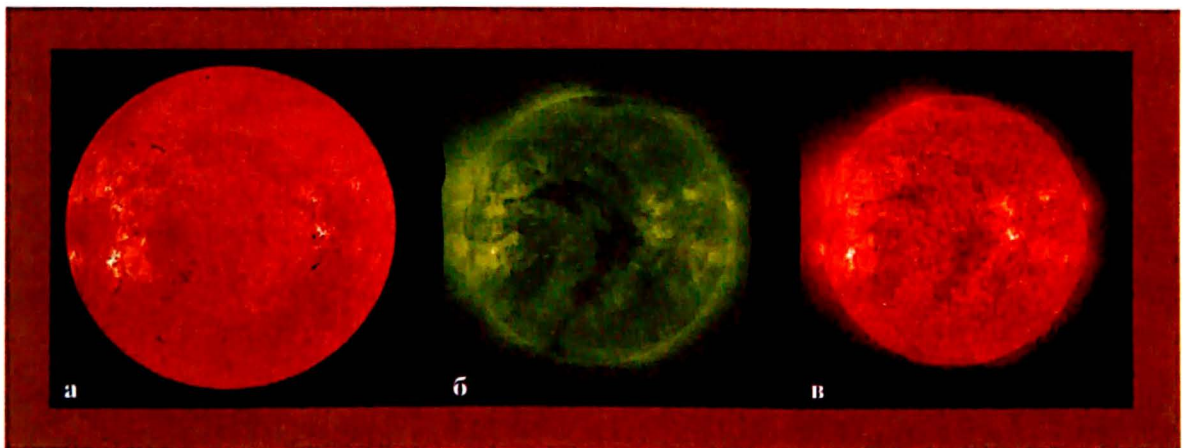
В декабре 2003 г. пятнообразовательная активность Солнца была на среднем уровне лишь в первый день месяца и с 17 по 26 декабря, в остальные дни – на низком. Максимальное относительное число пятен ($W = 98$) от-



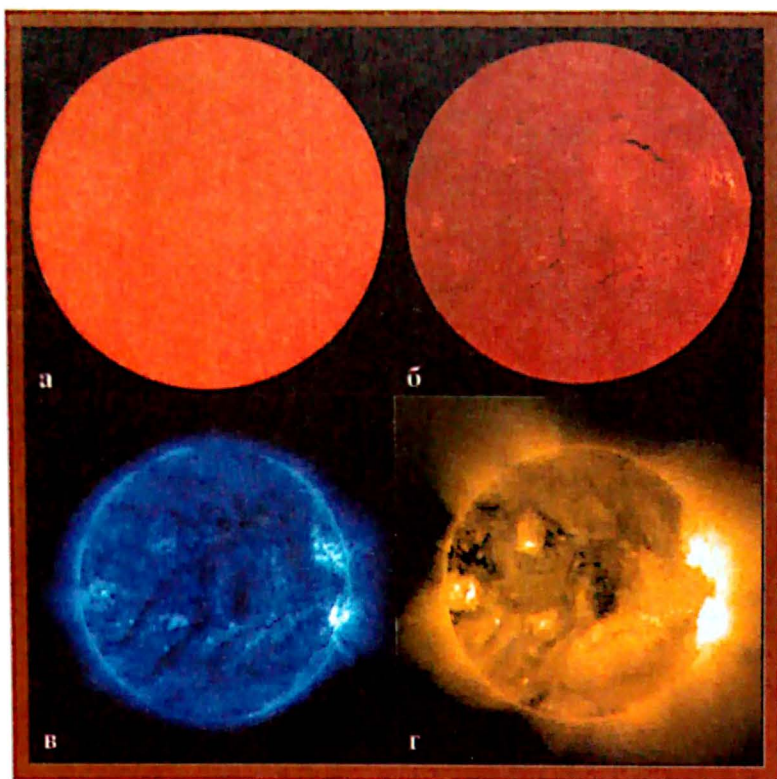
Ход развития (87 месяцев) текущего 23-го цикла солнечной активности среди аналогичных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

мечено 1 декабря, а минимальное ($W = 16$) – 9 декабря. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от двух до восьми групп сол-

нечных пятен, среди которых одна большая – в Северном полушарии, но значимых вспышек в ней не произошло. За месяц зафикси-



Вид Солнца 18.12.2003 г.: а) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра $H\alpha(\lambda = 6563 \text{ \AA})$; б, в) в линиях крайнего ультрафиолетового излучения $\lambda = 195 \text{ \AA}$, 304 \AA ("SOHO").



Вид Солнца 25.01.2004 г.: а) в белом свете (непрерывном спектре); б) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра $H\alpha$ ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в, г) в линиях крайнего ультрафиолетового излучения $\lambda = 171 \text{ \AA}, 284 \text{ \AA}$ ("SOHO").

Все снимки взяты из Интернета со страниц Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

ровано шесть вспышек средних баллов М и 12 выбросов солнечных волокон. Геомагнитная обстановка была возмущенной 15 суток в основном из-за прихода к Земле рекуррентных (повторяющихся) высокоскоростных потоков солнечного ветра от солнечных корональных дыр. Умеренные магнитные бури отмечены 5 и 8–11, а малые 12–14 и 31 декабря. В околоземном космическом пространстве 2 декабря зарегистрировано малое протонное событие от западной вспышки балла М1.4. На геостационарных орбитах 19 суток фиксировались интен-

сивные потоки высокоэнергичных электронов.

В начале 2004 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на среднем уровне до последней недели месяца. Далее она резко снизилась, и 27 января впервые с 1997 г. на Солнце не было ни одного пятна. Наибольшее относительное число пятен ($W = 61$) наблюдалось 20 и 21 января, а наименьшее ($W = 000$) – 27 января.

Самый сильный вспышечный период связан с возвращением группы пятен Северного полушария (4-й оборот), активной в октябре. В ней же произошло вспышечное со-

бытие, вызвавшее 20 ноября в околоземном космическом пространстве одну из самых сильных магнитных бурь (Земля и Вселенная, 2004, № 3). В период с 6 по 9 января в ней осуществилось две мощные вспышки и четыре вспышки среднего балла. Еще одна большая вспышка произошла 5 января в группе пятен Южного полушария Солнца. Второй период высокой вспышечной активности (17–20 января) связан с возвращением активной области Южного полушария (3-й оборот), которая в конце октября–начале января произвела сильнейшую серию вспышек (Земля и Вселенная, 2004, № 2). За 62 ч в группе пятен этой области произошли две большие вспышки и три среднего балла. Кроме указанных, значимых вспышек в январе не было, а выбросов солнечных волокон зарегистрировано всего два. Вследствие последних вспышек в околоземном космическом пространстве 22–23 января возникла большая магнитная буря. Всего было 24 магнитно-возмущенных дня. Малые магнитные бури произошли 1, 4, 7, 11, 16, 27 и 28 января. На геостационарных орбитах 25 суток регистрировались интенсивные потоки высокоэнергичных электронов.

Информацию о текущем состоянии солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете:

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

В.Н. Ишков
ИЗМИРАН

К третьей годовщине пилотируемых полетов на МКС

Международная космическая станция за три года стала гостеприимным домом для 103 землян из 6 стран. Первыми 2 ноября 2000 г. на МКС прибыли российские космонавты Ю.П. Гидзенко, С.К. Крикалев и астронавт NASA У. Шенерд. "МКС – большая, красивая, удобная станция, созданная по последним достижениям технической мысли 16 стран – участниц программы", – сказал первый заместитель начальника Центра подготовки космонавтов В.Г. Корзун, который был командиром пятой основной экспедиции.

По его словам, экипаж на МКС чувствует себя почти как на Земле. Управлять станцией

космонавты могут через портативные компьютеры, а два аппарата интернет-телефонии позволяют звонить родным и знакомым в любую точку земного шара. Нет проблем и с энергообеспечением: энергией МКС обеспечивают солнечные батареи американского (в большей степени) и российского сегмента, причем последняя будет усовершенствована после стыковки российского энергетического модуля. На станции много каналов связи – российских и американских, но российская сторона не может полностью их задействовать, так как у нее пока нет своего специального коммуникационного спутника.

В дальнейшем все экипажи МКС будут снабжены приемниками глобальной навигационной системы GPS. Сборка станции на орбите началась в ноябре 1998 г. с запуска российского модуля "Заря" (Земля и Вселенная, 1999, № 2). С тех пор жилищные условия экипажей улучшились: МКС превратилась в комфортабельную "четырёхкомнатную квартиру" массой свыше 180 т. После приостановки полетов КК "Спейс Шаттл" строительство станции пока заморожено.

По материалам ЦПК
им. Ю.А. Гагарина

Когда возобновятся полеты шаттлов?

Почти в 400 млн. долларов обошлось правительству США изучение причин катастрофы КК "Колумбия", в результате которой 1 февраля 2003 г. погибли семь астронавтов (Земля и Вселенная, 2003, № 2). 11 сентября 2003 г. директор NASA Шон О'Киф сообщил, что эти средства были потрачены на поиски обломков корабля и работу специальной комиссии Х. Германа (Земля и Вселенная, 2004, № 1). В сборе фрагментов корабля на территории штатов Техас и Луизиана участвовали 14 тыс. человек, в том числе добровольцы, а расходы в размере 235 млн. долларов взяло на себя Федеральное агентство по чрезвычайным ситуациям. Позже NASA пришлось выделить еще 20 млн. долларов, чтобы по кусочкам сложить в единое це-

лое то, что удалось найти от корабля, разрушившегося при вхождении в плотные слои атмосферы.

Работа экспертов, осмотревших обломки "Колумбии", а также эксперименты по определению обстоятельств катастрофы, проводившиеся в научном центре NASA в Сан-Антонио, обошлись в 112 млн. долларов. Еще около 20 млн. долларов пошло на деятельность независимой комиссии, которая подготовила 248-страничный доклад о причинах трагедии и рекомендации по повышению безопасности космических полетов.

По оценкам NASA, внесение технологических изменений в конструкцию кораблей в соответствии с этими рекомендациями будет относительно недорогим – в пределах нескольких де-

сятков миллионов долларов. Космическое ведомство США надеется, что корабли после соответствующих мероприятий по повышению их надежности смогут вернуться в строй. Запуски оставшихся трех КК "Спейс Шаттл" планируется возобновить с сентября 2004 г. В испытательном полете по программе STS-114 участвуют: А. Коллинз, Дж. Келли, С. Робинсон, Э. Томас, В. Лоуренс, Ч. Камарда и С. Ногучи (Япония). Главная задача экспедиции – апробация новых средств инспекции и ремонта теплозащитного покрытия корабля на орбите, стыковка с Международной космической станцией, замена на ней гидродинамической системы управления и три выхода в открытый космос.

По материалам NASA

Земля меняет свою форму

С. К. ТАТЕВЯН,
доктор технических наук
Институт астрономии РАН

Все знают, что Земля, одна из 9 планет Солнечной системы, обращается вокруг Солнца по орбите с радиусом 149 600 000 км. Космонавты, наблюдавшие Землю из Космоса, восхищались ее голубым цветом – цветом морей и океанов, покрывающих более двух третей поверхности нашей планеты. Но если бы океаны вдруг испарились, то лик Земли совершенно изменился. Обнажилось бы дно океанов, прорезанное глубокими трещинами-желобами и пересеченное высокими горными цепями, проходящими



по срединам океанов и огибающими весь земной шар. Их общая протяжен-

ность около 65 000 км. Археологические и геологические исследования показали, что земная кора находится в постоянном движении и дно океанов расширяется по обеим сторонам хребтов.

Высокоточные лазерные и радиотехнические средства космической геодезии дали возможность построить подробные карты современных скоростей движения земной коры, что внесло значительный вклад в изучение эволюции нашей планеты.

ДВИЖЕНИЕ ЛИТОСФЕРНЫХ ПЛИТ

Впервые сложный ландшафт океанического дна был комплексно исследован по программе Международного геофизического года (1957–58 гг.). Это сыграло решающую роль в возрождении и подтверждении теории дрейфа кон-

тинентов, предложенной в начале XX в. немецким геофизиком **Альфредом Вегенером**. Но его доводы не были тогда восприняты наукой, так как он пытался объяснить механизм дрейфа континентов только внешними силами, за счет вращения и приливных взаимодействий Земли и Луны. Однако даже при-

мерные расчеты показывали, что эти силы намного слабее тех, что могли бы привести континенты в движение. Благодаря усилиям многих геологов и геофизиков разных стран гипотеза Вегенера к концу 60-х гг. переросла в современную теорию **тектоники литосферных плит**. На основании этой теории было

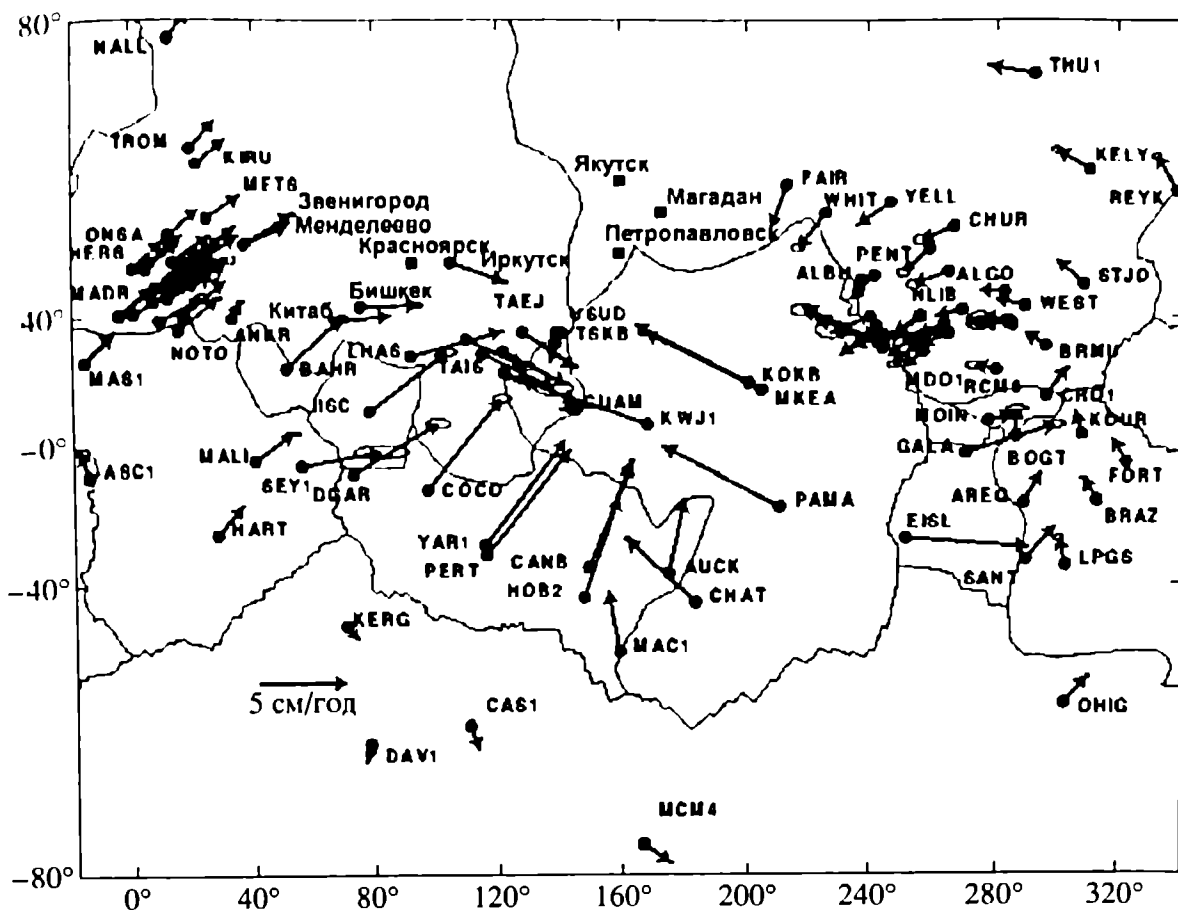
показано, что срединно-океанические хребты образованы лавой, излившейся из глубин Земли и постепенно отвердевшей. Возраст же дна всех без исключения океанов, судя по возрастам пород океанических островов и данным об изменении полярности магнитного поля Земли, – сравнительно молодой (не более 150–160 млн. лет), тогда как средний возраст самих континентов больше 2 млрд. лет. При этом с удалением от срединного хребта и с приближением к континенту обнаруживаются более древние донные породы. Это навело на мысль о том, что дно океанов расширяется по обе стороны от хребтов. С наибольшей скоростью (18 см в год) раздвижение происходит в южной части Тихого океана, в результате чего за миллион лет формируется полоса молодой океанической коры шириной 180 км, а за 200 млн. лет морское дно совершает свой полный цикл прохождения через мантию.

Тектоника в переводе с древнегреческого – “строительство”, а в науках о Земле этот термин означает “геологическое строение и закономерности развития земной коры”. *Литосферой* называют самую внешнюю оболочку Земли, которая включает в себя земную кору и тонкий слой остывшей верхней мантии. Достаточно жесткая и прочная, литосфера при отсутствии внешних воздействий длительное время сохраняет неизменную форму и строение. По совре-

менным представлениям, она расколота на 12 крупных тектонических плит: *Евразийскую, Северо-Американскую, Южно-Американскую, Африканскую, Антарктическую, Тихоокеанскую, Аравийскую, Индийскую, Филиппинскую, Карибскую, Кокос, Наска* и ряд более мелких плит. Разделение на плиты не связано с разделением на материки и океаны, поскольку каждая включает и сушу, и водные поверхности. Средняя толщина плит под океанами 30–40 км и 100–150 км под континентами. Плиты дрейфуют, движимые энергией, выделяемой из недр Земли. Главная сила, заставляющая их перемещаться, – архимедова сила затягивания холодных и тяжелых океанических плит в горячую мантию. Срединно-океанические хребты возникают там, где образуется новая земная кора, а старая погружается в желоба. В это конвективное движение вовлечена вся поверхность планеты, включая континенты и океаны. Когда две плиты, сталкиваясь, крушат друг друга, вздымаются горы. Там, где плиты раздвигаются, брешь закрывают расплавленные молодые породы, поднимающиеся из мантии. На краях плит происходит наибольшее число землетрясений и образуются вулканы.

До появления современных методов *космической геодезии* (Земля и Вселенная, 1998, № 2), позволяющих измерять изменения координат наземных точек с субсантиметровой

точностью и практически в реальном времени, для определения скорости движения литосферных плит использовали данные по расположению магнитных аномалий на океанском дне. Магнитное поле Земли строго двухполюсное, и полярность его инверсионная, то есть Северный и Южный полюса периодически меняются местами (без строгой периодичности). Первая особенность позволяет установить положение Северного полюса в разные эпохи по направлению намагниченности в породах в любом месте земного шара, поскольку породы “запоминают” направление своей первоначальной намагниченности. Сравнение направлений намагниченности пород одного возраста на разных континентах выявило систематические расхождения в местоположениях магнитного полюса. Наряду с этим анализ образцов пород различного возраста, взятых в одном месте залегания, тоже свидетельствовал о периодическом изменении положения магнитных полюсов. Из этого следовало, что либо полюса, либо литосферные плиты находятся в постоянном дрейфе. Именно эти археологические и геологические данные, систематизированные на временном интервале 3 млн. лет, легли в основу *моделей глобальной тектоники*, построенных в 60–70-е гг. прошлого века. Согласно этим моделям, движение крупных плит достаточно стабильно по поверхности земного



сфероида (то есть горизонтально), со средней скоростью 5 см в год. На границах плит скорости больше — до 10–12 см в год, а в центре плит — всего 2–3 см.

СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЙ СТАНЦИЙ ГЛОБАЛЬНОЙ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ СЕТИ

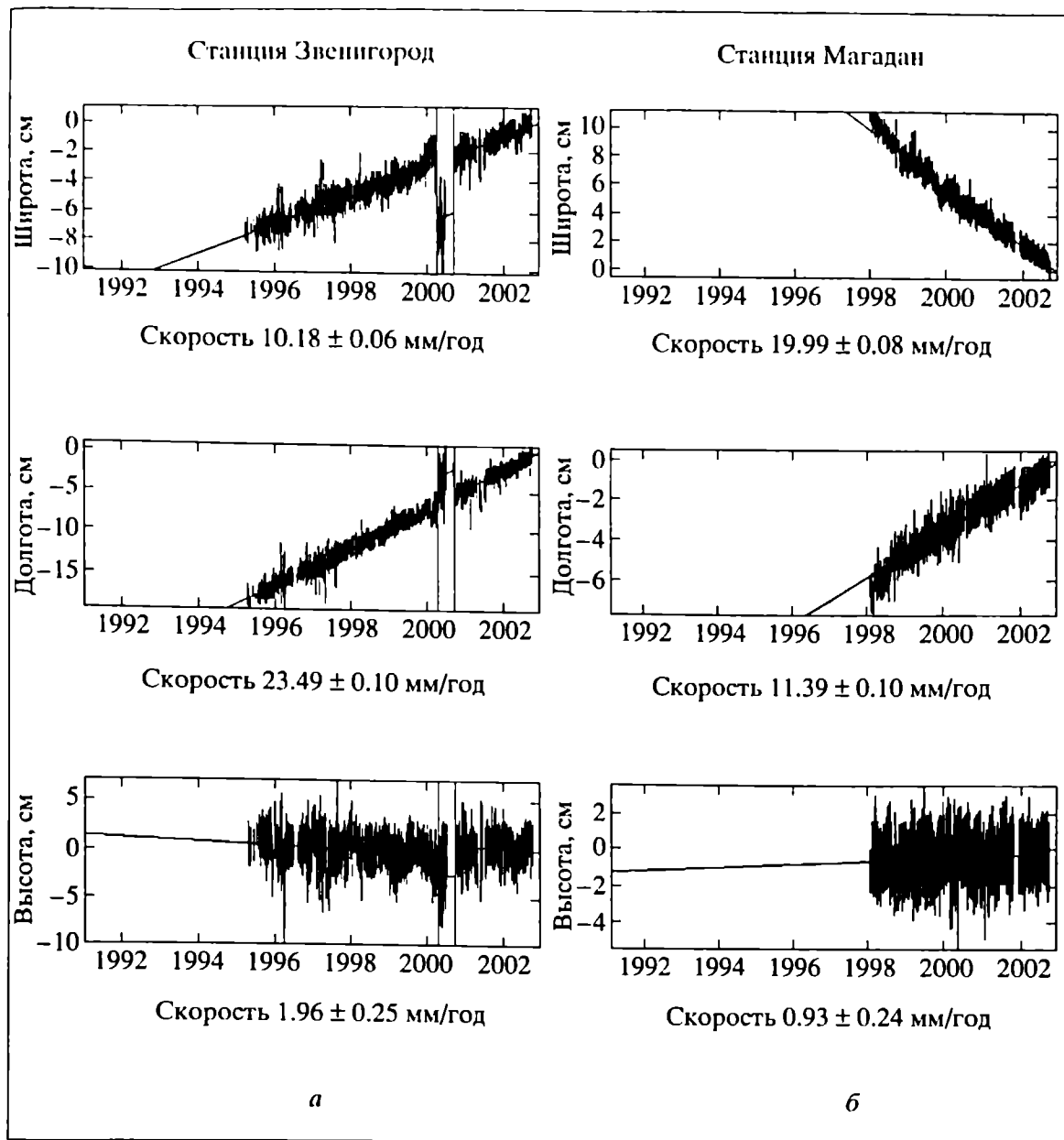
Важнейшим вкладом космической геодезии в изучение глобальной тектоники стало подтверждение и уточнение (по отдельным регионам) геологических моделей движения литосферных плит. Современные лазерные и радиотехнические измерительные средства, используемые в космической геодезии, позволяют измерять скорости смеще-

ния наземных пунктов, на которых стоят инструменты, с точностью в несколько миллиметров в год. Это вполне соответствует величинам скоростей тектонических движений, полученным в геологических моделях.

В настоящее время по всей поверхности земного шара равномерно распределены наземные измерительные пункты, образующие сеть *Международной GPS (Глобальная Позиционная Система) Службы для Геодинамики* — МГС. Она сейчас насчитывает более 250 пунктов, которые работают в постоянном режиме и каждые 12 часов (часть станций — ежедневно) передают измерительные данные в цент-

Расположение станций глобальной геодинимической сети. Показаны векторы скоростей тектонических движений, определенные по GPS-измерениям.

ры анализа информации. Система GPS состоит из подсистемы космических аппаратов (навигационная спутниковая система НАВСТАР, США), подсистемы наземного контроля и управления, подсистемы измерительной и вычислительной аппаратуры пользователей. Ряд пунктов сети МГС совмещены со станциями лазерной локации спутников и радиообсерваториями системы РСДБ (радиоинтер-

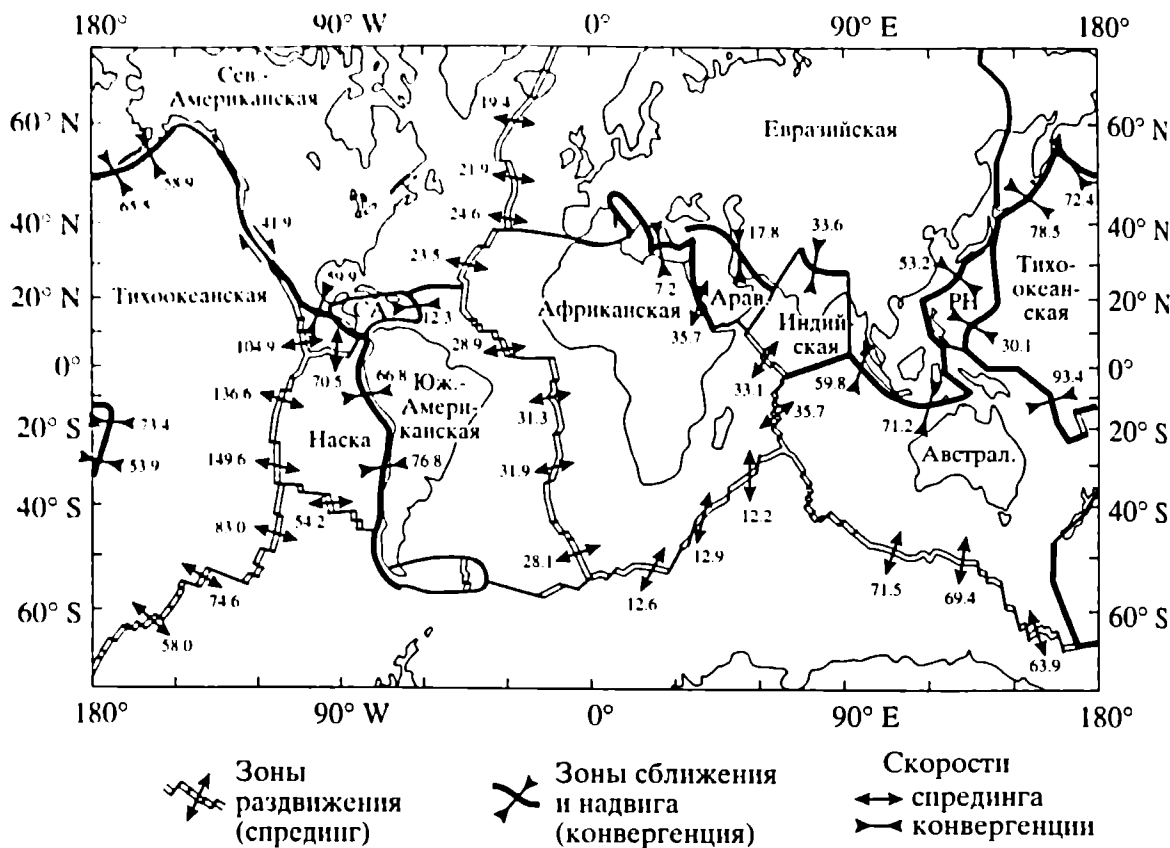


Изменения геоцентрических координат станций сети МГС по широте, долготе и высоте (в мм, с разрешением 1 неделя) за период 1996–2002 гг.: а) станция Звенигород при обсерватории института астрономии РАН (горизонтальная скорость смещения 23.01 мм/год). Большой разброс значений координат в середине 2000 г. вызван неисправностью антенны; б) станция Магадан (25.60 мм/год). Прямые сплошные линии на графиках соответствуют осредненным значениям координат.

ферометрия со сверхдлинной базой). С помощью такой сети пунктов ведется мониторинг изменения скорости вращения Земли и движений земной коры.

В качестве примера приведены графики изменений значений координат двух станций сети МГС, измеренных в 1996–2002 гг. Это станция Звенигород, расположенная

на обсерватории Института астрономии РАН в 80 км от Москвы, и станция Магадан на Дальнем Востоке. Как видно из графиков, суммарная горизонтальная скорость сме-



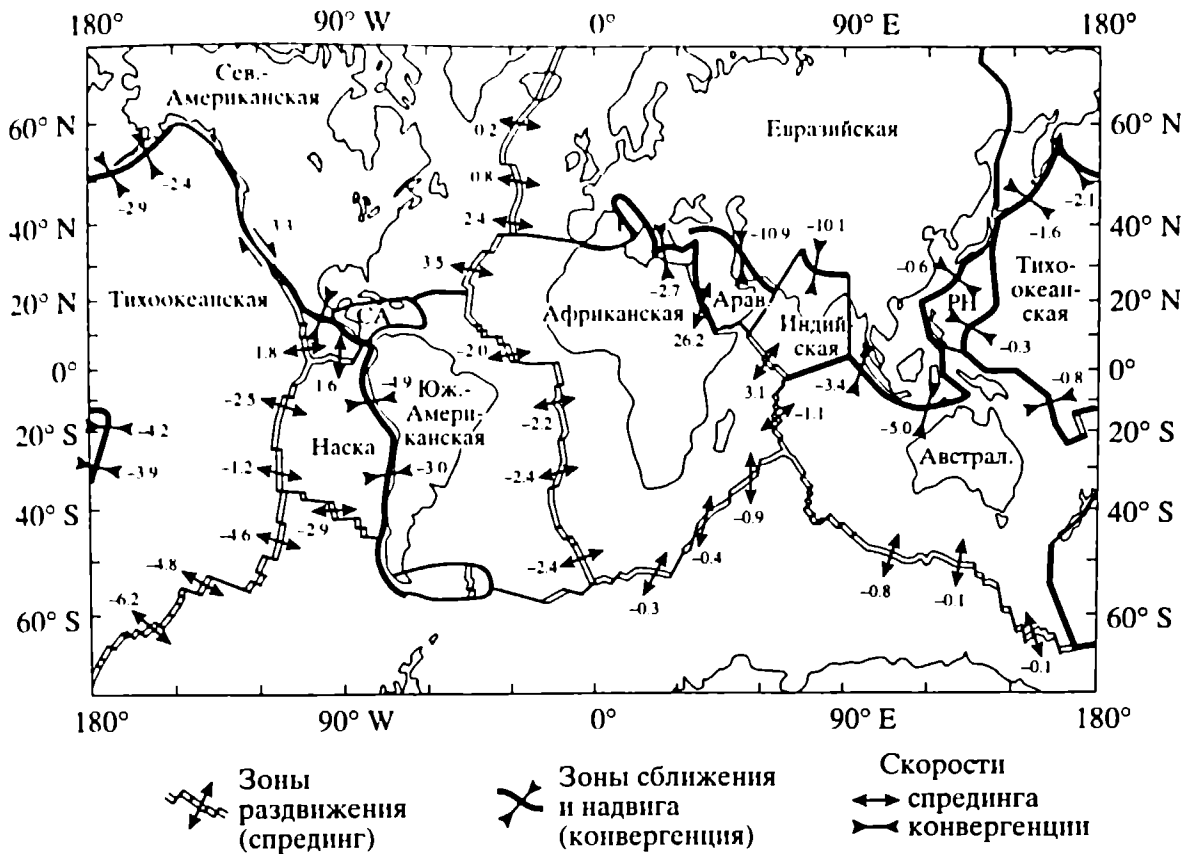
щения пункта Звенигород составляет 25.60 мм/год, а пункта Магадан – 23.01 мм/год. Вертикальные составляющие скорости для этих пунктов значительно меньше.

По результатам анализа спутниковых измерений, выполненных за последние 15–20 лет на 360 станциях глобальной сети, Международная служба вращения Земли (МСВЗ-IERS), ответственная за контроль стабильности земной системы координат, опубликовала в 2001 г. сводные данные о координатах и скоростях всех станций сети. Эта система координат имеет название International Terrestrial Reference Frame (ITRF2000) – Международная Земная опорная система. Точность

определения положения наземного пункта в этой системе не хуже 1 см, а ошибка определения скоростей движения – около 5 мм/год. Используя данные о скоростях движения пунктов, расположенных на различных тектонических плитах, можно вычислить современные скорости сближения или раздвижения соседних плит и их крупных блоков. Зоны раздвижения срединно-океанических хребтов показаны на карте основных литосферных плит. Важно подчеркнуть, что приведенные значения скоростей движения литосферных плит соответствуют современному геологическому периоду, так как они определены только методами космической геоде-

Карта основных литосферных плит Земли. Показаны современные скорости (в мм/год) движений земной коры вблизи границ литосферных плит.

зии за последние 15–20 лет. Для сравнения их с моделями геотектоники, построенными по геологическим данным, показаны разности скоростей, определенные по современным данным (ITRF2000) и по геологической модели NUVEL-1A (за 3 млн. лет). Измеренные значения скоростей в основном хорошо совпадают с предсказанными по геологическим моделям. Это подтверждает концепцию геотектоники и достоверность принятых моделей движения плит. Однако в некоторых регио-



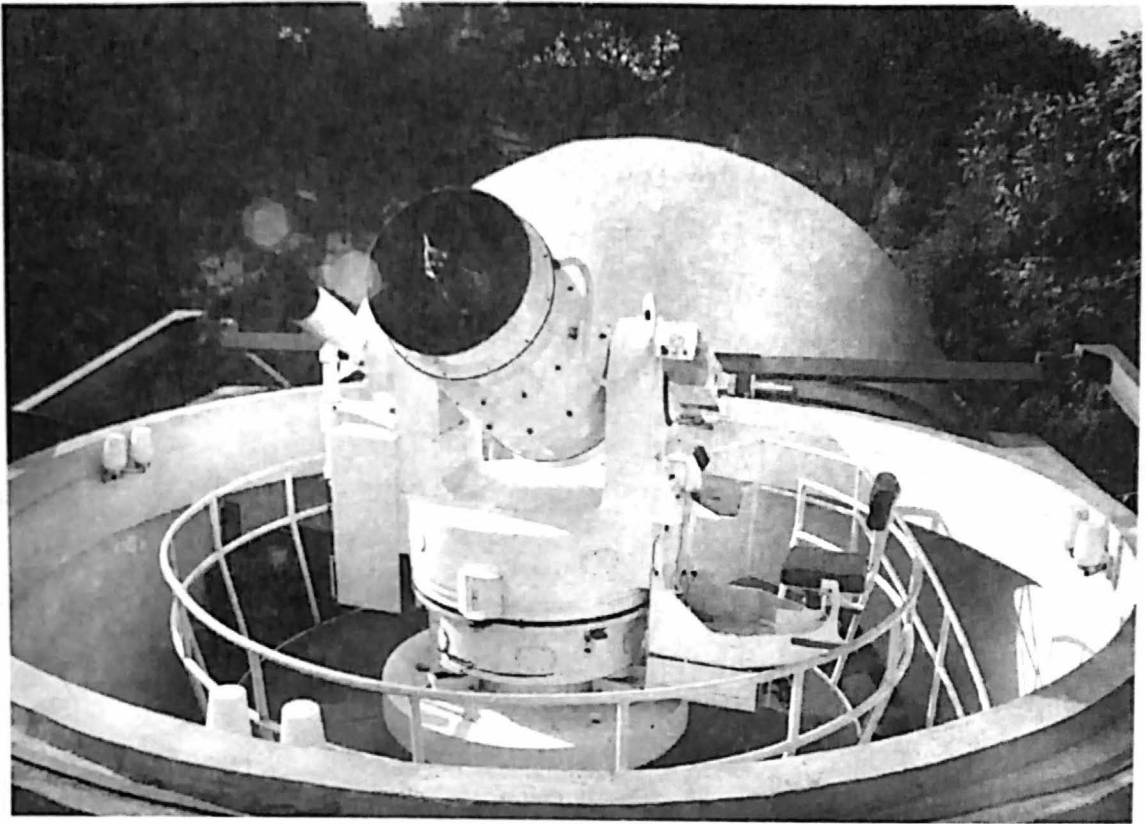
Карта литосферных плит. Показаны разности скоростей движения земной коры вблизи границ литосферных плит, полученных по современным (космическим) данным и по геологической модели (за 3 млн. лет). Малые значения этих разностей подтверждают концепцию глобальной геотектоники.

наблюдаются систематические расхождения с геологической моделью. К примеру, современные скорости раздвижения в северной части Атлантического океана больше, чем вычисленные по модели, а в Южном полушарии везде преобладают отрицательные разности скоростей, что указывает на общую тенденцию замедления горизонтальных тектонических движений.

Ученые Шанхайской астрономической обсерватории (Китай) исследовали изменения вертикальных составляющих скоростей станций Южного полушария. При этом пункты, расположенные в зонах с повышенной сейсмической активностью и значительными деформациями земной коры, были исключены, чтобы не нарушать среднюю картину. Всего в системе ITRF2000 было отобрано 87 южных станций, из которых 61 – GPS станции, 9 – РСДБ, 14 – лазерной дальнометрии.

Оказалось, что высотная составляющая скорости 87% станций положительна (относительно центра Земли), то есть земная кора имеет тенденцию к возвышению. Интересно

также, что понижающиеся станции расположены большей частью в приэкваториальной зоне. Этот факт можно рассматривать как одно из подтверждений мнения о расширении Южного полушария. В том случае, если оно действительно расширяется и его объем увеличивается, то линии, опоясывающие земной шар по одной параллели, также должны удлиняться. Это было проверено по данным системы ITRF2000. В результате получилось, что скорости изменения длины четырех базисных линий между станциями, находящимися примерно на одной широте Южного полушария, положительны и, следовательно, параллели удлиняются. При



этом более других увеличиваются линии на средних широтах: около 20 мм в год.

Эти предположения, несомненно, требуют более обоснованных доказательств и большего количества различных наблюдательных данных. Однако они не противоречат основным выводам современной геотектоники, а именно утверждению о *расширении морского дна в южной части Тихого океана со скоростью 18 см в год.*

В заключение хотелось бы особенно подчеркнуть, что благодаря замечательным возможностям измерительных средств космической геодезии (как по точности, так и по раз-

решению) и достижениям в научной интерпретации полученных данных в последние десятилетия удалось значительно уточнить динамические параметры нашей планеты, построить высокоточные модели гравитационного поля Земли с учетом их изменений во времени и подтвердить достоверность теории глобальной тектоники. Это открывает новые перспективы для моделирования различных геофизических процессов, происходящих в теле Земли и на ее поверхности. Новые космические проекты, предназначенные для дальнейшего уточнения статических и короткопериодических компонент гравитационного поля Земли и циркуля-

Лазерный спутниковый дальномер Шанхайской астрономической обсерватории, участвующий в работах Международной геодинамической сети.

ции океана в совокупности с данными сейсмической томографии, движений земной коры и вариаций угловой скорости Земли, должны дать новые уникальные данные для понимания структуры Земли, механизмов тектонических процессов и причин изменений уровня Мирового океана. Все это подтверждает необходимость обобщенного подхода к изучению динамики и физики Земли как интегрированной системы.

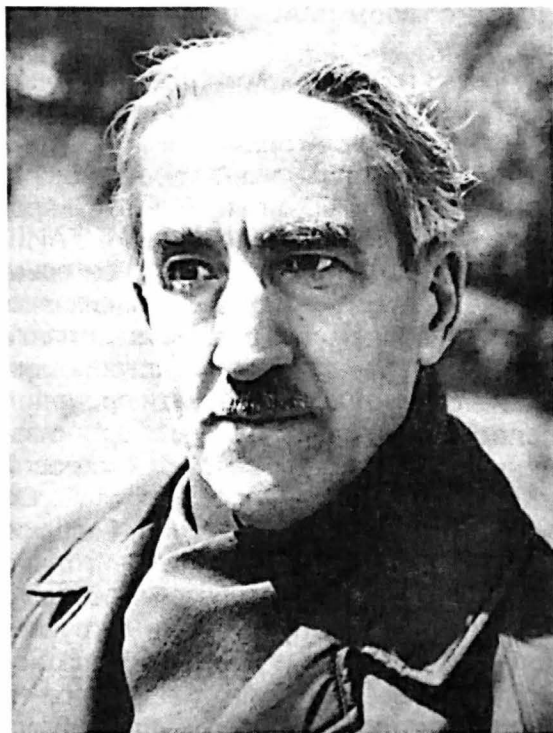
Памяти Петра Григорьевича Куликовского

4 ноября 2003 г. на 94-м году жизни скончался известный российский и старейший московский астроном и историк астрономии **Петр Григорьевич Куликовский**. Он родился в Киеве 13 июня (31 мая) 1910 г. Его отец, Григорий Григорьевич, из старинного польского дворянского рода, служил военным врачом, а впоследствии стал одним из зачинателей космической медицины в нашей стране. Мать, Жанна Николаевна, — француженка, для которой Россия стала второй родиной, по призванию художница, была медсестрой в Первую мировую войну. Будущий астроном получил блестящее домашнее воспитание и начальное образование, в совершенстве владел французским. С юных лет Петр Григорьевич увлекался не только астрономией, но еще и музыкой. Он окончил музыкальное училище им. М.М. Ипполитова-Иванова в Москве по классу фортепьяно и в дальнейшем, уже став известным ученым, не раз выступал перед своими коллегами как музыкант — исполнитель и композитор.

С середины 30-х гг., еще студентом, он работал на Пресненской Астрономической обсерватории МГУ, в помещении которой тогда располагался созданный в 1931 г. Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга (Земля и Вселенная, 1977, № 6). Окончив в 1938 г. университет, П.Г. Куликовский стал научным сотрудником этого института, где трудился более полувека. Даже после выхода на пенсию в конце 80-х гг.

он не прерывал тесной связи с институтом.

Главными областями научной деятельности П.Г. Куликовского были звездная астрономия (переменные, двойные, сверхновые звезды) и история астрономии. Но он проявил себя и в других областях астрономии, в том числе как конструктор новых астроприборов. В 1936–37 гг. вместе с В.Б. Никоновым



Петр Григорьевич Куликовский (1910–2003).

он создал первый отечественный звездный электрофотометр для точных измерений блеска звезд. А в 1936 г. во время "большого советского затмения" Солнца, когда полоса полной фазы прошла лишь по территории СССР – от западных до восточных ее границ, Петр Григорьевич наблюдал его со стратостата (на высоте 9500 м).

В конце 30-х гг. Куликовский предложил свою классификацию Сверхновых; в 1940 г. подтвердил (по сходству лучевых скоростей) существование комплекса генетически связанных звезд в Галактике ("поток Скорпиона – Центавра"); в 1950–51 гг. вместе со своим ближайшим коллегой по ГАИШ Б.В. Кукаркиным он исследовал связь морфологических характеристик физических переменных звезд с их распределением в звездной системе, что открывало новый путь к изучению структуры и эволюции, прежде всего, нашей Галактики. Петр Григорьевич – один из инициаторов создания специализированного международного журнала "Information Bulletin on Variable Stars" (информационный бюллетень "Переменные звезды"), который издавался Международным астрономическим союзом (МАС) и где концентрировалась мировая информация о переменных. В годы Великой Отечественной войны (1941–45 гг.) П.Г. Куликовский мог заниматься своей любимой звездной астрономией лишь урывками, так как работал в Службе времени ГАИШ в Свердловске (вплоть до возвращения ГАИШ из эвакуации в 1944 г.). Петр Григорьевич Куликовский – родоначальник систематических исследований в области истории отечественной астрономии. Вместе с тем он с энтузиазмом проводил исследовательскую и научно-организационную работу и в масштабах мировой истории астрономии – в рамках МАС. Он написал статьи о Н. Копернике, Я. Гевелии, а также статьи по истории не только отечественных, но и зарубежных обсерваторий (среди них публикации о грузинской в Абастумани и древнекитайской). После войны Петр Григорьевич организовал и многие годы возглавлял Комиссию по истории астрономии (КИА) в Астрономическом совете АН СССР. Благода-

ря его усилиям в 1955 г. учреждено первое регулярное издание трудов по истории отечественной и мировой астрономии – ныне широко известный у нас и за рубежом сборник "Историко-астрономические исследования" (ИАИ). В его первых 11 выпусках (1955–72 гг.) Петр Григорьевич был ответственным редактором. Этот уникальный сборник, долгое время выпускавшийся Астросоветом, получил широкое международное признание, его продолжает издавать Институт истории естествознания и техники РАН под редакцией известного российского астронома Г.М. Идлиса (в 2004 г. вышел его 29-й выпуск).

П.Г. Куликовский широко известен и за рубежом. С 1952 г. он был членом МАС, работал в Комиссии № 26 (переменные звезды) и, став первым по-настоящему активным членом Комиссии № 41 (история астрономии), руководил ею два срока (1958–64 гг.). А.А. Гурштейн, ныне работающий в США и возглавляющий объединенную Комиссию № 41, в своем прощальном слове, посвященном П.Г. Куликовскому, напомнил, что Петр Григорьевич Куликовский "внес неоценимый творческий вклад в организацию и проведение X Генеральной Ассамблеи МАС в Москве в 1958 г. – едва ли не первого в стране по-настоящему крупного научного конгресса после падения "железного занавеса". До наших дней ветераны Международного астрономического союза вспоминают об этом событии как о поворотном моменте в непростых отношениях между астрономами двух, тогда противоборствовавших, социальных систем". Под его научной редакцией с 1962 г. по 1984 г. (вначале ежегодно) издавались (по поручению Комиссии № 41 МАС) наиболее представительные библиографические указатели "Избранная библиография литературы по истории астрономии". Их составителем была ближайшая сотрудница Петра Григорьевича, главный библиограф научной библиотеки им. А.М. Горького МГУ Н.Б. Лаврова. Многие годы Петр Григорьевич успешно сотрудничал в редколлегии широко известного в наше время международного журнала "The Journal for the History of Astronomy" (журнал по истории астроно-

мии), издаваемого английским ученым М. Хоскином. На нелегком пути борьбы за объективное освещение отечественной истории астрономии П.Г. Куликовский проявил подлинное мужество, способствуя первому в широкой печати (коллективная монография "Развитие астрономии в СССР. 1917–1967". М.: АН СССР, 1967) "возвращению из небытия" долгое время замалчивавшихся имен астрономов, погибших в 30-е гг. – годы политических репрессий в СССР.

Петр Григорьевич был еще и талантливым преподавателем. Как доцент астрономического отделения физического факультета МГУ он читал курсы по звездной астрономии и истории отечественной астрономии, спецкурс "Двойные звезды", в 1977–78 гг. возглавлял кафедру звездной астрономии и астрометрии в МГУ. П.Г. Куликовским написано свыше 150 работ по астрономии и ее истории, в том числе учебный курс "Звездная астрономия" (М.: Наука, 1978; 2-е изд. – 1985); глубоко содержательные книги "Павел Карлович Штернберг" (М.: Наука, 1987; 1-е изд. – 1951) и "М.В. Ломоносов. Астроном и астрофизик" (М.: Наука, 1986). Он также автор ряда более общих работ: "Исследования по истории астрономии" (в упоминавшейся коллективной монографии 1967 г.) и монографии "История астрономии и геодезии" (написанной в соавторстве с В.Г. Селиханович. М.: АН СССР, 1968).

Совершенно особой заслугой и, можно сказать, делом жизни Петра Григорьевича стало создание и последующее совершенствование широко известного

"Справочника любителя астрономии", выдержавшего с 1947 по 2002 г. пять все более полных переизданий. Последнее, существенно обновленное, вышло под редакцией В.Г. Сурдина – М.: Эдиториал УРСС, 2002 (Земля и Вселенная, 2002, № 4). Этот, как его все называют, "справочник Куликовского" стал настольной книгой не только для любителей, но и полезным пособием для специалистов (последнее особенно радовало автора).

Наконец, Петру Григорьевичу принадлежит сочинение ряда музыкальных пьес. Среди них – реквием, посвященный памяти крупнейшего американского астронома Отто Людвиг Струве, последнего представителя этой астрономической династии, с которым П.Г. Куликовский немало сотрудничал в МАС.

Заслуги Петра Григорьевича Куликовского – талантливого российского ученого, педагога, музыканта и совершенно необыкновенного, рыцарски благородного человека – были отмечены присвоением его имени малой планете (№ 2497), открытой в 1977 г. крымским астрономом Н.С. Черных. Но главное, его имя для всех астрономов нашей страны, для его коллег за рубежом навсегда останется образцом самых высоких качеств ученого и человека.

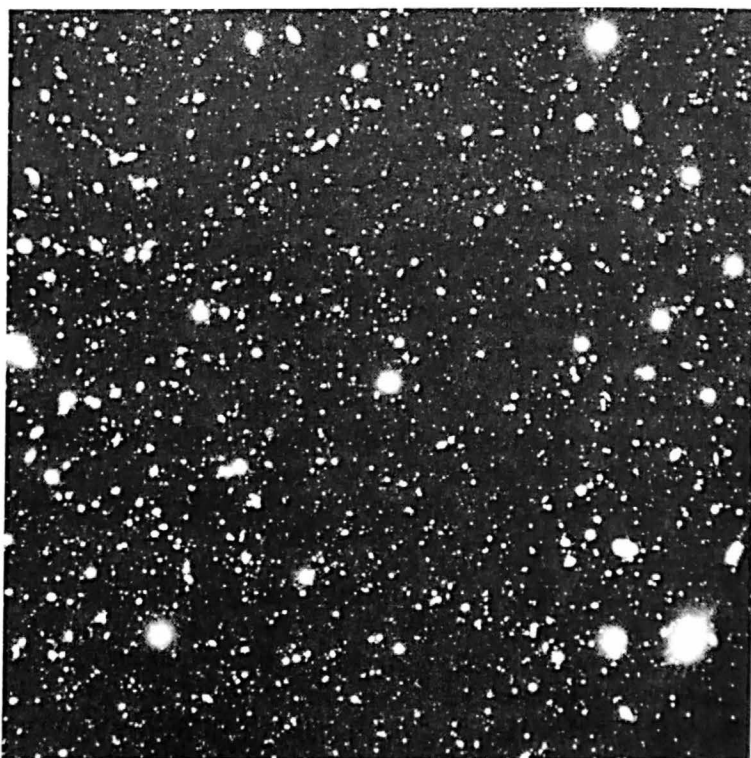
П.Г. Куликовский активно сотрудничал с нашим журналом со дня его основания в 1964 г., являясь не только его постоянным автором, но и консультантом.

Вселенная в эпоху Ренессанса

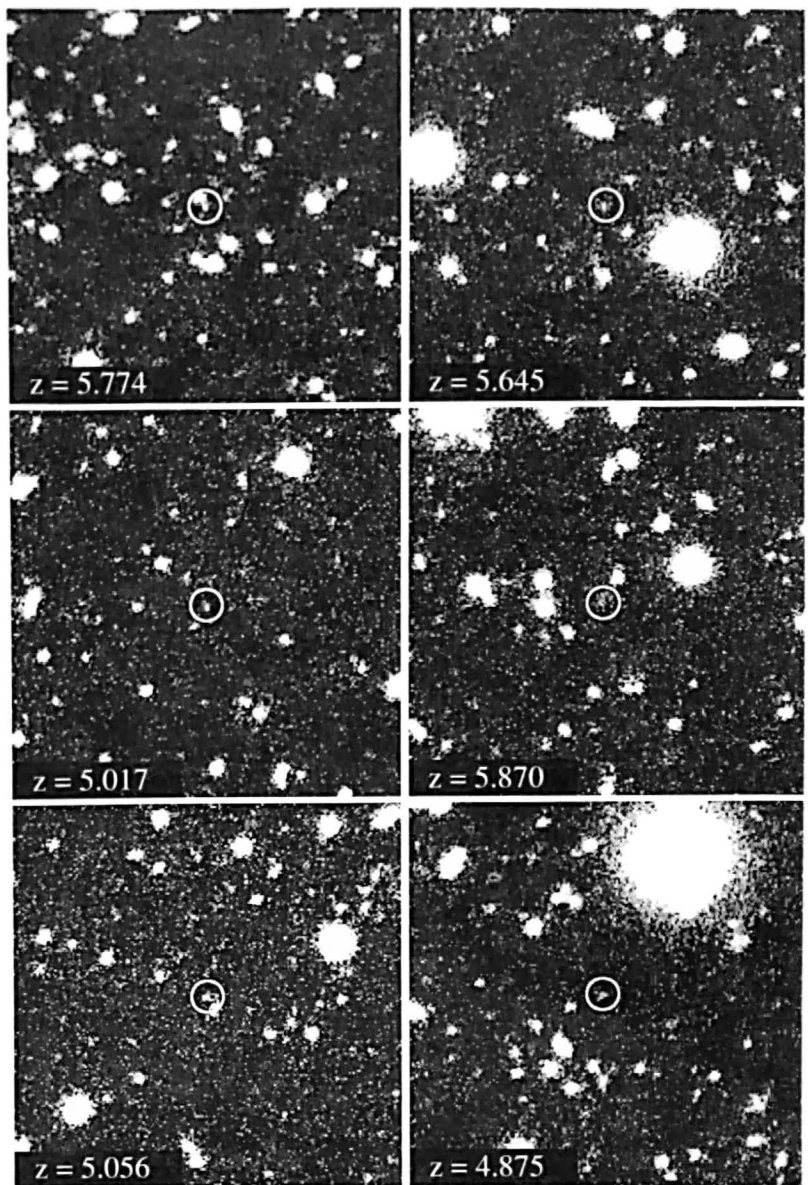
Немецкий астроном М. Ленерт и британский астроном М. Бренер с помощью Очень Большого Телескопа открыли шесть чрезвычайно далеких галактик с красным смещением (z) от 4.8 до 5.8. Такое

красное смещение соответствует расстоянию 12.6 млрд. св. лет. Следовательно, свет от этих галактик был испущен через 1 млрд. лет после начала расширения Вселенной, то есть мы видим их такими, какими они были, когда возраст Вселенной составлял около одной десятой ее современного возраста. Этот период в эволюции Вселенной соответствует переходу от “темных времен”, когда звезд еще не существовало, к “эпохе Ренессанса”.

Поскольку все шесть галактик расположены в небольшой области неба, площадью 40 квадратных угловых минут (на расстоянии, соответствующем красному смещению 5.3, сторона площадки равна 1 Мпк), это позволяет понять их эволюцию и воздействие на состояние Вселенной, когда она была очень молодой. В частности, на основе этих уникальных данных астрономы заключили, что на ранней стадии эволюции во Вселенной было значительно мень-



Область неба, где были открыты галактики с $z = 4.8-5.8$.



Шесть галактик с большим красным смещением (обведены кружками). Красные смещения указаны в левом нижнем углу каждого изображения. Сторона квадрата соответствует 30", или 500 тыс. световых лет. Фото ESO.

ше галактик высокой светимости, чем 500 млн. лет спустя. Поэтому в изученной области должно быть много бо-

лее слабых галактик, которые в совокупности излучают значительное количество энергичных фотонов, необходимых

для ионизации водорода во Вселенной в ту эпоху.

По материалам ESO,
пресс-релиз 24/03,
21 августа 2003 г.
(подготовила М. Рутковская)

Новая космическая программа США

Поздно вечером 15 января 2004 г. в штаб-квартире NASA в Вашингтоне президент США Джордж Буш выступил с программной речью по вопросам освоения космоса.

В начале своей речи Дж. Буш сказал, что строительство Международной космической станции должно быть завершено к 2010 г. Исследования на ее борту позволят специалистам изучить влияние факторов длительного космического полета на человеческий организм и сделать выводы о возможности дальнейшего проникновения человека в глубины Солнечной системы. Президент отметил, что США намерены выполнить все свои обязательства перед партнерами по данному международному проекту, а также высоко оценил участие России в работах на МКС. Дж. Буш призвал к скорейшему возобновлению полетов кораблей многоразового использования "Спейс Шаттл", но сказал, что после окончания строительства МКС их эксплуатация будет прекращена.

Программа дальнейшего освоения космического пространства включает три основных этапа.

1. К 2010 г. американские специалисты планируют разработать и испытать **новый пилотируемый космический корабль**. NASA уже сейчас создает перспективный орбитальный космолан "OSP" (Orbital Space

Plane), предназначенный для спасения и доставки экипажей на Международную космическую станцию. Не позднее 2014 г. этот корабль и перелетная станция должны обеспечить пилотируемый полет на Луну, а в дальнейшем позволить человеку отправиться к другим небесным телам Солнечной системы.

2. К 2020 г. США **возобновят полеты на Луну** и будут использовать ее как площадку для стартов к другим небесным телам Солнечной системы. С 2008 г. предполагается отправлять непилотируемые лунные космические аппараты, которые заложат базу для новых полетов человека. В 2015 г. должны начаться регулярные пилотируемые полеты на Луну. В дальнейшем ее ресурсы пригодятся экспедициям к Марсу и другим планетам.

3. Планируются **пилотируемые экспедиции на Марс** и к другим планетам Солнечной системы не ранее 2030 г.

Осуществление столь амбициозных планов потребует увеличения финансирования NASA на 1 млрд. долларов в ближайшие пять лет. Дальнейший рост бюджета NASA будет целиком зависеть от результатов деятельности агентства. Согласно предварительным расчетам, новая космическая программа будет стоить налогоплательщикам сотни миллиардов долларов.

Во время выступления Дж. Буша в штаб-квартире присутствовали американские астронавты, члены Конгресса и журналисты, был организован телемост с восьмым основным экипажем МКС (А.Ю. Калери и М. Фул).

Космическая программа Д. Буша не вызвала большого энтузиазма у простых амери-

канцев. Об этом говорят результаты опроса, проведенного Ассошиэйтед Пресс. Более половины опрошенных сказали, что лучше было бы потратить деньги на различные социальные программы, например на образование и медицинское обслуживание, нежели на космические исследования. Но немало американцев высказываются за продолжение космических исследований. Три четверти опрошенных считают, что США должны быть лидером в освоении космоса. Многие вспоминают дни острого соперничества с Россией и говорят, что предпочитают быть первыми.

Накануне президент США Дж. Буш, выступая в штаб-квартире NASA, призвал партнеров по проекту МКС присоединиться к космическому путешествию на спутник Земли и Красную планету. NASA направило Росавиакосмосу конкретные предложения о сотрудничестве в освоении Луны и Марса. Официальный документ об этом передан через госдепартамент США по дипломатическим каналам. Российская сторона рассмотрит предложения американцев и примет решения об участии в лунной и марсианской экспедициях. Россия уже разработала программы по организации автоматических и пилотируемых полетов на ближайшие планеты Солнечной системы. Предприятия отечественной космической отрасли уже направили в Росавиакосмос свои детальные разработки, которые предлагают включить в Федеральную космическую программу, рассчитанную до 2015 г.

С.А. Герасютин

Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века

Под таким названием в течение 2003 г. в Москве проходила **Международная научная конференция**. Она была необычна по тематике, составу организаторов и участников, форме проведения.

Ученые самых разных отраслей современной фундаментальной и прикладной науки, философы, искусствоведы, богословы и религиозные деятели, представители высшей школы и организаций ракетно-космической отрасли собрались, чтобы в комплексе рассмотреть проблемы, решение которых по своей глубинной сути связано с космическим мировоззрением. В их числе:

– мировоззренческий потенциал космической деятельности, ее влияние на развитие науки, высоких технологий, образование, экономику, культуру, формирование гражданского общества и реализацию идеи “культуры мира”;

– глобальные проблемы земной цивилизации после ее вступления в космическую эру, новые возможно-

сти культурного строительства и новые угрозы сохранению культурного наследия;

– проблемы системного кризиса в науке, новые интеграционные тенденции и формирование новой системы познания;

– космизм в философии XX–XXI вв. и историко-научные основы формирования космического мировоззрения;

– космические идеи и их реализация в мировом религиозном опыте;

– космическое мироощущение в искусстве и его выражение в различных видах творчества;

– идеи космизма в педагогике и развитие космического образования.

Организаторы конференции – три крупные отечественные специализированные академии: Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского, Российская академия образования и Российская академия естественных наук, а также такие известные общественные организации, как Федерация космонавтики России, Международный центр Ре-

рихов и Международная ассоциация фондов мира.

Секционные заседания проходили с апреля по октябрь 2003 г. в Российской академии государственной службы при Президенте РФ, Мемориальном музее космонавтики, Российской академии образования, Музее им. Н.К. Рериха, Российской гуманитарной академии. Только на секционной сессии представлено более 160 докладов. Заключительное пленарное заседание, приуроченное к традиционным рериховским дням, состоялось 9–11 октября 2003 г. в Международном центре Рерихов. Конференция проводилась как одно из мероприятий Всемирной космической недели ООН, тема которой в этом году – “Космос: внеземные горизонты”.

Среди выступавших с докладами и в дискуссиях были студенты и аспиранты (на молодежной секции) и, конечно, крупные ученые и общественные деятели (на пленарных заседаниях). Выступило более 10 академиков, 170 докторов и кандидатов наук. В конферен-



ции участвовали заслуженные деятели науки и техники, ученые и специалисты России, США, Индии, Киргизии, Болгарии, Украины, Бельгии, других европейских и прибалтийских стран. В дни пленарного заседания в Музее им. Н.К. Рериха прошла художественная выставка "Неземные миры земных художников". Об одном из секционных заседаний хотелось бы рассказать подробнее.

10 июня 2003 г. состоялось заседание 5-й секции конференции – "Космонавтика XXI века: безопасность и устойчивое развитие. Космос, человек, общество", организованное под руководством президента Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ), доктора технических наук В.П. Сенкевича

и академика В.М. Матросова, председателя экспертно-консультативного совета при Комиссии Государственной Думы Федерального Собрания РФ по проблемам устойчивого развития.

В приветственном слове генеральный директор Музея им. Н.К. Рериха **Л.В. Шапошникова** подчеркнула особое значение космической деятельности как практического базиса для формирования нового мышления, основанного на космическом мировоззрении. Космизм, по мнению Л.В. Шапошниковой, чисто русское явление, он возник и развивался в России. Именно Россия открыла миру путь в космос, научный и практический, – это неоценимое наше наследие. Прорыв в космос и последовавшее за ним бурное развитие мировой кос-

Первое заседание оргкомитета Международной конференции "Космическое мировоззрение – новое мышление XXI века" в Международном центре Рерихов. Сопредседатели оргкомитета (в центре): Л.В. Шапошникова и В.П. Сенкевич (с дипломом о награждении его медалью им. Н.К. Рериха). 20 января 2003 г. Фото С.Е. Петелина.

мической деятельности потребовали объединения новейших достижений самых различных направлений науки и техники, изменили буквально все стороны жизни человека. Возникли новые отрасли науки и новый слой культуры, которым принадлежит огромный вклад в космическое мировоззрение. Многие ученые, связанные в профессиональной деятельности с космонавти-

кой, развивают философские идеи, которые принадлежали Николаю Константиновичу и Елене Ивановне Рерихам. В космическом мировоззрении есть очень важное направление – формирование синтетической системы познания.

В содержательном и очень интересном докладе **В.П. Сенкевича** “Современное общество, космонавтика и космическое мировоззрение” исходным является положение о том, что космическое мышление глобально по своей сути. На этой основе проведен анализ возможностей космонавтики для решения проблем безопасности и устойчивого развития общества. В.П. Сенкевич показал, почему и как в космическую деятельность вовлекается все больше стран мира. Особая роль на современном этапе принадлежит, по мнению докладчика, общественным и неправительственным организациям. Их значение и возможности он продемонстрировал на примере деятельности РАКЦ. Большое внимание требуют также проблемы образования и информатизации.

Представитель Института семьи и воспитания Российской академии образования **О.В. Коновалова** выступила с корот-

Выступает Е.Л. Новикова с докладом по проблемам комплексной безопасности и устойчивого развития на секционном заседании 10 июня 2003 г. Фото А.В. Клюева.

ким приветствием. Она говорила о необходимости сотрудничества, общем стремлении к красоте, возможности использовать в преподавании и воспитании конкретные данные, получаемые космическими методами. “Мы пытаемся научить наших воспитанников умению видеть себя со стороны, широте взгляда, без чего, наверное, невозможно обеспечить безопасность... Мы пытаемся научить ребят видеть Землю из космоса, не покидая ее. Стоя двумя ногами на Земле, видеть как она хороша”.

В докладе академика **В.М. Матросова** были изложены принципы, положенные в основу концепции стратегии устойчивого развития России, подчер-



кивалась важность духовного развития. Он отметил необходимость учитывать многие современные процессы, в частности такие, как глобализация, экологические проблемы, уникальное географическое положение России.

Детальная структуризация и подробный анализ проблемы комплексной безопасности и устойчивого развития были представлены в докладе кандидатов технических наук **В.Д. Кускова** и **Е.Л. Нови-**

Заседание секции № 5 “Космонавтика XXI в.: безопасность и устойчивое развитие” 10 июня 2003 г. На первом плане (в центре) – президент РАКЦ В.П. Сенкевич и летчик-космонавт А.Н. Березовой. Фото А.В. Клюева.



ковой. Они пришли к заключению, что основной причиной антропогенного воздействия на природу и источником глобальных угроз всему человечеству является сам человек, и возможности противостоять этим угрозам в значительной мере зависят от уровня и качества сознания.

Блок докладов касался военных аспектов космической деятельности и их влияния на мировоззрение современного общества. Знания об околоземном космосе, накопленный научный, технический и технологический потенциал уже достаточны для создания и развертывания группировок боевых космических средств. И это очень опасная тенденция. Любая война замедляет или прерывает развитие, деформирует, а иногда и уничтожает материальную и духовную культуру. Более того, при достигнутом и перспективном уровне военной техники, в том числе космической техники военного назначения, будущие войны представляют прямую угрозу самому существованию человечества.

Космос как возможная сфера военных угроз рассмотрен в докладе докторов военных наук **М.А. Борчева** и **А.Д. Курланова**. Анализ новой военной доктрины и концепции национальной безопасности США, утвержденных недавно, показал, что в настоящее время основная угроза в военном отношении идет от США и в значительной мере из космоса.

Выступает руководитель Научно-культурного центра SETI при РАКЦ Л.М. Гиндилис. Фото А.В. Клюева.

Необходимы меры политического и экономического характера, чтобы эту угрозу парировать.

Характеристика возможного развития космических средств военного назначения в XXI в. представлена в выступлении доктора военных наук **В.А. Меньшикова**. Доклад доктора технических наук **В.П. Соколова** посвящен взаимному влиянию достижений космонавтики и развития авиации. Словно в продолжение этой темы, но с принципиально других позиций, в докладе заместителя Генерального директора Росавиакосмоса **А.И. Медведчикова** и кандидата технических наук **А.Б. Цветкова** "Перспективы интеграции ракетно-космической промышленности России в мировой космический рынок" сказано, что интеграция является важным механизмом, который позволит избежать тех угроз, которые могут стать следствием использования космического пространства в военных целях. Доктор технических наук **Е.И. Боровков** представил свой подход к понятию космической безопасности и созданию теоретических основ для решения данной проблемы.

Гуманитарные, философские, мировоззренческие вопросы подняты в другой группе докладов. Прежде всего это блестя-



щий доклад доктора философских наук **В.В. Казютинского**, посвященный анализу истоков и современного состояния философии космонавтики и философии антикосмизма. Эта тема была продолжена в коллективном докладе "Мышление человека XXI в. и космическая техника" **В.Д. Кускова**, **Е.Л. Новиковой** и **В.П. Сенкевича**. Проблемы понимания философии космизма и новый подход к определению исторического места России, рассмотренные в докладе доктора **В.Г. Леонтьева** из Чехии, дополнили философские размышления **В.В. Казютинского** и доклад **В.М. Матросова**.

О принципах, направлениях и мировоззренческих аспектах деятельности ООН в области космонавтики, устойчивом развитии и об истории Всемирной космической недели говорилось в выступлении **Е.Б. Матвеевой**. Космическая деятельность интернациональна и глобальна по самой своей природе. Ее развитие способствует

усилению интеграционных процессов, материальных и духовных, становлению нового глобального мировоззрения, в центре которого стоят общечеловеческие ценности. Один из результатов космической деятельности – создание объективной основы нового мировоззрения и космического мышления.

На роль космонавтики в развитии фундаментальной науки обратил внимание выступивший в дискуссии кандидат физико-математических наук **Л.М. Гиндилис**. Благодаря космонавтике человечество получило возможность изучать Вселенную во всем диапазоне электромагнит-

ных волн, что привело к фундаментальным открытиям. Достаточно, например, упомянуть о проблеме “скрытой массы” и “темной материи”, возможно, небарионной природы. По мнению докладчика, мы стоим на пороге радикального изменения научной парадигмы, наших фундаментальных представлений о Вселенной, о природе материального мира. Л.М. Гиндилис напомнил, что в философской системе “Живая Этика”, опубликовать которую семья Рерихов начала еще в 1920-х гг., уже говорилось о том, что Земля “тяжело больна” и, если человечество не примет надлежащие меры, положение

может стать катастрофическим. Там же указывался и выход из этой ситуации – необходимо изменить направление мышления.

Подводя итоги заседания, В.П. Сенкевич отметил, что все выступавшие согласны с тем, что проблема, связанная с космическим мышлением, – интегральная и комплексная. Космонавтика является катализатором, поскольку увлекает за собой другие направления деятельности человека и позволяет решить многие глобальные задачи. Мы должны активно бороться за будущее наших детей и внуков.

Е.Б. МАТВЕЕВА

Информация

Черви и мхи, выжившие при катастрофе “Колумбии”

Поисковые команды NASA нашли несколько металлических канистр на территории штата Техас, куда упали обломки КК “Колумбия” во вре-

мя катастрофы (Земля и Вселенная, 2003, № 2). В них сохранились тысячи живых червей-нематод величиной с булавочную головку, помещенные на борт корабля для исследований. Цель космического эксперимента – создание перспективных пищевых продуктов для экипажей орбитальных станций и межпланетных экспедиций. Черви не только выдержали высокую температуру (до 1500°C) при разрушении корабля во время спуска, но и продолжали размножаться. Выживших в таких необычных условиях червей изучают в От-

деле фундаментальной космической биологии NASA.

Кроме червей найдены образцы мхов, также взятые на “Колумбию” для использования в эксперименте по влиянию микрогравитации на рост растений. Во мхах отлично сохранились живые клетки, несмотря на разрушение защитной пленки внутри емкостей. Мхи исследуются в лаборатории Университета штата Огайо в Колумбусе (США).

Science, 2003, 300, 5621

Эта статья была подготовлена к набору, когда пришла скорбная весть о кончине 1 февраля 2004 г. ее автора – известного в России и за рубежом астронома Виталия Александровича Бронштэна, именем которого названа малая планета № 7002.

Виталий Александрович родился 9 октября 1918 г. в Москве, в семье журналиста. В 1932 г. еще школьником он вступил в члены Московского Общества любителей астрономии. В 1937 г. поступил на механико-математический факультет МГУ. С четвертого курса его направили на работу по разведке нефти в Башкирию в распоряжение Союзного геофизического треста. В 1942–43 гг. Виталий Александрович работал на Астрономической обсерватории им. Энгельгардта (под Казанью). С 1945 г. он – ассистент кафедры астрономии МГПИ им. Ленина, в 1945–52 гг. – старший преподаватель Московского заочного пединститута. В 1948–57 гг. – лектор, в 1957–64 гг. – научный консультант Московского планетария. В 1964–83 гг. – ученый секретарь Всесоюзного астрономо-геодезического общества. В 1985–86 гг. – заведующий группой Астросовета АН СССР. Многие годы Виталий Александрович был членом Комитета по метеоритам АН СССР.

Его научная работа началась в 1956 г. с изучения таяния полярной шапки Марса. В 1959 г. В.А. Бронштэн (совместно с Б.Ю. Левиным) построил схему структуры лучей солнечной короны по полученным им еще в 1936 г. фотографиям.

В последствии основные исследования В.А. Бронштэна относились к физике метеорных явлений. Он наблюдал мощные



поток Дракопиды в 1946 г. и Леониды в 1966 г. Впервые рассчитав в 1963 г. кинетику ионизации в ударной волне, образующейся перед крупным метеорным телом, он дал точные решения общей задачи потери массы и торможения метеорного тела при постоянных и переменных коэффициентах сопротивления и теплопередачи. Исследовав Тунгусское явление, пришел к выводу о существовании в Солнечной системе особого класса небесных тел – микрокомет. Одним из первых он оценил массу Тунгусского тела (1 млн. т), вычислил наклон его траектории (совместно с А.П. Бояркиной). Построил

количественную теорию аномального свечения неба после Тунгусского явления как результата вторичного рассеяния солнечных лучей частицами комы, сопровождавших комету. Он вычислил орбиты метеоритов “Стерлитамак”, “Куня-Ургенч” и впервые орбиту палласита (“Омолон”).

В.А. Бронштэн доказал возможность испускания яркими боидами собственного радионизлучения и объяснил этим явление электрофонных боидов. На протяжении многих лет, с 1938 г., он изучал серебристые облака, предложил объяснение широтного и сезонного эффекта их видимости, а также подтвержденную экспериментально гипотезу о том, что ядрами конденсации для замерзания ледяных кристалликов служат метеорные частицы.

После 1989 г. Виталий Александрович много занимался историей астрономии,

опубликовал около 10 научно-популярных книг (среди них – “Серебристые облака” и “Тунгусский метеорит”) и много статей. В.А. Бронштэн – один из основателей журнала “Астрономический вестник”. Он был активным организатором любительской астрономии в СССР, и этой теме посвящена его статья в первом номере только что учрежденного журнала “Земля и Вселенная” (1965 г.). Виталий Александрович многие годы был членом его редколлегии и постоянным автором. В нашем журнале опубликованы статьи В.А. Бронштэна по различным проблемам астрономии, астрофизики, геофизики. Тема статьи, публикуемой ниже, связана с его яркими юношескими воспоминаниями. Она посвящена событиям, волновавшим нашу страну 70 лет назад.

Челюскинская эпопея

(к 70-летию спасения челюскинцев)

13 февраля 1934 г. в Чукотском море затонул раздавленный льдами грузопассажирский пароход “Челюскин”. Пассажиры и команда высадились на лед. Началась знаменитая челюскинская эпопея, привлекавшая внимание всего мира. Мне тогда было 15 лет, но те удивительные события сохранились в памяти на всю жизнь.

РЕЙС ПАРОХОДА “ЧЕЛЮСКИН”

Очередная арктическая экспедиция имела своей целью проверить, возможно ли пройти вдоль берегов Сибири в Берингов пролив за одну навигацию кораблю, специально не приспособленному для плавания во льдах. Конечно, была и программа научных наблюдений в морях Северного Ледовитого океана.

В 1932 г. этим путем (и притом всего лишь за 64 дня) прошел ледокольный пароход “Сибиряков” под командой капитана В.И. Воронина. Руководителем экспедиции был Отто Юльевич Шмидт (Земля и Вселенная, 2002, № 2). К нему – выдающемуся человеку, ученому и организатору – полностью относятся известные слова А.С. Пушкина, сказанные о Петре Первом: “То академик, то герой, то мореплаватель, то плотник...” Общая протяженность его длительных арктических плаваний составила 40 000 км. В 1929 г. и 1930 г. О.Ю. Шмидт возглавлял экспедиции на “Г. Седове” к Земле Франца-Иосифа и Северной Земле, в 1932 г. – на “Сибирякове”, по Северному морскому пути. Рейс на “Челюскине” – его четвертое плавание в Арктике.

Этот поход через моря, омывающие берега Сибири, должен был открыть Северный морской путь как регулярно дей-



Начальник челяускинской экспедиции 1933–34 гг.
Отто Юльевич Шмидт.

ствующую магистраль. Пароход “Лена”, построенный по заказу советского правительства летом 1933 г. на верфях Копенгагена, переименовали в честь одного из первопроходцев Севера – штурмана Семена Челюскина, первым ступившего в 1742 г. на самый северный мыс Азии. Водоизмещение парохода – 7500 т, мощность – 2800 л.с.

О.Ю. Шмидт пригласил на должность капитана “Челюскина” опытного ледового капитана В.И. Воронина, испытанного в плавании на “Сибирякове”. Старшим помощником капитана стал С.В. Гудин, опытный моряк, архангелогородец, заместителями Шмидта по экспедиции – А.Н. Бобров, И.Л. Баевский и И.А. Копусов. В составе экспедиции – научные работники: метеорологи, гидрологи, гляциологи. В команду вошли кинооператоры-документалисты Михаил Шифрин и Борис Макасеев. Они запечатлели на кино-

пленку все этапы плавания “Челюскина”, включая его гибель.

ДО ЧУКОТКИ – ЗА ПОЛТОРА МЕСЯЦА

“Челюскин” покинул Ленинград 12 июля 1933 г. Он ненадолго зашел в Копенгаген для ремонта, после чего, обогнув Скандинавский полуостров, прибыл в Мурманск. Здесь на корабль погрузили запасы продовольствия, пресной воды, горючего и другие грузы – не только чтобы обеспечить его плавание к берегам Чукотки, но и для полярной станции на острове Врангеля, где нужно было сменить зимовщиков. Выйдя 10 августа из Мурманска, “Челюскин” пересек Баренцево море и 2 сентября, через пролив Маточкин Шар, отделяющий Северный остров Новой Земли от Южного, вошел в Карское море. Здесь он встретил штормовую погоду, получил первое повреждение (которое ликвидировали собственными силами). В этом же переполненном льдами море произошло пополнение пассажирского состава: жена зимовщика Васильева родила девочку. Новорожденную назвали Кариной – в честь Карского моря.

Обойдя мыс Челюскина через пролив Бориса Вилькицкого, “Челюскин” вошел в моря Лаптевых и Восточно-Сибирское, не встретив никаких препятствий. Ледовая обстановка была на редкость благоприятной. Удалось посетить остров Уединения, положение которого на карте было исправлено. На берег высадились научная группа во главе с О.Ю. Шмидтом. Был определен астрономический пункт, и проведено первое комплексное исследование острова. В начале сентября приблизились к островам Бельковского и Стрижева, лежащим западнее острова Котельный, нанесли их на карту, а потом завернули в пролив Санникова, разделяющий острова Котельный и Малый Ляховский. Этим проливом еще никогда не проходили большие корабли.

Впереди было Чукотское море, встретившее тяжелыми льдами и густыми устойчивыми туманами. 10 сентября судно ударило о лед левым бортом, возникла вмятина в обшивке корпуса, и появилась



небольшая течь. Через 10 дней корабль подошел к Колючинской губе, известной паковыми льдами. Они затерли судно, которое было вынуждено дрейфовать в течение двух недель. Лишь 5 октября "Челюскин" смог продолжить свой путь к острову Врангеля, где ему предстояло разгрузиться и высадить зимовщиков полярной станции. Но его опять окружили льды.

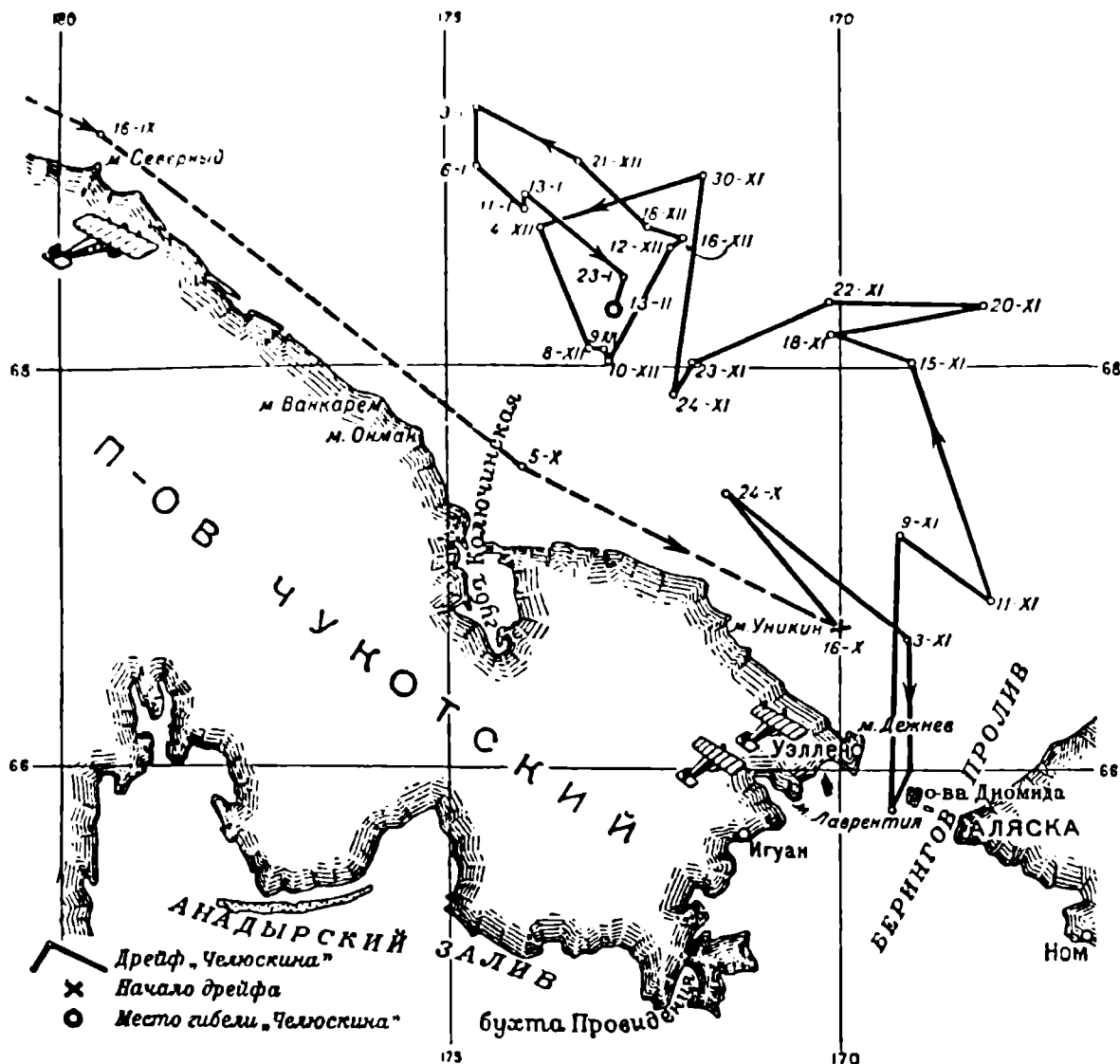
"Челюскину" мог бы оказать помощь самый мощный в то время ледокол "Красин", но он был на ремонте – сломался во льдах один из валов, в результате ледокол потерял треть своей мощности. Оставалась надежда на ледорез "Литке", который шел навстречу "Челюскину" со стороны Охотского моря. Сплошные льды преградили дорогу ледорезу, отличающемуся от ледокола тем, что лед он разрезает острым форштевнем, а не ломает давлением своей массы, как ледокол. Но и его льды не пустили к "Челюскину", "Литке" повернул назад – в бухту Проведения. "Челюскин" остался со льдами один на один, используя появившиеся

Пароход "Челюскин" во льдах Чукотского моря зимой 1933–34 гг.

иногда разводья, чтобы продвигаться вперед, но чаще льды вовлекали его в дрейф.

30 октября дрейф приблизил корабль к Берингову проливу, а через неделю он даже вошел в пролив, к которому стремился; видны были острова Диомиды, берег Чукотки и чистая вода до самой Аляски. Но льды держали "Челюскина" прочно, и в ноябре потащили его назад, в Чукотское море. На корабле готовились к зимовке: заготавливали лед для воды, экономили уголь, включая электрическое освещение только на два часа в сутки.

25 ноября произошло первое сильное сжатие льдов, угрожавшее раздавить корабль. Опасаясь такого развития событий, выгрузили на лед снаряжение, запас продовольствия, палатки. Но на этот раз обошлось. Дрейф продолжился, хотя сжатия повторялись теперь раз два в месяц. И вот, когда судно находи-



лось в дрейфе уже четыре месяца, произошла катастрофа.

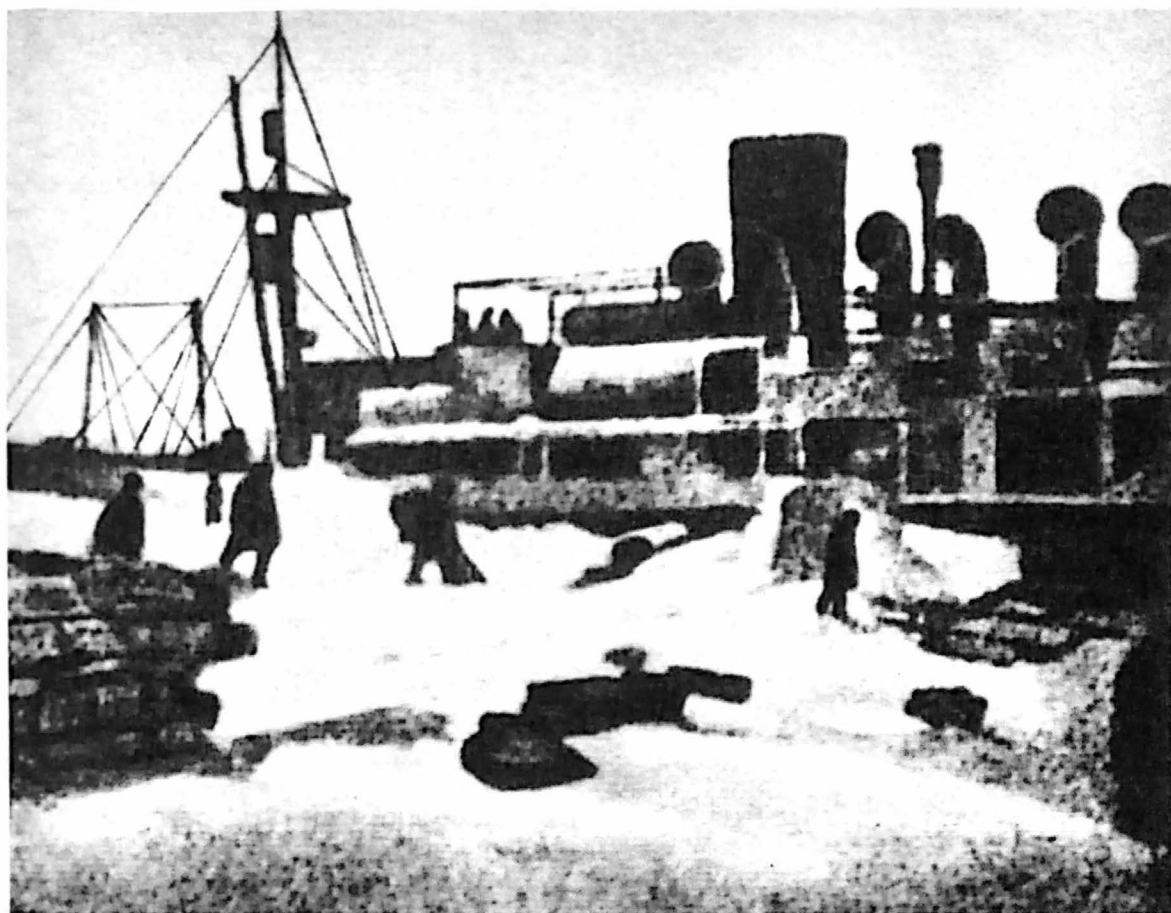
Дрейф парохода "Челюскин" в Чукотском море.

"ВСЕ НА ЛЕД!"

В 13 часов 13 февраля 1934 г. громадной силы удар обрушился на "Челюскин". Справа к нему приближалась гряда торосов, а по левому борту двигалось ледяное поле. Под его давлением лопнула обшивка корпуса. Образовалась пробоина длиной в 30 м и шириной до метра, через которую внутрь корабля хлынула вода. Новый напор льда в 15 ч 30 мин расширил пробоины и разорвал борт первого трюма. Судно стало замет-

но погружаться, и в 16 часов, с грохотом зарываясь носом, оно быстро исчезло подо льдом. Всего несколькими минутами раньше капитан Воронин отдал приказ: "Все на лед!"

Объявили аврал. Но не было никакой паники, каждый знал, что он должен делать. Группа людей во главе с летчиком М.С. Бабушкиным спустила на лед маленький самолет, предназначенный для ледовой разведки. Другая группа, во главе с радистом Э.Т. Кренкелем, перенесла на лед радиостанцию и установи-



*Выгрузка на лед с тонущего парохода "Челюскин".
13 февраля 1934 г.*

ла антенну, чтобы сообщить на Большую Землю о происшедшем и обратиться за помощью. Поставили палатку, которая защищала от ветра и снега женщин и детей. Большая часть экипажа занималась перетаскиванием аварийного запаса продовольствия, пресной воды, горючего, а также инструментов, приборов, документов, палаток, коек. По приказу Воронина были обрублены канаты, скреплявшие штабеля досок, приготовленных для постройки домика на острове Врангеля. Как и рассчитывал капитан, после погружения судна под воду эти доски всплыли, и челюскинцы построили из них барак.

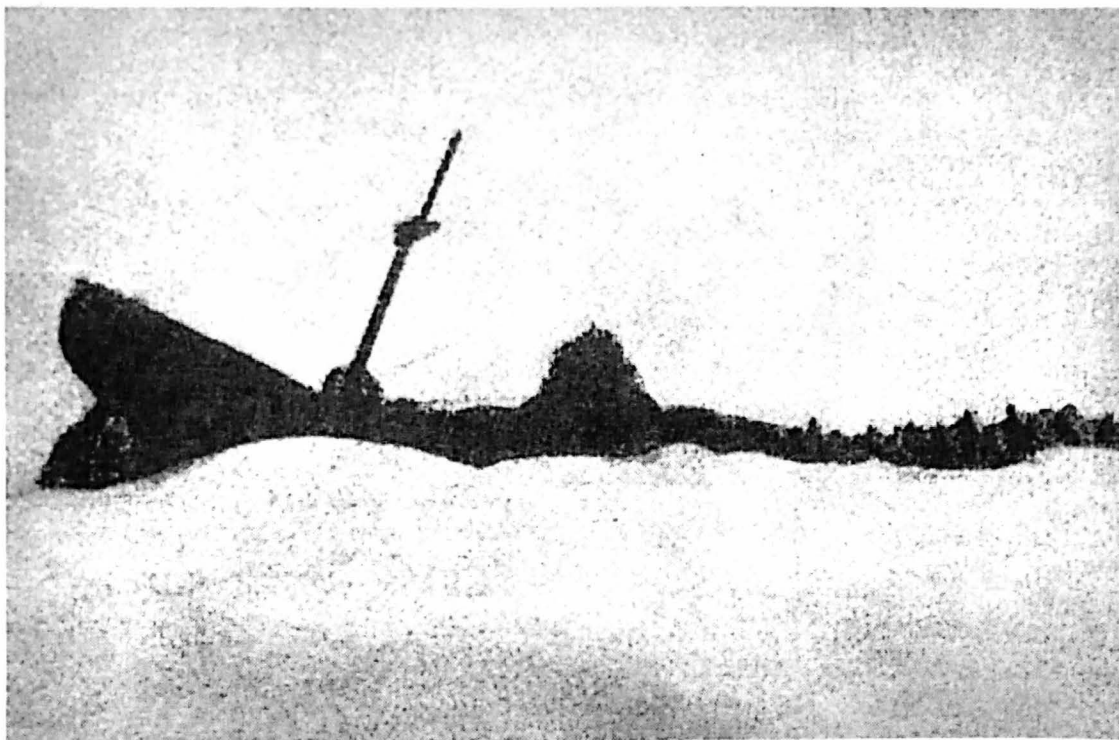
Последними корабль покинули начальник экспедиции Шмидт и капитан Воронин. Завхоз Борис Могилевич не ус-

пел спрыгнуть на лед, и катящаяся бочка сбила его; он упал в воду между тонущим кораблем и льдиной, спасти его было невозможно. Это – единственная жертва катастрофы. 104 челюскинца благополучно сошли на лед.

"ЛЕДОВЫЙ ЛАГЕРЬ ШМИДТА"

Первой заботой высадившихся челюскинцев было привести хозяйство в порядок. Откатили в сторону самолет Бабушкина, организовали работу радиостанции, передали на Большую Землю сообщение о катастрофе. Затем организовали питание. Из выловленных в воде, поглотившей корабль, досок соорудили барак...

На Большой Земле была создана правительственная комиссия во главе с В.В. Куйбышевым по оказанию помощи челюскинцам. К ближайшему населенному пункту, чукотскому поселку Ванка-



рем, и к аэропорту Уэллен подтягивались самолеты, к Чукотке приближались корабли "Сталинград", "Смоленск" и "Совет". Но путь даже для самолетов (два из них закупили в США) в то время был долг, так как они имели малый радиус действия и приходилось делать в пути несколько посадок.

О.Ю. Шмидт возражал тем, кто хотел идти на материк пешком по льду, доказывая, что этот поход обернется многими жертвами (8 человек все-таки ушли и потом жалели, что потеряли право называться "челюскинцами"). Для поддержания духа в лагере начали выпускать стенную газету "Не сдадимся!". Кроме статей в ней помещались зарисовки с натуры и веселые карикатуры художника Федора Решетникова. В центре внимания всего лагеря были разнообразные по тематике лекции Отто Юльевича Шмидта: "Об истории Южной Америки", "О скандинавской мифологии", "О теории психоанализа Фрейда", "О современной советской поэзии", "О современной науке и ученых"... Ряд лекций посвящен проблемам освоения советского Севера.

Погружение парохода "Челюскин" под лед Чукотского моря.

САМОЛЕТЫ СПАСАТЕЛЕЙ

5 марта 1934 г. на ледовый аэродром сел первый самолет из Ванкарема. Это был двухмоторный АНТ-4, ведомый летчиком А. Ляпидевским. Шмидт приказал отправить на нем женщин и детей: четырехлетнюю Аллу Буйко и шестимесячную Карину Васильеву.

Первые пассажиры со льдины были благополучно доставлены в порт Уэллен, где они стали дожидаться трех идущих к Чукотке пароходов, а также своих товарищей, которых Ляпидевский намеревался вывезти за девять рейсов. При взлете самолет потерпел аварию. К счастью, обошлось без жертв, но отремонтировать его на месте было невозможно.

Прошел почти месяц, а другие самолеты все не появлялись. Только 7 апреля прилетели сразу три самолета: В. Молокова, Н. Каманина и М. Слепнева. При посадке на ледовый аэродром у амери-

канского самолета "флайстер" Слепнева сломалось шасси, и взлететь в тот же день он не мог. Молоков и Каманин взяли на борт по пять челюскинцев. Летчики перевезли наибольшее число людей со льдины: Молоков – 38 человек, Каманин – 34. Оставшихся вывозили Слепнев, Водопьянов и Доронин. В те дни Отто Юльевич серьезно заболел. Он пытался скрывать свою болезнь, но с повышением температуры ему стало совсем плохо. Сообщили в Москву в Главсевморпуть – Г.А. Ушакову. Оттуда последовал строгий приказ: немедленно вывезти Шмидта. Но ни в Ванкареме, ни в Уэллене хороших условий для лечения не было, и советское правительство договорилось с правительством США, что лечить Шмидта будут в поселке Ном. 11 апреля его переправили в Ванкарем, оттуда в Уэллен и Ном. 5 мая он уже выписался из больницы. Дальнейший его маршрут на самолете М. Слепнева был таков: Сан-Франциско – Нью-Йорк – Париж – Москва. Шмидта сопровождал уполномоченный правительственной комиссии опытный полярник, организатор первого поселения на острове Врангеля Г.А. Ушаков, исходивший потом всю Северную Землю (Земля и Вселенная, 2002, № 6). Он переправил челюскинцев из Ванкарема в Уэллен (за 300 км) на собачьих упряжках. После отъезда О.Ю. Шмидта начальником ледового лагеря стал его первый заместитель А.Н. Бобров.

Последних шестерых 13 апреля вывезли М. Водопьянов, Н. Каманин и В. Молоков. Перед вылетом Эрнст Кренкель передал по радио: "Лагерь Шмидта перестал существовать".

В Уэллене челюскинцев ждали пароходы, чтобы доставить во Владивосток. А там уже был подготовлен специальный поезд, на котором челюскинцы и спасшие их летчики за 10 дней доехали до Москвы. Когда поезд прибыл в Москву, их посадили в открытые автомобили "линкольн" и через весь город повезли на Красную площадь. По пути народ забрасывал машины цветами. В Кремле состоялись торжественный прием и банкет. Это было 19 июня 1934 г.

Шести летчикам, спасшим челюскинцев, а также С. Леваневскому, перевезшему больного Шмидта в Ном, было присвоено только что учрежденное звание Герой Советского Союза.

СУДЬБЫ ЧЕЛЮСКИНЦЕВ...

В 1937 г. под руководством О.Ю. Шмидта основана первая дрейфующая станция "Северный полюс" во главе с И.Д. Папаниным. В ее состав вошли бывшие челюскинцы Э.Т. Кренкель и П.П. Ширшов. Им, а также начальнику экспедиции О.Ю. Шмидту и М.С. Бабушкину было присвоено звание Герой Советского Союза. В 1935 г. О.Ю. Шмидт избран академиком, в 1939 г. этой чести удостоен папанинец П.П. Ширшов.

Но в те же годы совсем по-иному сложилась судьба других челюскинцев. Два заместителя Шмидта – А.Н. Бобров и И.Л. Баевский – были репрессированы якобы за принадлежность к "контрреволюционной организации", которой на самом деле не было, и расстреляны 11 января 1938 г. Репрессирован и умер в заключении в 1940 г. крупный ученый-челюскинец, доктор географических наук П.К. Хмызников. Чудом избежал репрессий И.А. Копусов, третий заместитель Шмидта.

Прославленный ледовый капитан Владимир Иванович Воронин скоропостижно скончался в 1952 г. прямо на мостике ледокола "Иосиф Сталин". 62-летнего капитана сразил инфаркт. Менее чем через год, в феврале 1953 г., умер от рака на 48-м году жизни академик П.П. Ширшов, бывший в это время директором Института океанологии АН СССР. В годы войны (точнее, в 1942–48 гг.) он был наркомом, а потом министром морского флота СССР.

В 1956 г. скончался от туберкулеза легких Отто Юльевич Шмидт, работавший в 1944–54 гг. над созданием новой космогонической теории происхождения планет Солнечной системы (Земля и Вселенная, 1966, № 5; 2002, № 2).

Весной 1984 г. на Чукотке отмечали 50-летие челюскинской эпопеи. Среди почетных гостей присутствовала и Ка-



Памятник О.Ю. Шмидту, установленный на мысе Шмидта (бывший мыс Сердце-Камень), в Чукотском национальном округе.

рина Васильевна Васильева, которая шестимесячным ребенком провела три недели в ледовом лагере Шмидта. Она стала гидрогеологом, работала в Ленинграде.

А как сложились судьбы летчиков, спасших челюскинцев? В 1937 г. при возвращении из дальнего перелета США–СССР погиб (точнее, пропал без вести) С.А. Леваневский. Длительные попытки разыскать самолет и летчика результатов не дали. Спустя год погиб в авиакатастрофе М.С. Бабушкин. Другие летчики прожили долгую жизнь. М.В. Водопьянов, доставивший “папанинцев” на Северный полюс, во время Отечественной войны командовал авиадивизией, умер в 1980 г. Первым начальником отряда советских космонавтов стал Н.А. Каманин (1908–1982); под его руко-

водством готовились к полету, а затем летали в космос Ю. Гагарин и Г. Титов, А. Николаев и П. Попович, В. Быковский и В. Терешкова.

Челюскинская эпопея привлекла внимание широкой мировой общественности. Бернард Шоу восклицал: “Что вы за страна! Полярную трагедию вы превратили в национальное торжество!” Лидер английских либералов Дэвид Ллойд-Джордж заявил советскому послу И.М. Майскому: “Ни одно правительство не пошло бы на такие жертвы для спасения полярных исследователей! Вы одержали большую дипломатическую победу”. В газете “Правда” приводились слова Герберта Уэллса: “Во всем мире массы людей приветствуют ваши героические достижения на службе науке и человечеству”. Успешное завершение челюскинской эпопеи явилось не только яркой страницей в освоении Арктики, но и способствовало укреплению международного авторитета нашей страны.

Научные результаты экспедиции на “Челюскине” опубликованы в 1938 г. под редакцией О.Ю. Шмидта и Я.Я. Ганкеля (гидролога, участника плавания). С борта судна было произведено 1645 промеров глубин, изучались термика и химизм воды и льда, морские течения. Метеорологи О.Н. и Н.Р. Комовы без перерывов вели наблюдения за погодой. Гидробиолог П.П. Ширшов исследовал микроструктуру и флору ледовитых морей. Но главное, “Челюскин” незадолго до своей гибели все-таки вошел в Берингов пролив.

В.А. БРОНШТЭН

кандидат физико-математических наук

Трехмерная карта Вселенной

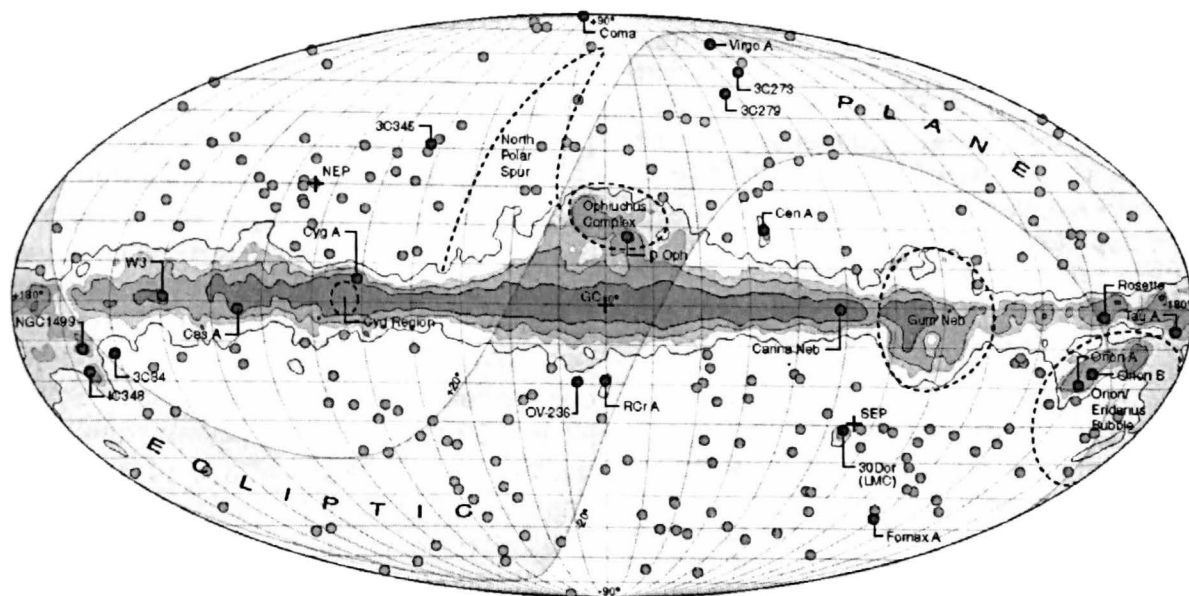
23 октября 2003 г. завершился важный этап составления самой большой и подробной "Карты Вселенной". Более 200 астрономов со всего мира участвуют в работе под названием Sloan Digital Sky Survey (SDSS – цифровой обзор неба Слоун). В основу новой карты положены не только двумерные карты, но и полученные с помощью научного спутника "WMAP" (Зем-

ля и Вселенная, 2003, № 2), а также другие данные.

На трехмерную карту неба нанесено 200 тыс. галактик, и самая далекая из них находится на расстоянии 2 млрд. св. лет от Земли. Карта пока покрывает только 6% неба. При ее составлении галактики сначала отыскивались на двумерных изображениях, а затем ученые определяли расстояние до них. Исследования пространственной структуры Вселенной подтверждают гипотезу о существовании в ней "темной энергии". По словам одного из руководителей программы, М. Тегмарка из Пенсильванского университета, полученная информация доказывает, что именно эта энергия ответственна за процесс разбегания галактик

друг от друга со все более увеличивающейся скоростью. Подтвердилась гипотеза о том, что доля видимого вещества во Вселенной, из которого состоят галактики, звезды и планеты, составляет всего около 5%. Остальные 95% приходится на загадочную "темную энергию и материю" – 73% и 22% соответственно (Земля и Вселенная, 2002, № 4). Карта представляет огромную ценность для астрономов, так как поможет ученым подробнее изучить процессы, происходившие в космическом пространстве на протяжении 13.7 млрд. лет.

По материалам интернет-сайта "Астронет"



Одна из проекций трехмерной "Карты Вселенной", составленной в соответствии с международным проектом SDSS. Два обзора неба наложены на одно изображение, галактики идентифицированы по координатам на плоскости, затем астрономы определили расстояния по их спектрам, чтобы создать трехмерную карту глубиной 2 млрд. св. лет. Каждая галактика показана точками, характеризующими яркость. На карту около плоскости экватора Земли нанесено только 66 976 галактик из 205 443 известных.

Программа “Скайлэб”

В 2003 г. исполнилось 30 лет со дня запуска “Skylab” (“Скайлэб” – небесная лаборатория) – первой и пока единственной американской пилотируемой орбитальной станции (Земля и Вселенная, 1973, №№ 5, 6; 1974, № 2). Читатели познакомятся с итогами программы, анализом трех длительных экспедиций и результатами научных исследований.

ИСТОРИЯ ПРОЕКТА

Еще в 1940–50-х гг. выдающийся конструктор ракетно-космической техники Вернер фон Браун (Земля и Вселенная, 2003, № 3) предложил создавать на околоземной орбите обитаемые лаборатории, а уже в начале 1960-х гг. – переделывать верхние ступени ракет-носителей в жилые блоки длительно функционирующих орбитальных станций (ОС). Став директором MSFC (Космический центр Маршалла в Хантсвилле, NASA) в 1962 г., он выдвинул проект использования ступеней S-II и S-IV РН “Saturn” (“Сатурн”) для создания военной и лунной орбитальных станций.

В марте 1966 г. по инициативе Вернера фон Брауна NASA представило пакет различных проектов “AAP” (Apollo Application Program – применение программы “Аполлон”) на основе разработок пилотируемого КК “Аполлон” (“Apollo”; Земля и Вселенная, 1989, № 5) в качестве геоцентрических и селеноцентрических ОС. В декабре того же года оформляется программа “OWS” (Orbital WorkShop –

орбитальная мастерская), по которой астронавты должны были обживать освободившийся от жидкого водорода бак второй ступени S-IVB РН “Сатурн-1Б” (“Saturn-1B”), поднявшей их на орбиту.

В 1967 г. MSFC представил другой проект “SWS” (Saturn WorkShop – орбитальный цех), в котором базовым блоком ОС предлагалась верхняя ступень S-IVB ракет-носителей “Сатурн-1Б” и “Сатурн-5” (“Saturn-V”). Она полностью оборудуется на Земле, оснащается внешним (АТМ – установка с телескопами и другими астрономическими приборами для исследований по программе практического применения КК “Аполлон”) и внутренними модулями (ЕРЕР – оборудование для исследования природных ресурсов и картографирования Земли) с комплексом научных приборов, а затем запускается на орбиту уже сверхтяжелой РН “Сатурн-5”. В 1968 г. началась разработка двух орбитальных станций проекта “SWS”. Но в 1969 г., после сокращения финансирования NASA, достройку второй ОС откладывают. Гибрид всех разработок станций (AAP – OWS – SWS) решением от 17 февраля 1970 г. свертывают в программу “Скайлэб” (“Skylab”). Единственную ОС “Skylab-I” посещают три экспедиции (“Skylab-II–IV”), доставляемые модифицированными кораблями “Аполлон”. Станция, рассчитанная на эксплуатацию в течение 8 месяцев, оценивается в 2.5 млрд. долларов.

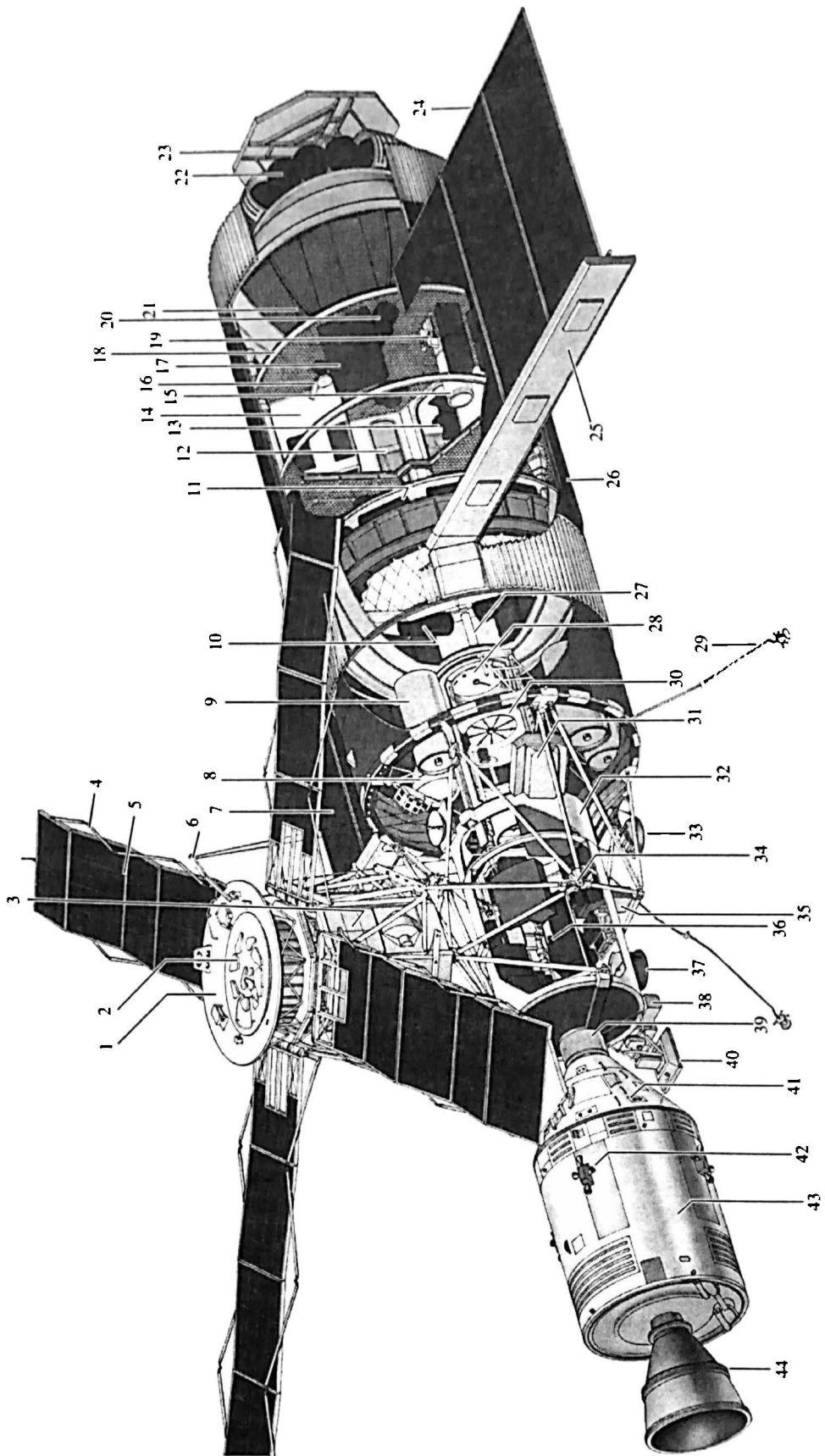
Станция "Скайлэб" содержала **пять элементов** – основной блок (ступень S-IVB), отсек служебного оборудования, шлюзовую камеру, причальную конструкцию и модуль с комплектом научных приборов. Общая длина станции (с космическим кораблем "Аполлон") – 36 м, максимальный диаметр – 6.6 м, объем ~ 330 м³, масса – 89.6 т. Длина ОС "Скайлэб" – 25.4 м, масса – 74.8 т. С внешней стороны к блоку крепились две панели солнечных батарей (размах 27 м, общая площадь 110 м² и мощность 3.8 кВт), теплозащитный экран, двигатели системы ориентации, баллоны со сжатым азотом, емкость для отходов, радиатор системы терморегулирования, а также противометеоритный экран. Внутри поддерживалась кислородно-азотная атмосфера при давлении 0.35 атм и температуре 21–32°С. Самый большой отсек, переоборудованная ракетная ступень под бытовые помещения и лабораторию, – **основной блок** длиной 14.6 м и диаметром 6.5 м, объемом 292 м³ и массой 35.4 т. Водородный бак ступени S-IVB был разделен решетчатой перегородкой на лабораторный и бытовой отсеки высотой 6 и 2 м. В лабораторном отсеке выполнялись тренировки и эксперименты (16.7 м²); бытовой предназначен для отдыха, приготовления и приема пищи (9.3 м²), личной гигиены (душ, умывальник, туалет; 2.8 м²) и сна (спальные каюты, 6.5 м²). На станции во время запуска находилось все необходимое для деятельности экипажей трех экспедиций: 907 кг продуктов и 2722 кг воды. **Отсек служебного оборудования** длиной 0.9 м, диаметром 6.6 м и массой 2 т предназначен для управления РН "Сатурн-5" при выведении станции на орбиту, а также в нем размещалась система стабилизации полета. **Шлюзовая камера** длиной 5.4 м, диаметром 3.0 м, объемом 17 м³ и массой 22.2 т обеспечила выход астронавтов в открытый космос. В ней свободно размещались два астронавта в скафандрах, а на внешней поверхности – большая часть запасов расходуемых материалов, оборудование систем энергоснабжения, жизнеобеспечения, связи, обработки и регистрации данных. К шлюзовой ка-

мере примыкала **причальная конструкция** длиной 5.3 м, диаметром 3.0 м, объемом 32 м³ и массой 6.3 т, в ней размещались научное оборудование, включая комплект EREP, система отображения и пульта управления астрономическими приборами АТМ. Она оснащалась двумя стыковочными узлами (основным осевым и аварийным боковым) для стыковок с КК "Аполлон". В случае необходимости к ней могли пристыковаться одновременно два корабля. Сбоку причальной конструкции на открытой металлической ферме крепился **блок АТМ** (длина 4.4 м, диаметр 3.3 м и общая масса 11.1 т) с научными приборами массой около 10 т, силовыми гироскопами системы ориентации и стабилизации станции, системой наведения на небесные объекты с точностью 2.5" и четырьмя панелями солнечных батарей размахом 29.4 м, общей площадью 110 м² и мощностью 3.7 кВт. На орбите блок отклоняется в рабочее положение на 90° к продольной оси ОС, открывая доступ к основному стыковочному узлу.

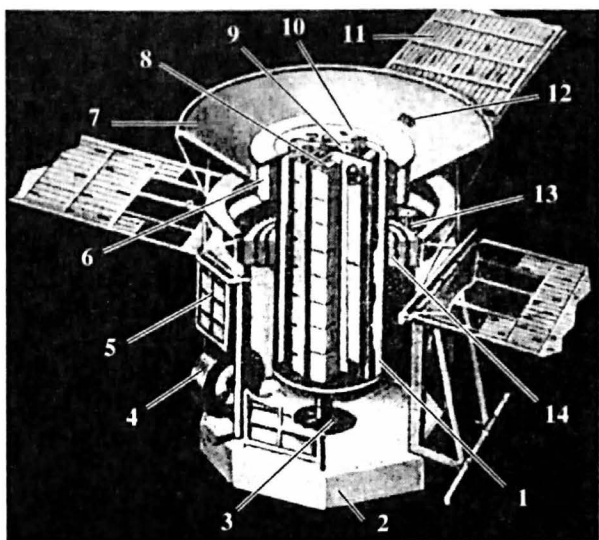
НАУЧНАЯ ПРОГРАММА И ОБОРУДОВАНИЕ

Научная программа включала **четыре направления**: астрономические наблюдения (Солнце и солнечно-земные связи, звезды, галактические источники, космические лучи и зодиальный свет), исследование природных ресурсов Земли, технологические эксперименты в условиях невесомости (получение сплавов, полупроводниковых кристаллов и сверхпроводников, плавка и пайка металлов, измерение свойств материалов, наблюдение физико-химических процессов), изучение влияния факторов длительного космического полета на работоспособность экипажа и биомедицинские эксперименты на животных, растениях, бактериях.

Комплект **астрономических приборов** блока АТМ включал 10 астрономических приборов для исследования Солнца в диапазоне от видимого до рентгеновского: два солнечных телескопа в линии Н-альфа, щелевой и бесщелевой ультрафиолетовые спектрографы, коронограф, рентгеновские телескоп и спектрограф,



Размещение научной аппаратуры и систем на астрофизическом комплексе АТМ: 1 – цилиндрический контейнер с астрономическими приборами, 2 – отсек электроники, 3 – люк для доступа к кассетам с фотопленкой, 4 – три силовых гироскопа системы ориентации и стабилизации, 5 – блоки электроники системы терморегулирования, 6 – радиатор, 7 – солнцезащитная бленда, 8 – комплект астрономических приборов, 9 – теплозащитный экран, 10 – иллюминаторы для приборов, 11 – четыре панели солнечных батарей, 12 – солнечный датчик, 13 – механизм поворота контейнера с приборами на $\pm 120^\circ$, 14 – механизм ориентации контейнера с приборами на шарнирном подвесе. Рисунок NASA.



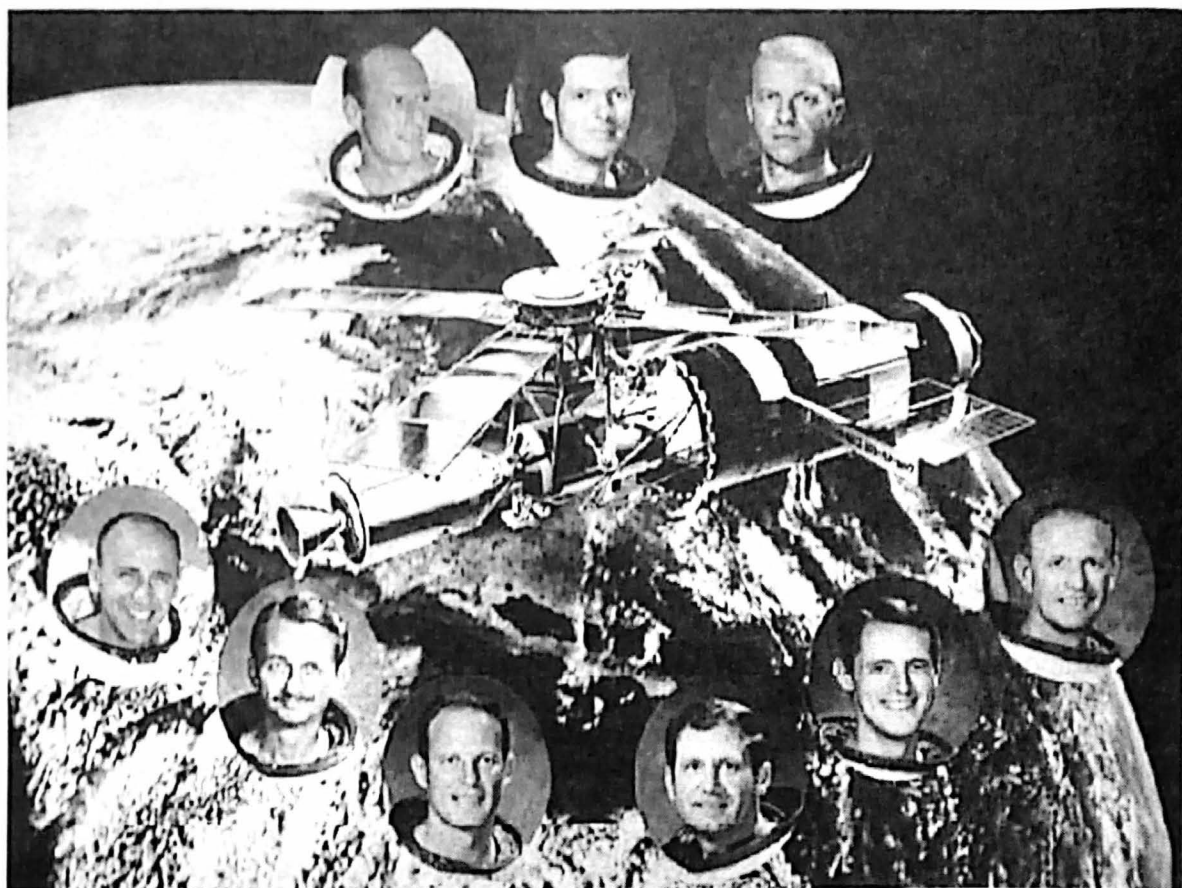
спектрогелиограф, блок пропорциональных счетчиков и анализатор космического излучения. В комплект EREP изучения природных ресурсов Земли входили: шесть кадровых телевизионных камер, многоспектральная сканирующая телекамера для фотографирования земной поверхности, радиометр, инфракрасный спектрометр и микроволновый зонд. Изучение проблем жизнедеятельности в космосе (солевой баланс, жидкость тела, костная ткань, кровь, живая клетка, иммунитет, вестибулярный аппарат, обмен веществ и сон) проводилось с помощью приборов измерения параметров тканей и жидкостей, анализатора крови, аппарата для создания отрицательного давления на нижнюю часть тела, устройства для снятия электрокардиограмм, велоэргометра, вращающегося кресла, измеряющей массу тела платформы и дру-

гой аппаратуры. Технологические эксперименты проводились на установке с вакуумной камерой, в которой плавил металлы, получали композитные материалы и сплавы, выращивали монокристаллы. Впервые астронавты испытали ранцевую установку и блок микродвигателей в ботинках скафандров для перемещения в открытом космосе. Выполнены также 19 экспериментов, подготовленные учащимися школ.

АВАРИЙНЫЙ ЗАПУСК СТАНЦИИ

На следующий день после вывода на околоземную орбиту ОС "Скайлэб" должен был стартовать экипаж первой экспедиции (28-суточный полет), по программе через каждые три месяца беспи-

Орбитальная станция "Скайлэб": 1 – солнцезащитный экран, 2 – датчики комплекта астрономических приборов АТМ, 3 – аккумуляторные батареи и зарядные устройства, 4 – система разворачивания панелей солнечных батарей АТМ, 5 – панели солнечных батарей АТМ, 6 – выносная антенна, 7 – панель солнечных батарей основного блока, 8 – бак с азотом, 9 – баки с кислородом, 10 – резервуары с водой, 11 – хранилища, 12 – помещение для личной гигиены, 13 – помещение для отдыха, приготовления и приема пищи, 14 – каюты для сна, 15 – душевая, 16 – вращающееся кресло, 17 – консоль с регулируемым положением, 18 – решетка пола бытового отсека, 19 – велоэргометр, 20 – установка для создания отрицательного давления на нижнюю часть тела, 21 – бак для отходов, 22 – шары-баллоны со сжатым азотом системы управления полетом, 23 – радиатор холодильной установки, 24 – левая панель солнечных батарей основного блока (оторвана при запуске), 25 – устройство для разворачивания панели солнечных батарей, 26 – противометеоритный экран (оторван при запуске), 27 – система вентиляции, 28 – люк-лаз между основным блоком и отсеком оборудования, 29 – антенна связи, 30 – люк-лаз между причальной конструкцией и отсеком оборудования, 31 – аккумуляторы, 32 – причальная конструкция, 33 – микроволновый радиометр (радиолокатор), 34 – ферма комплекта АТМ, 35 – многоспектральное сканирующее устройство, 36 – оборудование причальной конструкции, 37 – боковой стыковочный узел, 38 – инфракрасный спектрометр, 39 – осевой стыковочный узел, 40 – антенна радиометра, 41 – командный отсек экипажа КК "Аполлон", 42 – блок вспомогательных двигателей, 43 – служебный модуль КК "Аполлон", 44 – маршевый двигатель корабля. Рисунок NASA.



лотного полета станции запускаются вторая и третья экспедиции продолжительностью по 56 сут. Основные задачи экипажей: первого – возможность длительного функционирования астронавта в космосе; второго – исследование Солнца; третьего – изучение кометы Когутека.

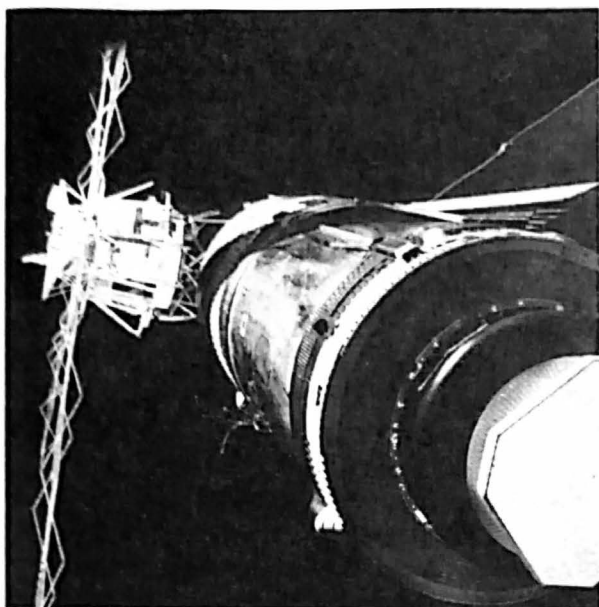
Ракета-носитель "Сатурн-5" с полностью оборудованной станцией (фаза "Skylab-1") стартовала 14 мая 1973 г. Отделение второй ступени, поворот в рабочее положение блока АТМ и раскрытие панелей солнечных батарей прошли нормально. "Скайлэб" вышла на орбиту высотой 434 × 437 км, наклонением 50° и периодом обращения 93.2 мин. Панели на основном блоке ОС не раскрылись, через час на станции стала нарастать температура, достигнув +38°C внутри помещений и +80°C на внешней поверхности. Что же случилось?

С внешней стороны станция окружена противометеоритным экраном-щитом толщиной 0.6 мм, на старте он прижат к

Экипажи ОС "Скайлэб". Вверху первая экспедиция: Ч. Конрад, Д. Кервин и П. Вейц; внизу слева вторая экспедиция: А. Бин, О. Гэрриот и Д. Лусма; внизу справа третья экспедиция: У. Поуг, Э. Гибсон и Д. Карр. В центре – рисунок станции. Коллаж NASA.

корпусу. На 63-й с, на участке максимального воздушного напора, экран начал аварийно отделяться от корпуса вместе с левой (№ 2) панелью солнечной батареи. На 593-й с остатки экрана и батареи № 2 сорвало окончательно. Потеряв защитный кожух, станция начала перегреваться, и без энергопитания становилась практически неработоспособной.

Запуск экипажа отложили, станцию сориентировали, чтобы она как можно меньше перегревалась, а солнечные батареи АТМ вырабатывали энергию для кондиционеров, понижающих температуру. В ЦУПе царил уныние: на корпусе станции нет поручней и астронавты не



Основной блок станции со стороны радиатора холодильной установки. Слева – модуль АТМ с комплектом астрономических приборов и раскрытыми панелями солнечных батарей. Ниже – куски кабеля на месте оторванной при запуске левой панели солнечной батареи, а с другой стороны – правая панель, прижатая к корпусу, так как не раскрылась. Снимок сделан 25 мая 1973 г. из кабины КК “Аполлон” при облете станции. Фото NASA.

смогут добраться до места поломки. К 15 мая оперативная переориентация ОС привела к первому успеху: температура внутри станции снизилась с +55 до +37°C. А 16 мая родилась идея использовать для установки нового экрана один из научных шлюзов. Конструкция защитного экрана напоминала зонтик, который астронавты выдвинут в космос и раскроют, создав теневой участок 6 × 6,7 м.

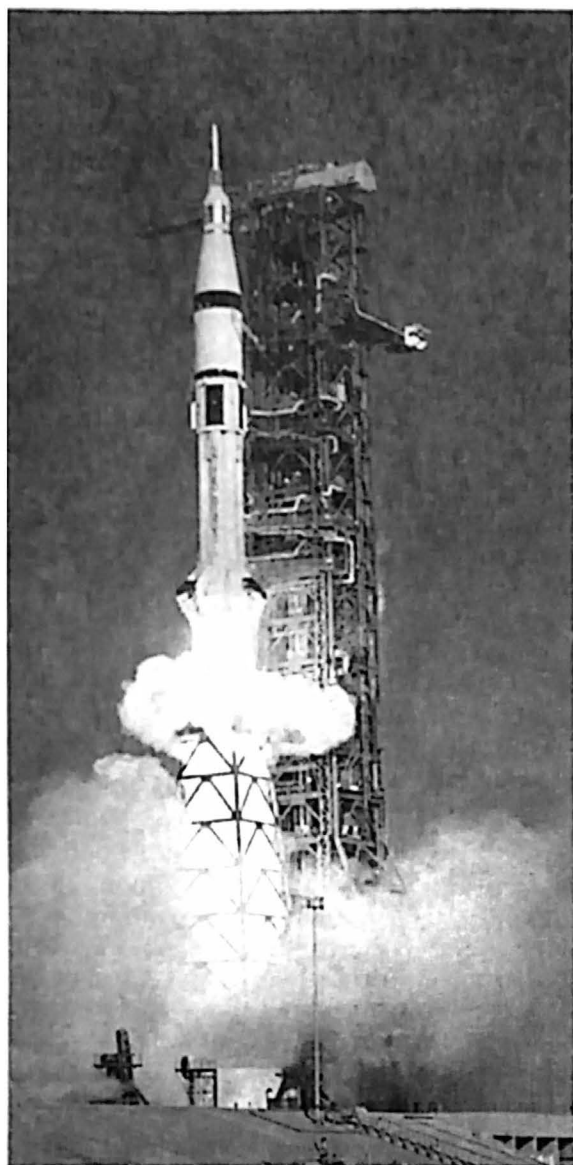
“SKYLAB-2”: КОСМИЧЕСКАЯ СКОРАЯ

25 мая 1973 г. на КК “Аполлон” стартовал первый экипаж (фаза “Skylab-2”): командир Чарльз Конрад (четвертый полет, КК “Аполлон-12”, третий человек, ступивший на Луну), пилот корабля Поль Вейц и астронавт-врач Джо Кервин (летели в космос впервые).

Ч. Конрад подвел корабль “Аполлон” к станции и “завис” в 2–3 м от панели солнечной батареи № 1. В течение 37 мин П. Вейц, высунувшись из люка кабины (командного модуля КК), пытался сорвать шестом с крюком на конце обрывок экрана, заклинивший панель, но все попытки оказались неудачными. Оставив это, экипаж пошел на стыковку. К сожалению, девять попыток состыковаться со станцией окончились безрезультатно. Астронавты перекоммутировали схему замков

стыковочного узла, и десятая попытка удалась.

26 мая экипаж вошел в ОС, температура внутри была около +55°C, но в невесомости она казалась не более +35°. Ч. Конрад и П. Вейц вывели “зонтик” в космос через научный шлюз и температура стала понижаться на 0,5° в час. Директор программы У. Шнайдер объявил, что станция спасена. 27–31 мая экипаж приступил к ее расконсервации – это 20 тыс. предметов, упакованных в 100 шкафах ОС. Шесть диспетчеров и компьютер ЦУП занимались быстрым определением, где что лежит. Условия работы экипажа нормализовались, но без решения проблем энергетики исключалось полноценное использование научного оборудования. В ходе первого выхода в открытый космос **7 июня** (длительность 3 ч 58 мин) Ч. Конрад и Д. Кервин из труб-штанг собрали шест длиной 7,6 м и зацепили его. По импровизированному поручню Ч. Конрад приблизился к оставшейся правой панели солнечных батарей и перерезал ножницами полосу алюминия с болтом, которая не давала ей раскрыться. Балка освободилась, и панель заняла проектное положение. Станция родилась заново! Период с 8 по 18 июня полностью был посвящен наблюдениям Солнца и природных ресурсов Земли. Во время второго выхода, **19 июня** (2 ч 11 мин), Ч. Конрад и П. Вейц перезарядили кассеты с фотопленкой АТМ, очистили диск солнечного коронографа и исправили регулятор аккумуляторной батареи. 20–21 июня проводилась консервация оборудования ОС, результаты исследований перенесли в корабль. **22 июня**, пробыв в космосе 28 сут 00 ч 50 мин, первая экспедиция покинула “Небесную лабораторию” и возвратилась на Землю. Экипаж привез более



Старт 25 мая 1973 г. ракеты-носителя "Сатурн-1Б" с КК "Аполлон" и первой экспедицией. Космодром Канаверал. Фото NASA.

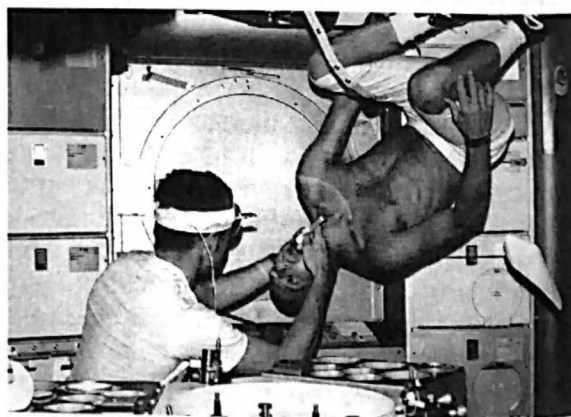
вие невесомости на человека мы не понимаем. Уменьшение объема сердца на 3% частично объясняется потерей жидкости, но если потери относятся к сердечной мышце, то это необратимые явления. Не ясны процессы уменьшения красных кровяных телец и объема жидкой плазмы на 14%".

28 июля 1973 г. с космодрома Канаверал стартовал экипаж второй экспедиции: командир Алан Бин (в миссии "Аполлона-12" стал четвертым землянином, ступившим на Луну), пилот корабля Джек Лусма и астронавт-ученый Оуэн Гэрриот (летели в космос впервые). В момент разделения со второй ступенью РН астронавты обнаружили рой блестящих частиц, окружающих "Аполлон". Клапан окислителя одного из ЖРД ориентации заклинило, пришлось выключить неисправный двигатель. Как теперь маневрировать? Положение спас О. Гэрриот, рассчитав в уме расстояние и изменения скорости. Через 2 ч экипаж вошел в ОС, включил освещение и кондиционеры, все шло прекрасно. Но утром 29 июля А. Бин сообщил, что члены экипажа испытывают сильное головокружение. Процесс адаптации завершился лишь 1 августа. А 2 августа экипаж увидел хлопья "снега" в иллюминаторе – теперь они имели только два блока ЖРД для маневра. ЦУП должен

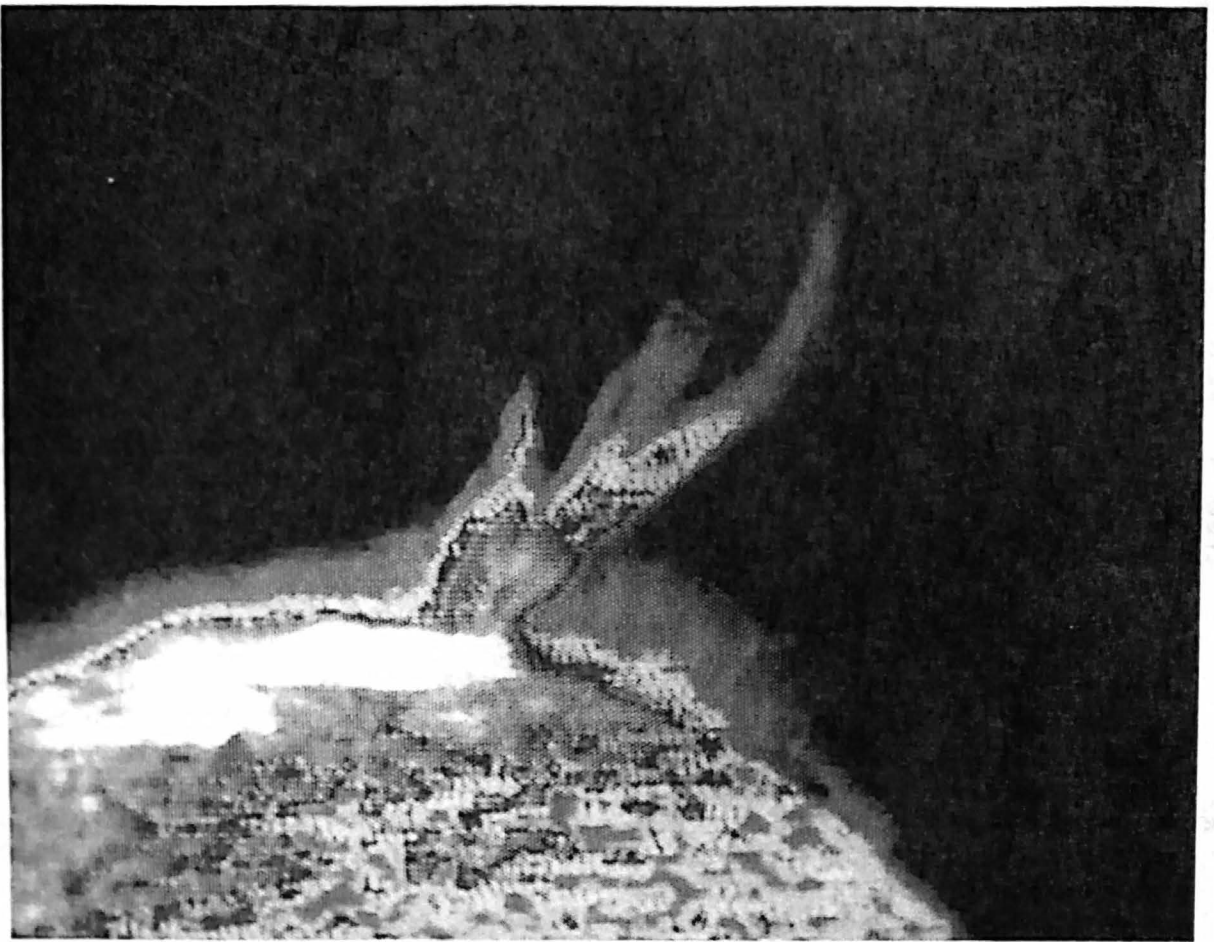
30 тыс. астрономических снимков и 8900 снимков поверхности планеты, а также 13.7 км ленты с записями результатов работы приборов комплекта EREP.

"SKYLAB-3": ПРЫЖОК В НЕИЗВЕСТНОСТЬ

Комментируя фазу "Skylab-3", главврач NASA доктор Ч. Берри отметил: "Удвоение срока космического полета до 59 сут чрезвычайно важно: воздейст-



Астронавт-врач Д. Кервин обследует Ч. Конрада во время полета. Июнь 1973 г. Фото NASA.



Один из мощных протуберанцев на Солнце сфотографирован спектрометром комплекта АТМ во время второй экспедиции. Август 1973 г. Фото NASA.

принять решение, оставлять их на ОС или нет, потому что, если выйдет из строя еще один блок, они не смогут вернуться. Директор MSFC Крис Крафт сообщил, что опасность взрыва исключена, и экипажу разрешили продолжить полет.

6 августа (2 ч 41 мин), в ходе первого выхода, О. Гэрриот и Д. Лусма установили новый экран-полог в 30 см над полотнищем "зонты", через двое суток температура на ОС снизилась с +27 до +21°C. 7–8 августа вместе с экипажем ОС ряд районов земной поверхности фотографировались с борта 5 самолетов. NASA заявило, что для сбора информации, добываемой станцией за 30 мин аэрофото-

съемки, требуется 170 летных часов, а наземным наблюдателям – десятки лет, но их результаты полностью устареют. 9–12 августа астронавты наблюдали через коронограф мощный выброс газов на западной стороне Солнца. На ОС проводились биологические эксперименты на мышах и на пауках. 13 августа в лабораторном отсеке начали серию испытаний ранцевого, ручного и ножного устройств автономного перемещения в космосе, использующих газореактивные сопла на сжатом азоте. Эксперименты предназначались для исследования возможностей астронавтов по эксплуатации оборудования в космосе: сборку крупногабаритных телескопов, станций и кораблей.

14–17 августа экипаж увеличил продолжительность работы АТМ до 7 ч в сутки, 18–23 августа Солнце наблюдали уже по 9.5 ч в сутки. Обнаружен большой выброс газов в виде пузыря ($\frac{3}{4}$ диска Солнца). С помощью аэрофотосъемки в долине Наска обнаружены правильные полосы длиной 1.5 км и шириной 60 м.



Астронавт О. Гэрриот во время второго выхода в открытый космос меняет кассеты с фотопленкой в комплекте астрономических приборов АТМ. 24 августа 1973 г. Фото NASA.

Во время второго выхода, **24 августа** (4 ч 30 мин), Д. Лусма и О. Гэрриот подключили резервные гироскопы, заменили кассеты с фотопленкой в комплекте АТМ, сняли крышки с двух приборов. 25–31 августа выполнены наблюдения Солнца, звездных скоплений Млечного Пути, провели технологический эксперимент: два кристалла расплавили в электрической печи и дали им затвердеть. Зарегистрировали на Солнце пятно поперечником около 30 тыс. км. 1 сентября изучали вулканы и ледники в горах Боливии.

2–9 сентября О. Гэрриоту удалось зарегистрировать две самые мощные вспышки звезды, Д. Лусма провел эксперимент, получив сплавы (золото-германий; олово-свинец-сурьма; олово-свинец-индий) с необходимыми свойствами, создание которых невозможно на Земле: происходит разделение фаз.

10–16 сентября выполняли работы, планируемые для третьей смены, а также на Солнце засняли огромный протуберанец. 17–19 сентября В. Бранд и Ч. Конрад смоделировали на тренажере вход отсека экипажа корабля “Аполлон” в атмосферу с использованием двух из четырех блоков ЖРД управления. В. Бранд обсудил с А. Бином новые процедуры пилотирования. 20–21 сентября изучали мощный источник рентге-

новского излучения в созвездии Скорпиона (X-1).

В третий выход, **22 сентября** (2 ч 45 мин), А. Бин и О. Гэрриот заменили шесть кассет комплекта АТМ, очистили объектив астрономического прибора, забрали ловушки для микрометеоритных частиц. 23–24 сентября загружали корабль результатами исследований. **25 сентября** после **59 сут 11 ч 09 мин** пребывания на ОС экипаж совершил посадку. Некоторые итоги второй экспедиции: сделано 77.6 тыс. астрономических снимков и 14.4 тыс. снимков поверхности Земли с помощью комплекта EREP, на ленте 28.4 км записаны результаты работы приборов и технологических установок.

ТРЕТЬЯ ЭКСПЕДИЦИЯ – ЗАПАС ПРОЧНОСТИ

Планы третьей экспедиции:

1. Медицинские исследования в предыдущих полетах позволили нащупать “площадку биологической стабилизации” организма астронавта (на 39–40-е сутки прекращается уменьшение веса костей, мышечной ткани, количества красных кровяных телец), исследовать которую предстояло во время 84-суточного полета “Skylab-4”. Восстановление состава крови у астронавтов второго экипажа началось через неделю после возвращения.

2. В биологической программе используются саженцы и семена, икринки и тысяча яиц шелкопряда для изучения способов стерилизации, очень сложной в земных условиях.

3. Наблюдения с помощью приборов АТМ привели к полному пересмотру взглядов на солнечную атмосферу. По мнению руководителя исследованиями Солнца NASA доктора Г. Эртеля, “качественный скачок, достигнутый программой “Skylab”, сравним с астрономическими открытиями Г. Галилея”. Поэтому третьей экспеди-

Станция "Скайлэб" после восстановления и ремонта. Над корпусом основного блока поверх первого раскрыт второй теплозащитный экран в виде зонтика, укрепленного первым экипажем. Справа – открывшаяся панель солнечной батареи. Снимок сделан 25 сентября 1973 г. из кабины корабля "Аполлон" при возвращении второй экспедиции. Фото NASA.



ции дают большую гибкость, свободу идентификации и исследования небесных явлений.

4. Особое внимание уделить исследованиям кометы Когоутека (открыта гамбургским астрономом Л. Когоутеком), которая в 1973–74 гг. предполагалась самым ярким объектом неба после Луны.

5. С помощью приборов EREP за 50 сеансов разведки Земли предполагается получить около 114 тыс. снимков.

6. В технологических экспериментах дается упор на получение кристаллов с идеальной структурой, которые открывают перспективы для создания материалов с необычными свойствами за счет устранения кристаллических дефектов структуры, повышающих прочность в тысячу раз. Исследования сплавов никеля, свинца-цинка-сурьмы, золота-германия, свинца-олова-индия, которые невозможно получить на Земле, помогут создать новые виды сверхпроводящих материалов.

При подготовке к запуску третьей экспедиции возникли проблемы. 23 октября 1973 г. во время заправки первой ступени РН "Saturn-1B" шел дождь, и предохраняющая пленка залепила дренажные клапаны баков горючего. Образовавшееся разрежение деформировало верхние части баков ракеты, было решено выправить баки избыточным давлением гелия. 5 ноября обнаружили трещины в лопастях аэродинамического стабилизатора первой ступени носителя, 7–8 ноября лопасти заменили.

16 ноября 1973 г. третья экспедиция наконец стартовала. Весь экипаж летел впервые: командир Джералд Карр, пилот Уильям Поуг и ученый-физик Эдвард Гибсон (автор книги "Спокойное Солнце").

Только с третьей попытки состыковались со станцией. На разгрузку и подготовку оборудования отводилось 2,5 сут, но экипаж чувствовал себя плохо, оправились от "морской болезни" к 18–19 ноября. 20–21 ноября готовились к первому выходу, для уменьшения массы экипаж скафандры не брал, использовали имеющиеся на борту станции.

Во время первого выхода, **22 ноября** (6 ч 33 мин), У. Поуг и Э. Гибсон прошли полкорпуса ОС по окружности и оказались в положении "вниз головой" по отношению к люку. Здесь нет поручней, поэтому держались за трубопроводы отвода конденсата СЖО станции. Э. Гибсон установил на корпусе небольшую платформу (узел) с креплениями для ног, зафиксировал себя, а У. Поуг взобрался к нему на плечи и ремонтировал антенну радиовысотомера EREP. Вернувшись в ОС, получили поздравления от семей с Днем Благодарения и приступили к праздничному ужину с индейкой.

23 ноября отказал силовой гироскоп № 1. Три силовых гироскопа массой по 110 кг, расположенные в корпусе АТМ, непрерывно делают около 9000 об/мин, осуществляя ориентацию СО на Солнце. Вся система избежала серьезной поломки благодаря резервному подшипнику. ОС может функционировать без гироскопа, но для оперативных переориентаций необходимо использовать газодинамическую систему управления. 25–26 ноября не удалось начать ни одного эксперимента. Объем подготовительных работ оказался неожиданно большим, экипажу



Демонстрация эффекта невесомости. Д. Карр "держит" на кончике пальца У. Поуг в лабораторном отсеке основного блока станции. Декабрь 1973 г. Фото NASA.

пришлось отремонтировать более 30 систем и устройств.

27–28 ноября на высоте 560 км искусственно создали ионизованное облако протяженностью в несколько тысяч километров. Чтобы сфотографировать его, станцию развернули на 66°, и при возвращении к штатной ориентации гироскопы №№ 2 и 3 встали на упоры. ЦУП нашел решение проблемы. Но 29–30 ноября в корабле были слышны шумы неизвестного происхождения, сопровождаемые вибрацией всего "Аполлона". Аномальная работа гироскопа № 2 1–7 декабря стала причиной нового заявления ЦУП: "...в случае его отказа экипажу придется возвращаться на Землю".

8–10 декабря комета Когоутека пересекла орбиту Венеры. Четко выделялись два хвоста: один из ярко светящегося газа, а второй – из пыли. Экипаж наблюдал частичное затмение Луны. 11–13 декабря следили за поясом атомарного кислорода вокруг Земли, пуль-

саром в Крабовидной туманности и тремя созвездиями.

16–20 декабря на Солнце обнаружены четыре мощные вспышки и самый большой с 1947 г. протуберанец. 21–22 декабря наблюдали вспышечные явления в центральной части солнечного диска. 23 декабря в телеметрии возникли сбои. 24 декабряastronautы искали спрятанные рождественские подарки. Команда ЦУП пожелала астронавтам, чтобы Санта Клаус принес им на Рождество трех красавиц, два исправных силовых гироскопа и 12 тыс. галлонов азота для системы управления ориентацией станцией.

В ходе второго выхода, **25 декабря** (7 ч 01 мин), Д. Карр и У. Поуг установили на ферме АТМ две камеры для фотографирования кометы: цвет хвоста раньше был серебристо-голубым, теперь появились красные и желтые оттенки. После съемок Д. Карр ремонтировал привод телескопа, подсвечивая фонариком и зеркалом. Внезапно пошел "снег" – яркие кристаллы, образовавшиеся вследствие утечки из СЖО одного скафандра. 26–28 декабря съемки кометы продолжались даже во время отдыха экипажа, АТМ работал по командам с Земли. Состоялась беседа с астрономом Л. Когоутеком, приглашенным в ЦУП.

29 декабря (3 ч 28 мин), в третьем выходе, Д. Карр и Э. Гибсон установили на корпусе ОС две фотокамеры для съемок Солнца и кометы. У кометы обнаружен широкий массивный хвост желто-оранжевого цвета. 30 декабря – 6 января 1974 г. после перигелия у кометы появились четко различимая "пика", направленная к Солнцу, несколько образований, напоминающих перья голубоватого цвета. 7 января начали подготовку к периоду повышенного нагрева (15–18 января). ОС будет на орбите, не заходящей в тень Земли, температура корпуса упадет до -150°C .

8 января был проведен эксперимент по оценке вкусовых ощущений. При длительном влиянии невесомости они при-тупляются, большинство астронавтов жаловались, что пища пресная, и обильно сдабривали ее специями. 9 января сеанс с приборами EREP посвятили поиску районов геотермальной активности. Специалисты США считают, что эксплуатация таких источников могла бы покрыть до 20% потребностей в энергии страны. 10–15 января наблюдали Солнце по 5.5 ч. Проросли семена риса, в невесомости ростки направлены в сторону, противоположную свету. Из-за жары у астронавтов ухудшился сон.

К 16 января медико-биологические эксперименты приобрели особую важность в связи с рекордным пребыванием экипажа на орбите. 17–18 января внутри ОС +27.2°C. ЦУП рекомендовал спать в более прохладных помещениях ОС и отказаться от душа, чтобы уменьшить влажность в отсеках. 19–24 января температура начала понижаться, станция уже заходила в тень Земли. Сбои гироскопа № 2 участились. ЦУП заявил, что наладить их уже невозможно, поэтому спасательному вертолетоносцу "Новый Орлеан" дано указание выйти в район приводнения корабля. 25–31 января провели самые длительные сеансы EREP, длина просмотренных полос – 15, 20 и 43 тыс. км. 1–2 февраля проверяли систему корабля "Аполлон".

3 февраля (5 ч 19 мин) состоялся четвертый выход. Д. Карр и Э. Гибсон извлекли кассеты из комплекта АТМ, фотографировали Солнце и частицы искусственного происхождения вокруг станции. 4–7 февраля Д. Карр изучал воспламеняемость материалов. Размещали в спускаемом аппарате "Аполлон" возвращаемые материалы массой 782 кг. С помощью маршевого ЖРД скорректировали орбиту станции, увеличив высоту и прогнозируемый срок существования на 1–2 года.

8 февраля провели заключительный осмотр ОС, а затем задраили люк. За 45 мин до входа в атмосферу автоматика запустила программу автоматической переориентации, но ЖРД не сработали. Еще несколько минут и корабль

войдет в атмосферу с нерасчетной ориентацией и сгорит... Выручили хладнокровие командира и инструкция, подготовленная на случай аварийной ситуации. Д. Карр мгновенно среагировал, и повторный запуск программы занял 10 мин, двигатели включились, и кабина корабля успешно приводнилась в Атлантическом океане. Проведя в космосе 84 сут 01 ч 16 мин, они были даже в лучшей форме, чем предыдущие экипажи. Но адаптироваться к земным условиям удалось не сразу. Экипаж третьей экспедиции привез около 75 тыс. фотографий астрономических приборов АТМ и 17 тыс. снимков поверхности планеты, а также 30 км ленты с записями результатов работы приборов комплекта EREP.

НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Рассчитанная на 140 сут полета ОС "Скайлэб" пилотировалась 171 сут 13 ч. Это больше, чем все предыдущие американские пилотируемые полеты вместе взятые (около 147 сут). Предполагалось, что она останется на орбите до 1980 г. Повышение солнечной активности в 1978–79 гг. вызвало расширение земной атмосферы, ОС вошла в плотные слои атмосферы 11 июля 1979 г. и прекратила существование. Несгоревшие обломки упали в Индийский океан.

Вклад программы "Скайлэб" в физику Солнца и астрономию трудно переоценить. Вместо запланированных 565 ч наблюдений Солнца проведено 755 ч, анализ и интерпретация огромного объема полученных данных заняли десятилетия.

В спектре кометы Когоутека обнаружили молекулы метилцианида (ацетонитрила) и цианида водорода (сигнатуру молекулы воды), ранее их нашли в скоплениях межзвездной материи. Это свидетельствует, что комета образовалась дальше от Солнечной системы, чем считалось.

В области разведки земных ресурсов большая часть информации ОС уже нашла практическое применение. Астронавты подтвердили открытие доктора Р. Стивенсона из Института океанографии, обнаружившего турбулентные хо-

лодные потоки в центре теплового тропического течения. Это изменит взгляды на проблему теплового баланса океана, поможет более точно прогнозировать погоду и объяснит поведение тропических штормов.

Вместо запланированных около 700 ч на медицинские эксперименты было потрачено 822 ч. Биологические параметры второго и третьего экипажей стабилизировались на 7–14 сут полета. Ведущий медицинский специалист NASA доктор

Ч. Берри сказал: "Полет человека на Марс в настоящее время вполне реален, космическая медицина в принципе готова к этому мероприятию – организм человека приспособляется к невесомости".

Директор программы "Скайлэб" У. Шнайдер заявил: "Мы показали, что человек не ограничен в своих действиях в космосе. Единственным ограничением являются не наши технические знания и возможности, а наша решимость".

А.Е. МАРКОВ

Информация

Спутники, созданные студентами

27 сентября 2003 г. с космодрома Плесецк ракетой-носителем "Космос-3М" на околоземную орбиту запущено шесть микроспутников, в их числе "Bil-sat-2" (Турция), "BNSCSat-1" (Великобритания) и "Nigeria-Sat-1" (Нигерия), массой по 80 кг, сконструированных британской частной компанией SSTL (Surrey Satellite Technology Ltd. – суррейская фирма спутниковой технологии; Земля и Вселенная, 2003, № 2). Вместе с аналогичным алжирским ИСЗ "Alsat-1" (запущен 28 ноября 2002 г.) они образуют систему DMC (Disaster Monitoring Constellation – созвездие спутников, осуществляющих мониторинг природных бедствий), предназначенную для ежесуточного информирования учреждений, занимающихся прогнозированием природных стихий – ураганов, наводнений, селей, извержений вулканов и т.д. Система DMC обошлась всего в 85 млн. долларов. Несмотря на низкую стоимость и малый вес, эти космические аппараты оснащены всеми необходимыми служебными системами и комплектом научной аппаратуры. Напри-

мер, многоспектральные фотокамеры для картографической съемки обладают разрешением до 32 м, не хуже, чем у крупных американских спутников изучения природных ресурсов Земли "Landsat". Особо ценно в DMC то, что микроспутники работают круглосуточно в единой системе, проводя съемку земной поверхности полосами шириной около 600 км. Исследования с помощью одного из спутников потребовали бы нескольких недель, тогда как DMC того же результата достигает за одни сутки.

Фирма SSTL занимается бизнесом в области изготовления микроспутников с 1981 г. В начале своей деятельности она представляла собой лишь горстку молодых научных сотрудников, преподавателей и студентов Суррейского университета в Гилдфорде (юго-западнее Лондона), увлекающихся радиолоубительством. Тогда они создали первый микроспутник "UoSat-1" стоимостью около 400 тыс. долларов (!) на основе базовой конструкции массой 50 кг, и NASA бесплатно осуществила его запуск в качестве попутной нагрузки. Затем компания перешла к созданию КА массой от нескольких ("SNAP-1" массой 8,3 кг запущен 28 июня 2000 г.; Земля и Вселенная, 2002, № 1) до сотен килограммов ("UoSat-12" массой 325 кг запущен 21 апреля 1999 г.; Земля и Вселенная, 2000, № 6) на экспорт для разви-

вающих стран, не имеющих возможности разработать и запустить спутник самостоятельно. Первым покупателем серийных студенческих спутников стала Южная Корея, обладающая уже тремя спутниками (первый, "Kitsat-1", запущен в 1992 г.).

К настоящему времени SSTL также создала военные микроспутники для Франции и ВВС США, заключила контракты с Чили, Португалией и Китаем, ведутся переговоры с Таиландом и Вьетнамом. Сейчас студенты работают над созданием миниатюрных высокочувствительных инфракрасных датчиков, способных обнаруживать пожары через 15 мин после возгорания. Одна из немецких коммерческих компаний обсуждает вопрос о разработке приборов, наблюдающих за развитием посевов и урожайностью сельскохозяйственных культур. Астрономический факультет Лондонского колледжа им. Уэстфилда сотрудничает с молодежной фирмой в создании серии из 30 микроспутников для изучения магнитосферы и ионосферы. В планах SSTL – сконструировать спутник "PalmSat" размером 10 см и массой 3 кг с целью дистанционного наблюдения на орбите за работой других космических аппаратов.

Science, 2003, 301, 5641

Фундаментальный предел скорости гравитации и его измерение

С. М. КОПЕЙКИН,

доктор физико-математических наук,
профессор

Университет Миссури-Колумбия, США

ЭДВАРД ФОМАЛОНТ,

доктор физико-математических наук

Национальная Астрономическая Обсерватория,
Шарлотсвилл, США

Согласно современной физической картине мира, наша Вселенная устроена достаточно просто и может быть описана с помощью всего лишь нескольких фундаментальных констант. Фундаментальная константа – это численная характеристика фундаментального закона природы. Она определяет физические свойства того явления, которое входит в рассматриваемый закон. Скорость света, постоянная Планка и гравитационная постоянная – вот главные фундаментальные физические константы теоретической физики, из которых могут быть построены планковские единицы массы (10^{-5} г), длины (10^{-33} см) и време-

ни (10^{-43} с). Свет – это проявление одного из двух наиболее доступных восприятию человека классических фундаментальных полей – электромагнитного. Второе классическое поле – гравитационное – также легко обнаруживается всякий раз, когда мы наблюдаем падение какого-либо предмета на Землю. Фундаментальная константа скорости света связана с распространением электромагнитного поля. Оказывается, и гравитационное поле может распространяться, предельная скорость его распространения называется скоростью гравитации. Гравитация, вообще говоря, физически никак не связана с электромагнитным

полем. Поэтому скорость гравитации могла бы быть в принципе отличной от скорости света. В теории Ньютона она равна бесконечности, и гравитационное поле распространяется мгновенно от источника, как бы далеко мы от него ни находились. С другой стороны, теория относительности Эйнштейна постулирует, что скорость гравитации должна быть равна скорости света. Так ли это на самом деле? На данный вопрос мы и попытаемся ответить.

СКОРОСТЬ СВЕТА

В настоящее время мы хорошо знаем, что свет имеет электромагнитную природу. Это предсказание

было сделано величайшим физиком XIX в., создателем теории электромагнитного поля **Джеймсом Клерком Максвеллом** (1831–1879). Согласно его теории, видимый свет представляет собой плоскую электромагнитную волну, распространяющуюся в пустом пространстве (вакууме) с постоянной скоростью около 300 000 км/с. Постоянство этой скорости и ее независимость от движения источника света и наблюдателя были проверены в множестве экспериментов как в лаборатории, так и при наблюдении различных астрономических объектов. Скорость света огромна, и неудивительно, что долгое время она считалась бесконечной.

Первым, кто зародил сомнение в бесконечности скорости света, был **Галилео Галилей** (1564–1642) – знаменитый итальянский физик, живший на два столетия раньше Максвелла. Галилей предложил опыт для измерения скорости света: результат оказался отрицательным, так как точность измерительных инструментов, доступных Галилею (главным образом, часов), была совершенно недостаточной, чтобы измерять промежутки времени, за которые свет проходит расстояние между двумя точками на поверхности Земли. Результат эксперимента Галилея убедил подавляющее большинство физиков в неоспоримости того факта, что скорость света бесконечна.

Тем не менее гипотеза Галилея находила и сто-

ронников, которых не смутил отрицательный результат его опыта. Одним из таких исследователей был **Олаф Ремер** (1644–1710) – датский астроном, живший и работавший в Париже. Он систематически наблюдал один из галилеевых спутников Юпитера – Ио – и обнаружил, что его движение не подчиняется в полной мере *закону всемирного тяготения Ньютона*. Отклонения носили периодический характер с периодом в один год. Ремер, безоговорочно доверяя теории Ньютона, выдвинул гипотезу, что наблюдаемое возмущение в движении Ио обусловлено конечной скоростью света, используемого для его наблюдений. Солнечный свет, отражаемый Ио, требует больше времени, чтобы достичь Земли, когда она движется по своей орбите от Юпитера, и меньше, когда ее движение происходит в сторону планеты-гиганта. Ремер получил скорость света, равную 210 000 км/с. Однако его результат не был поддержан ведущими французскими физиками того времени – **Дж. Кассини** (1625–1712) и **Р. Декартом** (1596–1650). Лишь много позднее, в 1725 г., **Джеймс Брайдлей** (1693–1762) использовал наблюдения эффекта абберации света и безоговорочно доказал, что свет распространяется с конечной скоростью.

В начале XX столетия **Альберт Эйнштейн** (1879–1955) создал *специальную теорию относительности*. Ее главный постулат гласит, что скорость света в вакууме постоян-

на, не зависит от выбора системы координат и движения наблюдателя. Этот постулат подтвержден результатами многочисленных экспериментов и в настоящее время не вызывает сомнений. Эйнштейн предположил также, что скорость света является предельной скоростью движения физических тел и распространения любых физических взаимодействий.

СКОРОСТЬ ГРАВИТАЦИИ

Возвращаясь к гравитационному полю, мы вправе задать вопрос о предельной скорости его распространения. Соответствует ли она постулату специальной теории относительности?

Представим себе, что Солнце внезапно исчезло из центра нашей Солнечной системы. Через какое время Земля почувствует его исчезновение? Для света вопрос решен, так как досконально известно, что свет распространяется с конечной скоростью и поэтому оптически исчезновение Солнца станет заметно только через 8 мин 20 с – ровно столько свету надо, чтобы преодолеть расстояние в одну астрономическую единицу, отделяющую нас от Солнца.

Общая теория относительности (ОТО) Эйнштейна предсказывает точно такое же время и для исчезновения гравитационного притяжения Солнца на орбите Земли. В этом случае Земля продолжит движение по своей орбите в течение еще 8 мин

20 с, а затем начнет двигаться по прямой линии, так как притяжения Солнца не будет. В отличие от теории относительности ньютоновская теория дает диаметрально противоположный результат: с исчезновением Солнца Земля мгновенно почувствует его отсутствие. Но как доказать, что права теория относительности? Можем ли мы уже сейчас экспериментально надежно установить скорость распространения гравитационного взаимодействия?

Известно, что основные положения теории относительности были проверены большим количеством высокоточных измерений как внутри Солнечной системы, так и за ее пределами. Основные релятивистские эксперименты внутри Солнечной системы включают измерение аномального смещения перигелия Меркурия, отклонения лучей света и запаздывания радиоволн вследствие влияния гравитационного поля Солнца. В настоящее время точность этих экспериментов достигла рекордной величины – одной десятитысячной от величины измеряемого эффекта. Однако Солнце расположено недалеко от центра масс всей Солнечной системы, и изменения гравитационного поля, вызываемые небольшими долговременными колебаниями положения Солнца относительно этой точки, пренебрежимо малы. Поэтому релятивистские эффекты, порождаемые нестационарностью гравитационного поля Солнца, невозможно изме-

рить. Скорость распространения гравитационного взаимодействия (скорость гравитации) можно измерять только в том случае, если гравитационное поле является переменным и эта переменность достаточно быстрая, чтобы возникли гравитационные релятивистские эффекты, доступные для современной измерительной техники, применяемой в астрономии. При этом возможны два метода, один из которых основан на детектировании гравитационных волн и измерении скорости их распространения, а второй – на измерении деформации структуры силовых линий поля, также называемом абберацией гравитации (по аналогии с абберацией света).

ДВОЙНЫЕ ПУЛЬСАРЫ И ГРАВИТАЦИОННЫЕ ВОЛНЫ

Быстропеременные гравитационные поля создаются, например, двойными пульсарами, состоящими из тесной пары: нейтронная звезда – нейтронная звезда или нейтронная звезда – черная дыра. Один из подобных объектов, PSR B1913+16, был открыт в 1974 г. американскими астрофизиками **Расселом Халсом** и **Джозефом Тэйлором**. Несколько лет непрерывных наблюдений показали, что орбитальный период этой системы непрерывно уменьшается. Ученые предположили, что такой эффект – следствие потери орбитальной энергии, уносимой гравитационными волнами, излучаемыми данным космиче-

ским объектом. Сравнение теоретических расчетов с экспериментальными результатами подтвердило первоначальное предположение и послужило косвенным указанием на существование гравитационных волн в полном соответствии с ОТО Эйнштейна. Излучение гравитационных волн порождает силу, тормозящую орбитальное движение пульсара и его компаньона (предположительно, нейтронной звезды), – **силу реакции гравитационного излучения**. Ее существование в общей теории относительности было теоретически доказано в работах **Т. Дамура** (Франция), **Г. Шэфера** (Германия), **Л.П. Грищука** и **С.М. Копейкина** (Россия) и подтверждено экспериментально **Дж. Тэйлором** и его сотрудниками.

Но можно ли использовать наблюдения PSR B1913+16 для измерения скорости гравитационных волн? Вероятно, да, но это требует включения дополнительного параметра скорости гравитации в теоретические расчеты переменной силы реакции гравитационного излучения. Такие расчеты, из-за их невероятной сложности, никогда не проводились, и мы не знаем точного вида формул, которые следовало бы использовать для определения скорости гравитации по наблюдениям двойного пульсара. Единственное четкое утверждение, которое можно сделать, заключается в том, что наблюдения двойного пульсара не противоречат предположению, что ско-

рость гравитации равна скорости света. Именно этот постулат и был использован Дж. Тейлором в его экспериментальной работе.

Развитие новых измерительных методов в радиоастрономии, в первую очередь радиointерферометрии со сверхдлинной базой, стимулировало наши исследования в области релятивистской астрономии и небесной механики, и мы попытались подойти к вопросу об измерении скорости гравитации путем изучения абберационных свойств гравитационного поля, используя наши новейшие теоретические разработки в области распространения электромагнитных сигналов через переменные гравитационные поля.

ЭФФЕКТ ГРАВИТАЦИОННОЙ ЛИНЗЫ

Электромагнитные сигналы распространяются в пространстве-времени по наикратчайшему пути, который называется *геодезической линией*. В отсутствии гравитационного поля пространство-время – плоское, а геодезические линии – прямые. Однако гравитационное поле изменяет структуру пространства-времени и искривляет его. Вследствие этого геодезические линии, по которым движется свет, тоже искривляются. Если источник гравитационного поля – массивное тело, то лучи света, распространяющиеся в поле данного тела, изгибаются в его сторону. Этот эффект, известный

под названием **гравитационной линзы**, был предсказан Эйнштейном в 1915 г. Ньютоновская теория тоже предсказывает аналогичный эффект, но величина отклонения лучей света в ньютоновской теории гравитации в 2 раза меньше, чем в ОТО. Так происходит потому, что ньютоновская теория не учитывает кривизны трехмерного пространства, создаваемого полем гравитационной линзы, то есть того тела, которое отклоняет лучи света. Прецизионное измерение световых геодезических линий позволяет полностью определить структуру гравитационного поля и его характеристики, включая предельную скорость гравитации. Значимый вклад в развитие теории гравитационных линз (Земля и Вселенная, 1993, № 2) был сделан российскими физиками-теоретиками **М.В. Сажиным** (ГАИШ МГУ) и **А.Ф. Захаровым** (ИТЭФ).

Предсказание Эйнштейна экспериментально проверил в 1919 г. английский астроном **А. Эддингтон** (1882–1944), который организовал специальную экспедицию для измерения эффекта отклонения лучей света в гравитационном поле Солнца. Положительный результат эксперимента Эддингтона дал начало триумфальному шествию общей теории относительности Эйнштейна по всему миру. Однако не следует забывать, что отклонение лучей света гравитационным полем Эйнштейн рассчитал для случая статического гравита-

ционного поля, которое является очень хорошей аппроксимацией применительно к Солнечной системе. Действительно, Солнце, как уже говорилось, практически покоится в ее центре масс, и все релятивистские поправки, вызываемые его движением, пренебрежимо малы. Как сильно изменится эффект отклонения лучей света, если гравитационная линза движется? Приведет ли движение линзы к появлению принципиально новых физических эффектов?

ИДЕЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Общая теория относительности позволяет рассчитать гравитационное поле движущейся гравитационной линзы двумя различными методами. Первый метод заключается в решении *статических* уравнений Эйнштейна в неподвижной системе координат, по отношению к которой линза покоится, с последующим применением *преобразования Лоренца* для перехода от статического решения к движущейся системе координат. Второй метод заключается в применении *нестационарных* уравнений Эйнштейна для нахождения гравитационного поля линзы непосредственно в движущейся системе координат. В первом случае уравнения Эйнштейна не содержат производных по времени от гравитационных потенциалов (они равны нулю в силу статичности поля), а во втором – содержат. В каждую производную по времени в теории относитель-

ности входит фундаментальная константа, численно равная скорости света. Однако, раз мы имеем дело с уравнениями гравитационного поля (которые не связаны со светом), данная константа должна быть физически интерпретирована как скорость распространения гравитационного поля (скорость гравитации). Решая уравнения Эйнштейна в равномерно движущейся системе координат, мы получаем запаздывающее гравитационное поле, где запаздывание определяется величиной скорости гравитации (но не света, так как уравнения Эйнштейна относятся только к гравитационному полю!). Интересно, что свободные гравитационные волны при этом отсутствуют, а скорость гравитации появляется в этом решении в качестве константы, определяющей величину производных по времени от гравитационного поля. Эти производные могут быть переписаны как функции запаздывающего времени, зависящего от скорости гравитации. Запаздывающее время определяет характеристики уравнений Эйнштейна, то есть те изотропные направления в пространстве, вдоль которых распространялись бы гравитационные волны, если бы они реально присутствовали. Лоренцевское преобразование характеристик уравнений Эйнштейна от неподвижной к движущейся системе координат получила название аберрации гравитации по аналогии с аберрацией света, которое есть

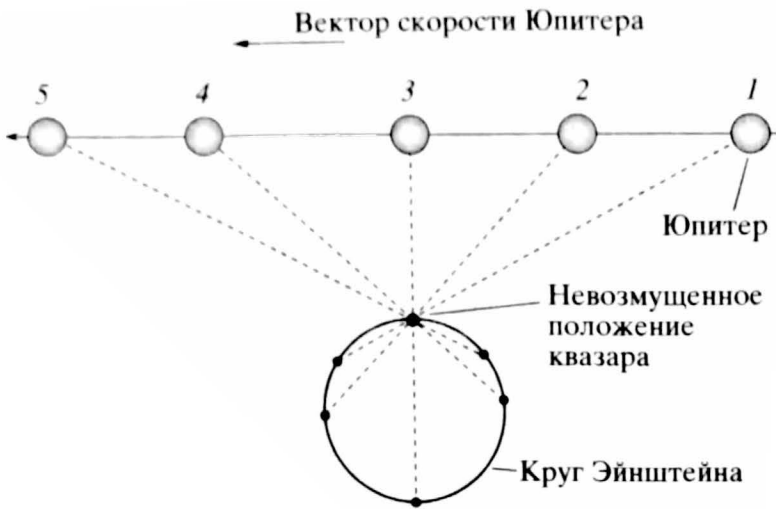
следствие лоренцевского преобразования уравнений Максвелла.

Предположим, что мы решили уравнения Эйнштейна для гравитационной линзы в неподвижной системе координат и, применив преобразование Лоренца, перешли к движущейся. Если бы скорость гравитации в уравнениях Эйнштейна, определяющая величину запаздывания гравитационного поля, не совпадала по величине с предельной скоростью преобразований Лоренца, то поле движущейся гравитационной линзы, полученное путем преобразования Лоренца, отличалось бы от поля, полученного путем решения уравнений Эйнштейна непосредственно в движущейся системе координат. Величина рассогласования двух полей определяется разностью между скоростью гравитации и света. Для измерения этого возможного рассогласования между двумя скоростями необходимо исследовать поведение световых геодезических, используемых как реперные линии, по отношению к которым измеряется аберрация характеристик гравитационного поля. При этом максимальная величина рассогласования определяется в общей теории относительности амплитудой первых производных по времени от гравитационных потенциалов.

Суть нашего эксперимента заключалась в измерении запаздывания (аберрации) гравитационного поля, посредством

наблюдения релятивистского отклонения радиоволн, идущих от квазара, Юпитером, который рассматривался как движущаяся гравитационная линза.

Влияние производных по времени на отклонение лучей света проявляется в том, что Юпитер отклоняет лучи света своим гравитационным полем не мгновенно, а с запаздыванием, обусловленным конечностью скорости распространения гравитационного поля от Юпитера до световой частицы (фотона). Такое запаздывание обусловлено волновой природой уравнений Эйнштейна и полностью совместимо с преобразованием Лоренца для них. Это преобразование — другой математический способ, подтверждающий конечность скорости распространения гравитационных полей (численно равной скорости света, согласно ОТО). Измеряя величину производных по времени в уравнениях световых геодезических, мы устанавливаем предел на величину скорости гравитации по отношению к скорости света и подтверждаем, что уравнения Эйнштейна должны сохранять свою форму (инвариантность) при применении преобразования Лоренца. Юпитер, проходя на небесной сфере “вблизи” квазара, отклоняет лучи света, идущие от него, смещая видимое положение данного космического радиоисточника в другую точку неба. Такое смещение в первом (статическом) приближении предсказано

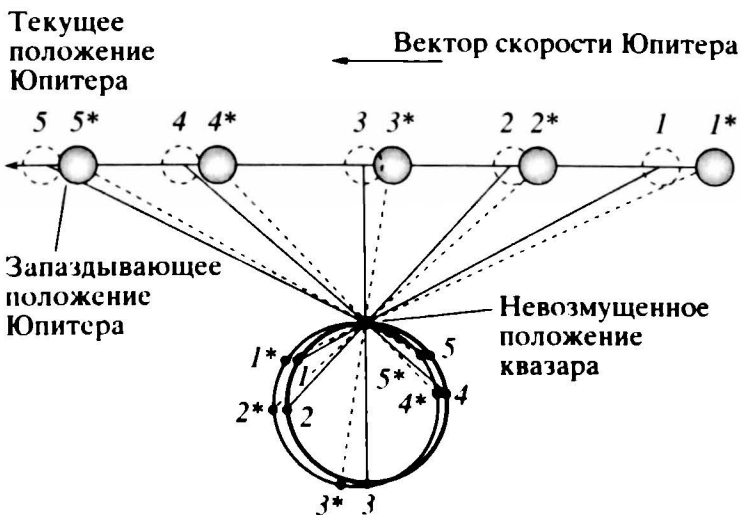


Смещение видимого положения квазара по кругу небольшого углового диаметра (кругу Эйнштейна), вследствие гравитационного отклонения лучей света, идущих от квазара, движущимся Юпитером. Предельная скорость гравитации полагается равной бесконечности.

возмущенного гравитационным полем Юпитера. Величина этого смещения обратно пропорциональна квадрату углового расстояния между Юпитером и квазаром, умноженному на отношение орбитальной скорости Юпитера к скорости гравитации. Таким образом, измерение величины смещения круга Эйнштейна гравитационным полем движущегося Юпитера позволяет определить скорость гравитации, так как остальные наблюдаемые параметры хорошо известны. Особо подчеркнем, что никаких свободных гравитационных волн, излучаемых

Эйнштейном. Оно обратно пропорционально угловому расстоянию между Юпитером и квазаром и не зависит от скорости гравитации. По мере движения Юпитера по орбите видимое положение квазара на небе смещается по кругу очень небольшого углового размера. Назовем его *кругом Эйнштейна*. Уравнения Эйнштейна в совокупности с уравнениями световых геодезических показывают, что Юпитер отклоняет лучи света с запаздыванием, учитываю-

щим тот факт, что гравитационное влияние на луч света не может происходить мгновенно, а требует времени, за которое гравитационное поле проходит расстояние от источника поля до световой частицы – фотона. Это запаздывание приводит к изменению картины смещения видимого положения квазара на небе. Геометрически это соответствует малому вращению и смещению круга Эйнштейна относительно астрометрического положения квазара, не-

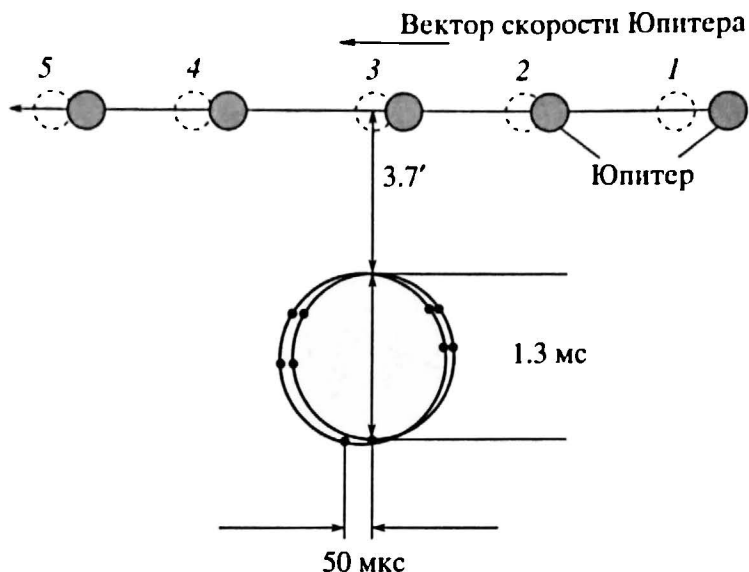


Малое смещение и вращение круга Эйнштейна относительно невозмущенного положения квазара вследствие абберации гравитационного поля движущегося Юпитера. Каждая точка смещенного круга получена из точки на круге Эйнштейна путем трансляции на малое расстояние в картинной плоскости неба. Величина трансляции состоит из двух слагаемых, одна из которых направлена в сторону движения Юпитера, а другая по линии, соединяющей Юпитер и невозмущенное положение квазара. Это явление также может быть интерпретировано как "увлечение" лучей света гравитационным полем Юпитера. Предельная скорость гравитации полагается равной скорости света.

Величина измеряемого эффекта деформации круга Эйнштейна, обусловленная конечностью величины скорости гравитации. Эта величина, предсказанная ОТО, составляла 50 мкс.

Юпитером, мы не детектировали: они существуют, но их эффект слишком мал и не мог быть измерен, о чем мы непосредственно и объявили на пресс-конференции, данной нами в Сиэтле в январе 2003 г. К сожалению, некоторые физики, как, например, **Клиффорд Вилл** (Университет Вашингтона, г. Сент-Луис), не присутствовавшие на пресс-конференции, неправильно интерпретировали результаты эксперимента, полагая, что мы говорим об эффекте, производимом гравитационными волнами. Это привело к публикации нескольких (концептуально неправильных) работ, которые были направлены на то, чтобы доказать нашу "неправоту", и совершенно запутали многих физиков всего мира. В течение прошедшего года происходило постепенное прояснение данного недоразумения, которое, вне всякого сомнения, принесло большую пользу для существенного углубления и понимания теории эксперимента.

Наш эксперимент по измерению скорости гравитации проведен 8 сентября 2002 г. Минимальное угловое расстояние между Юпитером и квазаром было 3.7', максимальное отклонение лучей света (диа-



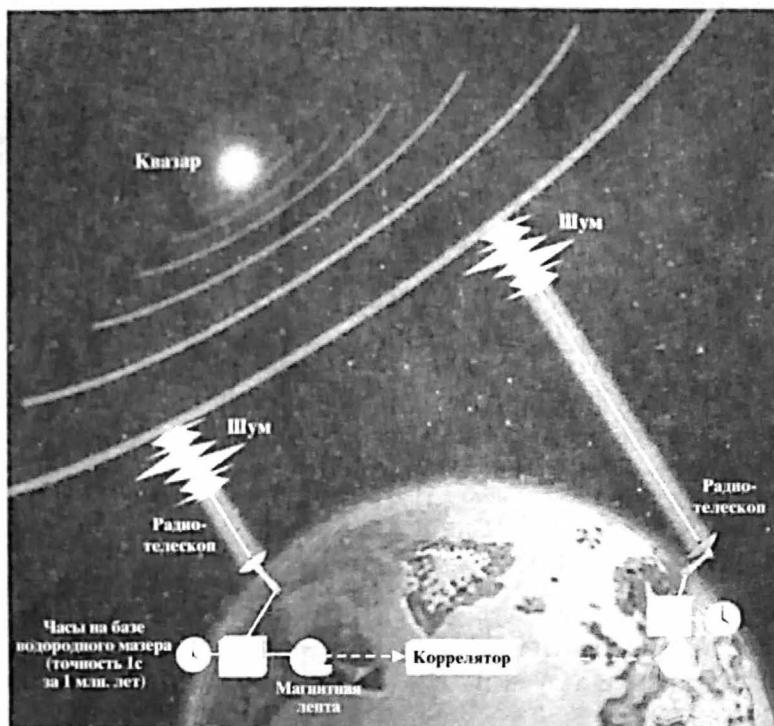
метр круга Эйнштейна) составило величину 1.3 мс, а искажение круга Эйнштейна, обусловленное конечностью скорости распространения гравитационного взаимодействия, равно приблизительно 50 мкс. Цель эксперимента заключалась в измерении этой крошечной величины, примерно равной углу, под которым виден человек на Земле с расстояния в одну астрономическую единицу (расстояние от Земли до Солнца). Единственный способ измерить столь малый угол основан на применении радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой (РСДБ).

РАДИОИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ СО СВЕРХДЛИННОЙ БАЗОЙ

Метод *радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой* для измерения малых углов на небесной сфере был впервые предложен в 1965 г. советскими учеными **Н.С. Кардашевым, Л.И. Матвеевко** и **Г.В. Шоломицким** (Земля

и Вселенная, 2003, № 4). Принципиально новый тип радиоинтерферометра с независимой регистрацией данных несколькими антеннами, разнесенными на большие (межконтинентальные) расстояния, помог получить ранее немыслимое угловое разрешение, в десятки тысяч раз превышающее разрешение оптических телескопов. Блестящая новаторская идея советских радиоастрономов вскоре была реализована на нескольких зарубежных и отечественных радиотелескопах.

В настоящее время наибольшее угловое разрешение достигается на американской РСДБ системе, называемой VLBA и состоящей из 10 радиотелескопов (диаметр каждого 25 м). Радиотелескопы расположены по всей территории США, включая Гавайи. Максимальная длина базы данного радиоинтерферометра около 7000 км, угловое разрешение положения радиисточников



Радиоинтерферометрия со сверхдлинной базой. Метод основан на синхронном приеме двумя (или несколькими) антеннами, расположенными на межконтинентальном расстоянии друг от друга, радиосигнала от удаленного радиоисточника. Радиосигнал записывается на магнитные ленты, которые обрабатывают на корреляторе. Коррелятор находит временную задержку в приеме радиосигнала на более удаленной от радиоисточника антенне, что позволяет определить направление на него с точностью до 10 мкс дуги.

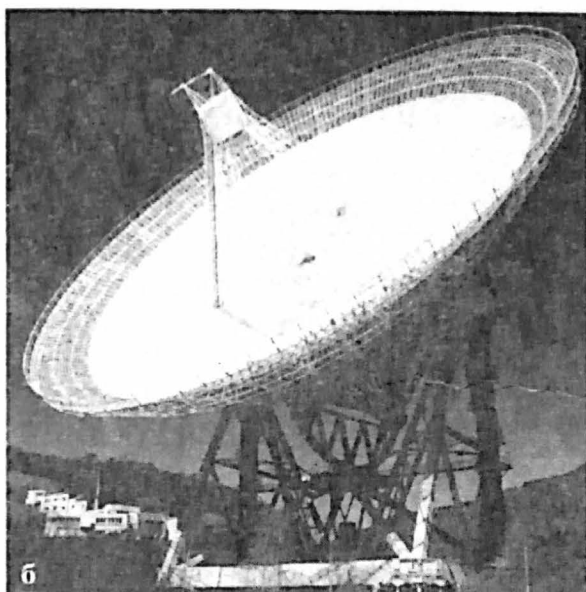
ЭКСПЕРИМЕНТ И ЕГО РЕЗУЛЬТАТЫ

на небе достигает величины 50–100 мкс дуги. Однако такое разрешение недостаточно для измерения эффекта запаздывания в положении Юпитера, обусловленного конечностью скорости гравитации. Нам необходимо было достичь точности измерения углов не менее 10 мкс дуги. Измерять такие малые углы очень трудно ввиду турбулентности земной атмосферы, приводящей к сильным случайным флуктуациям интенсивности света (мерцание) и видимого положения радиоисточников на небесной сфере, которые и ограничивают точность измерения VLBA до 50–100 мкс дуги. Чтобы преодолеть барьер, поставленный атмосферой, необходимо применять специальную фазокалибровочную методику, в основном аналогичную методу адаптивной

оптики (Земля и Вселенная, 2003, № 1), используемому в оптической астрономии. Суть фазокалибровочного метода радиоинтерферометрических измерений состоит в том, что основной источник радиоизлучения наблюдается одновременно с другим радиоисточником, близко расположенным к основному. Радиоволны от двух радиоисточников проходят через одну и ту же область атмосферы и подвергаются практически одинаковому флуктуационному смещению, так что относительное угловое расстояние между источниками остается неизменным. Это позволяет устранить помехи, вызываемые мелкомасштабными колебаниями земной атмосферы, и повысить точность относительных измерений углов на небе до 20–30 мкс дуги.

Я познакомился с доктором **Эдвардом Фомалонтом** в 1996 г. во время работы по контракту в университете Хитоцубаши (Токио) и Японской Национальной Обсерватории (Митака, Токио). Эдвард приехал на один год для работы в Японском Институте Космических Исследований по программе японского космического интерферометра ("VSOP"). Я хорошо знал его работы по измерению релятивистского отклонения радиоволн от квазара в поле Солнца, которые он выполнил совместно с **Ричардом Шрамеком** в 1976–77 гг. На протяжении многих лет эти работы не были превзойдены по точности астрометрических измерений.

Моя следующая встреча с Эдвардом произошла спустя несколько лет в 2001 г. в США, куда я переехал со своей семьей для работы в университете штата Миссури (г. Колумбия). Размышляя над раз-



Инструменты, с помощью которых был проведен эксперимент по измерению скорости гравитации: а) одна из 10 идентичных друг другу полноповоротных радиоантенн системы VLBA (США). Ее диаметр – 25 м (штат Айова); б) 100-м полноповоротная радиоантенна в Эффельсберге (вблизи Бонна, Германия), обеспечившая максимально возможную чувствительность эксперимента.

личными способами измерения предельной скорости распространения гравитационного взаимодействия, я пришел к выводу, что наиболее приемлемым небесным телом, которое помогло бы провести такое измерение, является Юпитер. Необходимость измерять угловое отклонение лучей света с точностью до 10 мкс дуги поставило меня перед трудной задачей выбора специалиста в области радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой. К счастью, Эдвард продолжал (и продолжает) активно интере-

соваться релятивистскими экспериментами, требующими беспрецедентной точности, и с радостью согласился сотрудничать.

Поиск событий близких угловых сближений Юпитера с квазарами провел по моей просьбе сотрудник Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга, доктор физико-математических наук **С.М. Кудрявцев**, который нашел, что наиболее оптимальное сближение произойдет 8 сентября 2002 г., когда Юпитер будет проходить вблизи квазара J0842 + 1835 на угловом расстоянии 3.7'. Времени до этого момента оставалось совсем немного – полтора года, и нам пришлось готовиться к эксперименту ударными темпами.

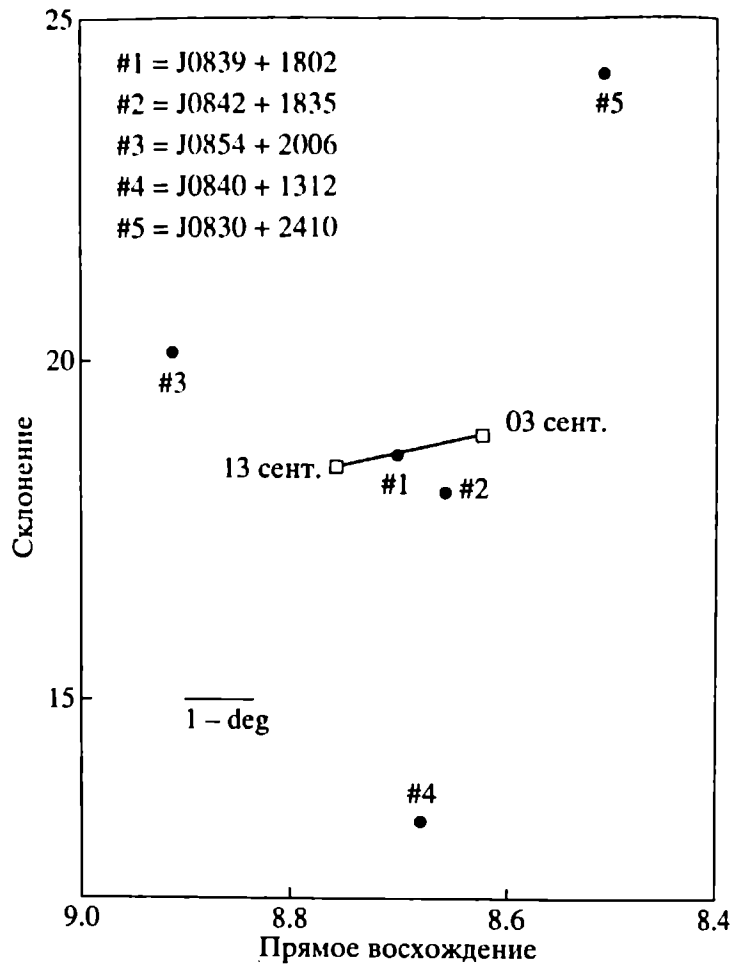
В начале февраля 2001 г. я поехал на международное совещание по радиоинтерферометрии, организованное NASA в американском космическом центре имени Годдарда,

и представил результаты моих теоретических изысканий в докладе, который вызвал небывалый интерес и оживленную дискуссию. Все участники совещания горячо поддержали идею эксперимента и рекомендовали немедленно подать заявку для наблюдений на американской радиоинтерферометрической системе VLBA. Так я и поступил, вернувшись с совещания в свой университет. Мы с Эдвардом запросили комиссию по наблюдениям на VLBA предоставить нам время для проведения тестовых измерений и основного эксперимента. Наша заявка была полностью поддержана Национальной Радиоастрономической Обсерваторией США. Нам также оказал поддержку радиоастрономический институт им. Макса Планка в Германии. Его 100-м полноповоротная антенна, расположенная вблизи г. Бонна, в местечке Эффельсберг, принимала активное

Схема расположения основного (1) и калибровочных (2, 3, 4, 5) квазаров на небесной сфере, используемых для построения высокоточной опорной системы координат. Прямая линия показывает движение Юпитера с 3 по 13 сентября 2002 г. Минимальное угловое расстояние между Юпитером и основным квазаром 8 сентября составило 3.7', что эквивалентно 7 полным дискам Юпитера. В основном эксперименте использовались квазары 1, 2, 3.

участие в эксперименте, обеспечивая минимальное время наблюдения квазара, равное всего 1 мин, что было весьма существенным фактором для достижения необходимого углового разрешения.

Мы разработали модернизированный вариант фазово-калибровочного метода радиоинтерферометрических измерений. Стандартный метод использует только один калибровочный источник, но в нашем случае этого было недостаточно. Мы собирались измерять не просто величину смещения опорного квазара в плоскости неба, но и направление смещения, чтобы измерить величину деформации круга Эйнштейна для установления верхнего предела скорости гравитации. Мы выбрали четыре калибровочных квазара, два из которых были расположены почти на одной прямой с основным. Угловое расстояние между основным и калибровочными квазарами приблизительно равно 1°. Этот угол достаточен, чтобы гравитационное поле Юпитера



практически не влияло на видимые положения калибровочных квазаров. Мы провели серию тестовых измерений за несколько месяцев до основного эксперимента и решили использовать только два калибровочных квазара (J0842 + 1835 и J0854 + 2006), что обеспечивало нам более длительное накопление сигнала от каждого из них с соответствующим увеличением точности наблюдений.

Наблюдения в основном эксперименте проводились в течение пяти дней 4, 7, 8, 9 и 12 сентября. Максимальное сближение Юпитера с базовым

квазаром J0839 + 1802 происходило 8 сентября – в день, когда мы и проводили измерение верхнего предела скорости гравитационного взаимодействия. Наблюдательная схема была устроена следующим образом. Все 10 радиотелескопов VLBA и антенна в Эффельсберге “смотрели” на один квазар в течение 1 мин, затем все антенны синхронно направлялись на другой квазар и также наблюдали его 1 мин, после этого происходило синхронное переключение всех антенн на третий квазар и его наблюдение в течение 1 мин. С завершением одного

цикла немедленно начался следующий. В течение одного дня было возможно совершить сто полных циклов, что определялось зоной совместной видимости квазаров используемыми антеннами. Такая схема позволила нам исключить мелкомасштабные флуктуации земной атмосферы и получить относительную точность измерения углового расстояния между квазарами 10 мкс дуги. При этом мы полностью подтвердили теоретические идеи и числовые расчеты данного эксперимента и доказали, что:

– Юпитер действительно отклоняет лучи света наиболее сильно, когда находится в “запаздывающем” положении, смещенном относительно его настоящего положения назад по орбите на угол, отнесенный к центру масс Солнечной системы и равный отношению орбитальной скорости Юпитера к скорости гравитации;

– данный эффект “запаздывания” обусловлен абберацией силовых линий гравитационного поля Юпитера, движущегося относительно центра масс Солнечной системы;

– эффект абберации гравитационных силовых линий указывает на конечность скорости распространения гравитационного взаимодействия;

– предельная скорость распространения гравитационного взаимодействия численно равна константе скорости света в вакууме с экспериментальной точностью 20%;

– эффекты свободных гравитационных волн в эксперименте пренебрежимо малы.

Мы хотели бы подчеркнуть, что предельная скорость распространения гравитационного взаимодействия была определена исключительно по форме гравитационного смещения наблюдаемого положения квазара на небе от его расчетного положения в каталоге. Сам Юпитер мы не наблюдали, так как ширина диаграммы направленности системы “VLBA – 100-м антенна в Эффельсберге” существенно меньше 3'. Величина гравитационного влияния Юпитера и скорость этого влияния на отклонение лучей света квазара было определено позднее, в результате обработки данных наблюдений квазара. Таким образом, любые попытки утверждать, что мы измерили скорость радиоволн, распространяющихся от Юпитера к Земле, как заявляют некоторые зарубежные физики (Н. Асада и С. Самуэль), незнакомые ни с нашими экспериментальными данными, ни с процедурой обработки наблюдений, являются грубой ошибкой.

ПЕРСПЕКТИВЫ
ДЕТЕКТИРОВАНИЯ
И ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ
ГРАВИТАЦИОННЫХ ВОЛН

Можно ли считать, что измерение предельной скорости распространения гравитации по отклонению света движущимся Юпитером поставило точку в вопросе о скорости распро-

странения гравитационного взаимодействия? Так утверждать мы не можем. Наш эксперимент действительно показал, что общая теория относительности Эйнштейна согласуется с основными постулатами специальной теории относительности. Однако наши наблюдения позволяют установить лишь верхний предел скорости распространения гравитационного взаимодействия, поскольку самих гравитационных волн мы не детектировали. Возможны теории гравитационного поля, переносчики которого – массивные частицы (гравитоны). Скорость распространения гравитационных волн в таких теориях меньше скорости света в вакууме. Наш эксперимент не позволяет непосредственно измерить скорость гравитонов. Экспериментальное доказательство существования гравитационных волн и непосредственное измерение их скорости – дело будущего.

Уже сейчас полным ходом идет разработка специальных **детекторов гравитационных волн**. Основной элемент такого детектора – интерферометр Майкельсона с несколькими зеркалами, подвешенными на специальной системе, позволяющей “развязать” зеркала от сейсмического шума, вызванного мелкомасштабными подвижками земной коры. Огромный вклад в создание таких детекторов внес выдающийся российский ученый, физик-экспериментатор, профессор **В.Б. Бра-**

гинский, работающий на физическом факультете МГУ в г. Москве.

Наземные гравитационные детекторы создаются в США, Японии, Европе и Австралии. Строительство такого детектора в России было сорвано экономическим кризисом, последовавшим за распадом Советского Союза, хотя ряд российских лабораторий продолжает предпринимать целенаправленные шаги для изучения характеристик лазерных интерферометрических систем (В.Н. Руденко, ГАИШ МГУ). Существуют грандиозные планы строительства космических гравитационных детекторов на околосол-

нечной орбите (американо-европейский проект LISA). Детектор будет состоять из 3 спутников, на каждом установят лазер со специальной системой сверхвысокоточной стабилизации его частоты. Это позволит улавливать гравитационные волны, приходящие практически из любой части нашей Вселенной, в том числе и зародившиеся в момент Большого взрыва и образующие стохастический фон, наблюдаемые свойства которого были впервые предсказаны российским физиком-теоретиком Л.П. Грищуком. LISA будет способна "увидеть" процесс слияния черных дыр в двойных системах,

активно изучаемых в настоящее время в рентгеновском диапазоне российскими астрономами Р.А. Сюняевым, А.М. Черепашуком и Н.И. Шакурой. Все это даст возможность не только измерить скорость гравитационных волн, но и получить доступ к изучению физики ранней Вселенной на масштабах времени и расстояний, сопоставимых с планковскими, а также проверить теории объединения всех четырех видов фундаментальных взаимодействий – слабого, сильного, электромагнитного и гравитационного.

НОВЫЕ КНИГИ

Научно-методическая монография

Недавно вышла в свет книга Е.П. Левитана "Дидактика астрономии" (УРСС, <http://urss.ru>). Она посвящена проблемам методики обучения астрономии и философии астрономического образования и адресована студентам педагогических университетов, учителям астрономии, а также аспирантам и докторантам, число которых постепенно возрастает.

Это четвертая книга автора по методике школьной астрономии (первая – "Методика преподавания астрономии в средней школе" – появилась почти 40 лет назад; Просвещение, 1965). В предисловии отмечается ряд существенных отличий новой книги от предыдущих и



уточняется, чем, собственно, является *дидактика астрономии*.

Основные проблемы теории и *отчасти* практики обучения астрономии рассматриваются в шести главах (Земля и Вселенная, 2003, № 4, с. 103). Последнюю из них – "Новые проблемы дидактики астрономии" – завер-

шает параграф "Проблемы создания российской научной школы специалистов в области дидактики астрономии" (Земля и Вселенная, 2003, № 5).

Издательство сочло нужным в оформлении обложки "расшифровать" название книги, изобразить классический аппарат "планетарий" как символ наиболее эффективного наглядного пособия при обучении астрономии и упомянуть журнал "Земля и Вселенная", давно ставший необходимым информационно-методическим пособием для творчески работающих преподавателей астрономии.

Детальная методическая разработка курса школьной астрономии в монографию не вошла. Ей будет посвящена отдельная книга ("Книга для учителя астрономии"), которая написана применительно к авторским программе и учебнику астрономии и готовится издательством "Просвещение" к выпуску в свет вместе с очередным изданием учебника "Астрономия-11".

Небесный календарь:
июль–август 2004 г.

Июль 2004

Август 2004

1	Луна в перигее (23.0 ч)
2	Полнолуние (11.2 ч)
3	
4	
5	Земля в афелии (10.9 ч)
6	
7	
8	Сатурн в соединении (16.6 ч)
9	Луна в последней четверти (07.6 ч)
10	Луна в восходящем узле (01.0 ч)
12	
13	
14	Луна в 8° севернее Венеры (00.2 ч) Луна в апогее (21.1 ч)
15	Венера в максимуме блеска -4.6 ^m (00.1 ч)
16	
17	Новолуние (11.4 ч)
18	
19	
20	
21	Луна в 3° севернее Юпитера (13.3 ч)
22	
23	
24	
25	Луна в первой четверти (03.6 ч) Луна в нисходящем узле (11.5 ч)
26	
27	Меркурий в наибольшей элонгации 27°E (03.3 ч) Максимум метеорного потока Южных δ-Акварид (12 ч)
28	
29	
30	Луна в перигее (06.4 ч)
31	Полнолуние (18.1 ч)

1	
2	Максимум переменной звезды R Треугольника
3	Максимум переменной звезды R Орла
4	
5	
6	Нептун в противостоянии (03.1 ч)
7	Луна в восходящем узле (02.6 ч) Луна в последней четверти (22.0 ч)
8	
9	Начало попятного движения Меркурия (05.1 ч)
10	
11	Луна в апогее (09.6 ч) Луна в 8° севернее Венеры (23.0 ч)
12	Максимум метеорного потока Персеиды (11 ч)
13	Луна в 5° севернее Сатурна (08.7 ч)
14	
15	
16	Новолуние (01.4 ч)
17	Венера в наибольшей элонгации 46°W (18.3 ч)
18	
19	
20	
21	Луна в нисходящем узле (12.2 ч)
22	
23	Луна в первой четверти (10.2 ч) Меркурий в нижнем соединении (20.8 ч)
24	
25	
26	
27	Луна в перигее (05.6 ч) Уран в противостоянии (18.7 ч)
28	
29	
30	Полнолуние (02.4 ч)
31	

Эфемериды Солнца

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
	ч	м	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Июль 1	06	41.3	+23	06	04 17	19 51	03 25	20 42	01 18	22 47
11	07	22.4	+22	05	04 24	19 47	03 36	20 34	01 47	22 21
21	08	02.8	+20	27	04 34	19 39	03 51	20 21	02 21	21 49
31	08	42.2	+18	14	04 42	19 28	04 07	20 04	02 56	21 13
Август 10	09	20.6	+15	32	04 56	19 14	04 25	19 44	03 30	20 38
20	09	58.1	+12	24	05 08	19 01	04 44	19 21	04 03	20 01
30	10	34.7	+08	57	05 20	18 40	05 03	18 56	04 34	19 24

Пример. Определить время захода Солнца 22 июля 2004 г. в Екатеринбурге (широта $56^{\circ}51'$, долгота $4^{\circ}02'$, $n = 5$).

По таблице "Эфемериды Солнца" интерполируем по широте значение среднего солнечного времени захода на 22 июля 2004 г., получаем $20^{\circ}35'$. Вычтем из этого значения долготу места и прибавим номер часового пояса с учетом декретного часа ($n = 5$) и час летнего времени. В итоге получаем $22^{\circ}33'$.

Таблица II

Эфемериды планет

Дата	α		δ		m	d	f	Видимость			
	ч	м	°	'				45°	55°	65°	Период
Меркурий											
Июль 1	07	41.8	+23	19	-0.8	5.4	0.86	-	-	-	
11	08	54.6	+18	50	-0.2	6.1	0.70	-	-	-	
21	09	48.5	+13	13	0.3	7.0	0.55	-	-	-	
31	10	23.8	+07	57	0.7	8.3	0.40	-	-	-	
Август 10	10	35.7	+04	40	1.5	9.9	0.21	-	-	-	
20	10	18.2	+05	30	3.8	10.9	0.03	-	-	-	
30	09	51.3	+09	58	2.7	9.8	0.07	-	-	-	
Венера											
Июль 1	04	34.5	+17	48	-4.5	46.3	0.14	1.8	1.4	-	Утро
11	04	43.8	+17	35	-4.6	39.5	0.24	2.5	2.4	-	Утро
21	05	04.7	+18	09	-4.6	33.8	0.32	3.1	3.0	2.4	Утро
31	05	34.0	+18	59	-4.5	29.3	0.39	3.5	3.6	3.6	Утро
Август 10	06	09.5	+19	40	-4.4	25.8	0.46	3.8	4.1	4.5	Утро
20	06	49.3	+19	54	-4.3	23.0	0.51	4.0	4.4	5.2	Утро
30	07	32.0	+19	28	-4.3	20.8	0.56	4.1	4.6	5.5	Утро

Эфемериды планет

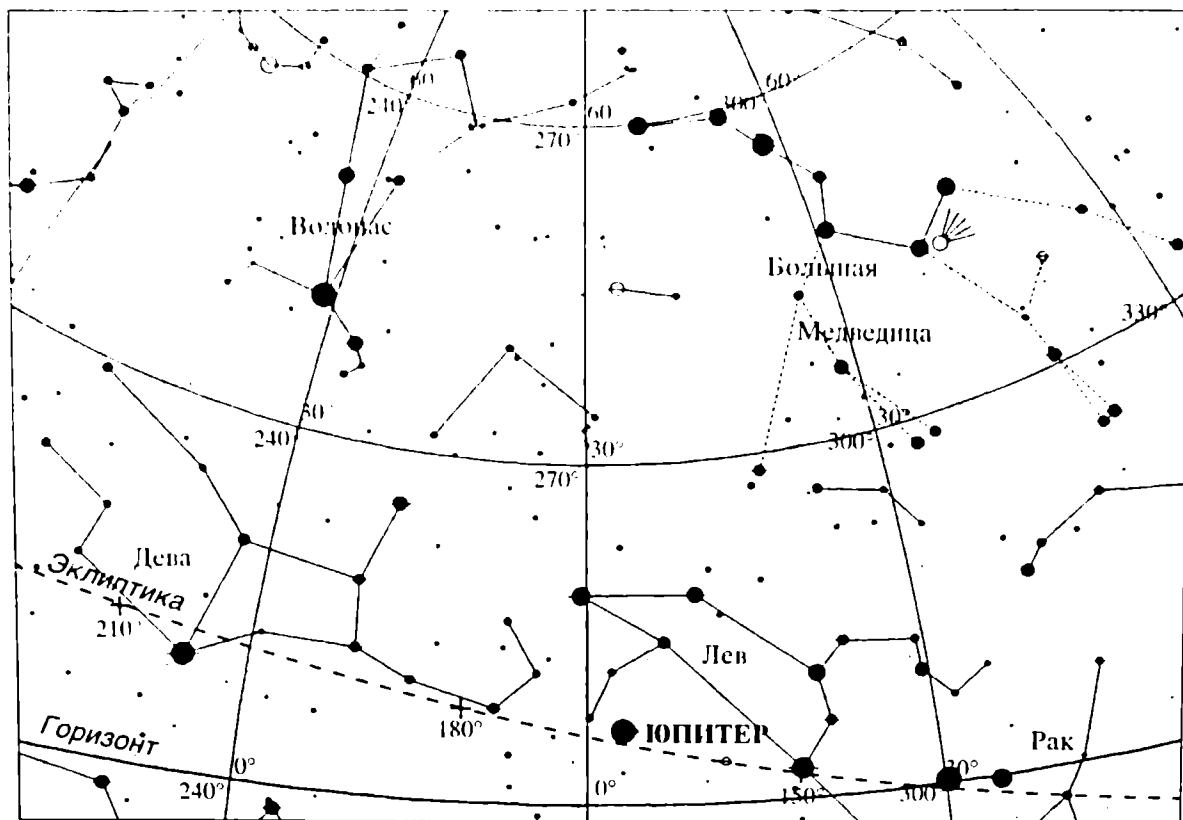
Дата	α		δ		m	d	f	Видимость				
	ч	м	°	'				45°	55°	65°	Период	
Марс												
Июль	1	08	28.6	+20	19	1.8	3.7	0.98	–	–	–	
	11	08	54.4	+18	41	1.8	3.7	0.99	–	–	–	
	21	09	19.7	+16	50	1.8	3.6	0.99	–	–	–	
	31	09	44.5	+14	48	1.8	3.6	0.99	–	–	–	
Август	10	10	08.9	+12	37	1.8	3.5	1.00	–	–	–	
	20	10	33.0	+10	17	1.8	3.5	1.00	–	–	–	
	30	10	56.8	+07	51	1.8	3.5	1.00	–	–	–	
Юпитер												
Июль	1	11	00.4	+07	37	–1.9	33.9	0.99	3.1	2.3	–	Вечер
	11	11	06.1	+07	01	–1.9	33.1	0.99	2.5	1.6	–	Вечер
	21	11	12.3	+06	20	–1.8	32.5	1.00	1.9	0.9	–	Вечер
	31	11	19.0	+05	37	–1.8	31.9	1.00	1.4	–	–	Вечер
Август	10	11	26.1	+04	51	–1.7	31.4	1.00	1.0	–	–	Вечер
	20	11	33.5	+04	03	–1.7	31.0	1.00	0.2	–	–	Вечер
	30	11	41.1	+03	13	–1.7	30.8	1.00	–	–	–	
Сатурн												
Июль	1	07	08.6	+22	14	0.1	16.5	1.00	–	–	–	
	11	07	14.1	+22	05	0.1	16.4	1.00	–	–	–	
	21	07	19.7	+21	56	0.1	16.5	1.00	–	–	–	
	31	07	25.1	+21	46	0.1	16.5	1.00	0.7	–	–	Утро
Август	10	07	30.4	+21	36	0.2	16.6	1.00	1.7	1.7	–	Утро
	20	07	35.4	+21	25	0.2	16.8	1.00	2.6	2.8	3.0	Утро
	30	07	40.0	+21	15	0.2	17.0	1.00	3.5	3.8	4.6	Утро

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Венера – ярко светит в утренние часы в созвездии Тельца. В конце августа она переместится в созвездие Близнецов.

Юпитер – в июле виден вечерами на западе непродолжительное время после захода Солнца.

Сатурн – можно наблюдать по утрам в августе в созвездии Близнецов, в конце месяца рядом с ним видна Венера.



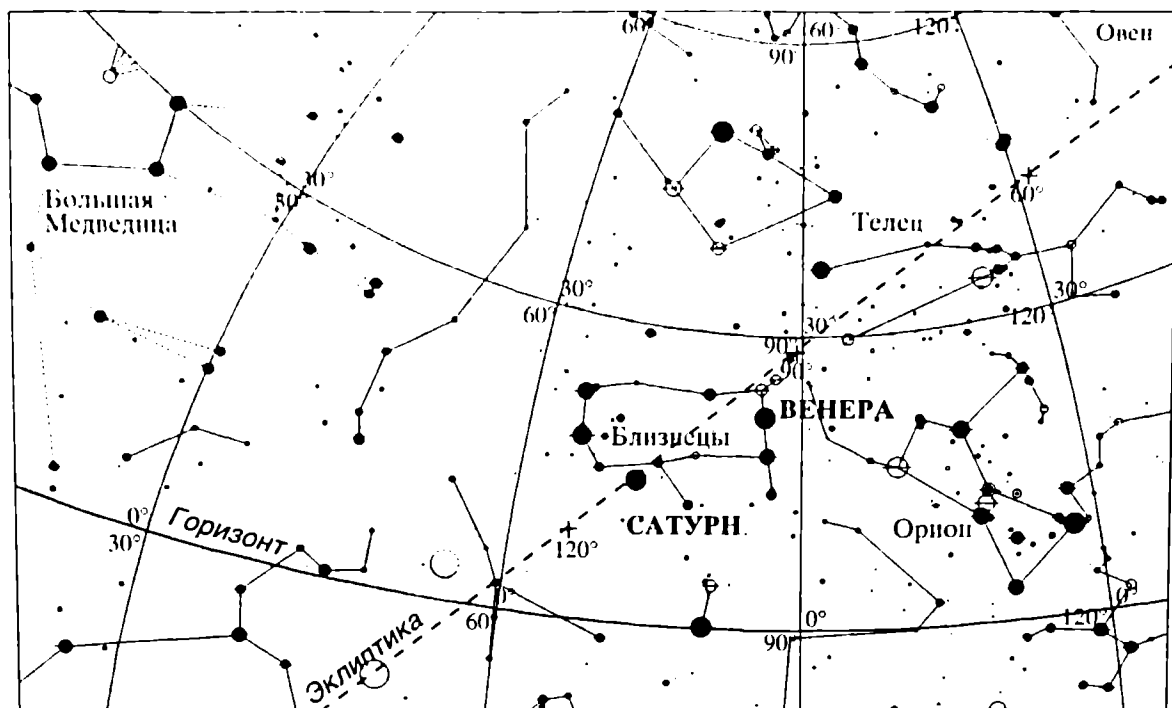
- | | |
|--------------------|-----------------------------|
| ● < 1 ^m | ● Кратные звезды |
| ● 2 | ○ Переменные звезды |
| ● 3 | ☄ Кометы |
| ● 4 | ⊕ Кратные переменные звезды |
| ● 5 | |

Карта западной части неба, где в июле по вечерам виден Юпитер (Москва, 15 июля 2004 г., 5 ч. по московскому времени).

КОМЕТЫ NEAT и LINEAR

Летом 2004 г. наблюдатели в Северном полушарии с помощью бинокля или небольшого телескопа смогут найти на небе сразу две кометы. Первая из них – комета **NEAT** (C/2001 Q4) – видна невооруженным глазом в мае и июне (Земля и Вселенная 2004, № 2). В последующие месяцы, несмотря на ослабление блеска, ее можно наблюдать в бинокль. Комета расположится в созвездии Большой Медведицы и будет видна всю ночь, но лучше всего – в вечерние часы.

Вторая комета, **LINEAR** (C/2003 K4) (Lincoln laboratory Near Earth Research – лаборатория околоземных исследований им. Линкольна), также видна по вечерам. С начала июля до середины августа ее путь пройдет по созвездиям Волопаса, а затем по созвездиям Волос Вероники и Девы. Блеск кометы к концу августа усилится до 6^m. К тому времени она станет видна лишь вечером невысоко над западным горизонтом, а в начале сентября исчезнет на фоне вечерней зари.



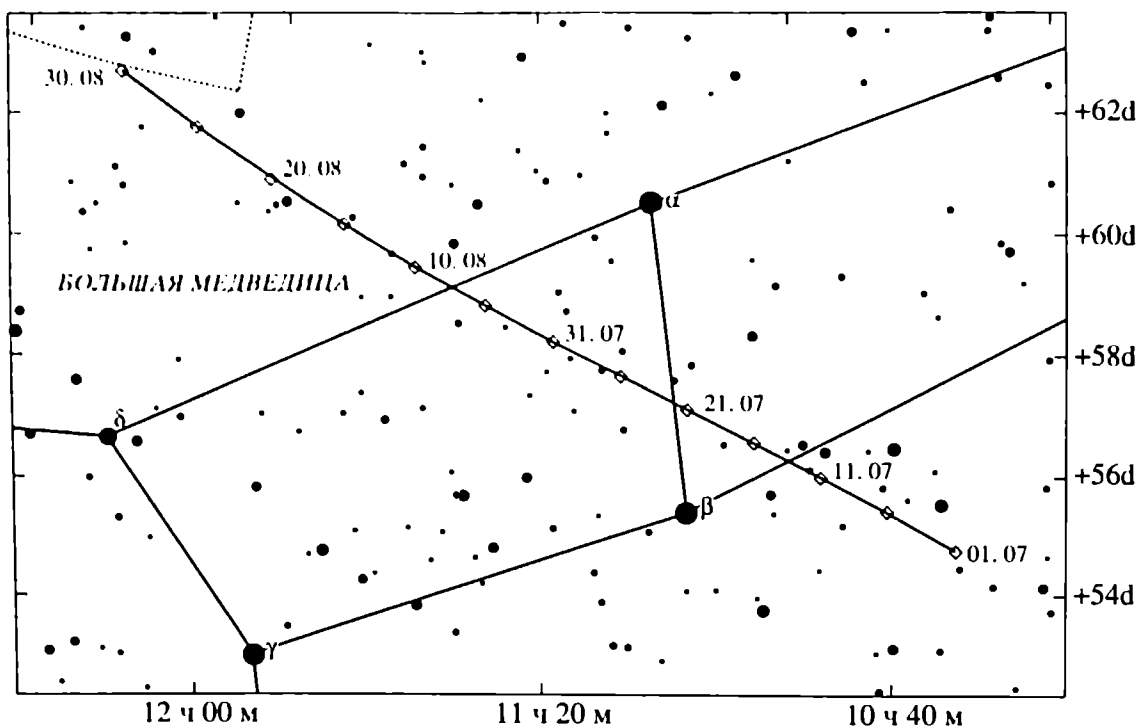
- < 1^m
- 2
- 3
- 4
- 5
- Кратные звезды
- Переменные звезды
- ☄ Кометы
- ⊕ Кратные переменные звезды

Карта восточной части неба, где в августе по утрам видны Венера и Сатурн (Москва, 15 августа 2004 г., 5 ч по московскому времени).

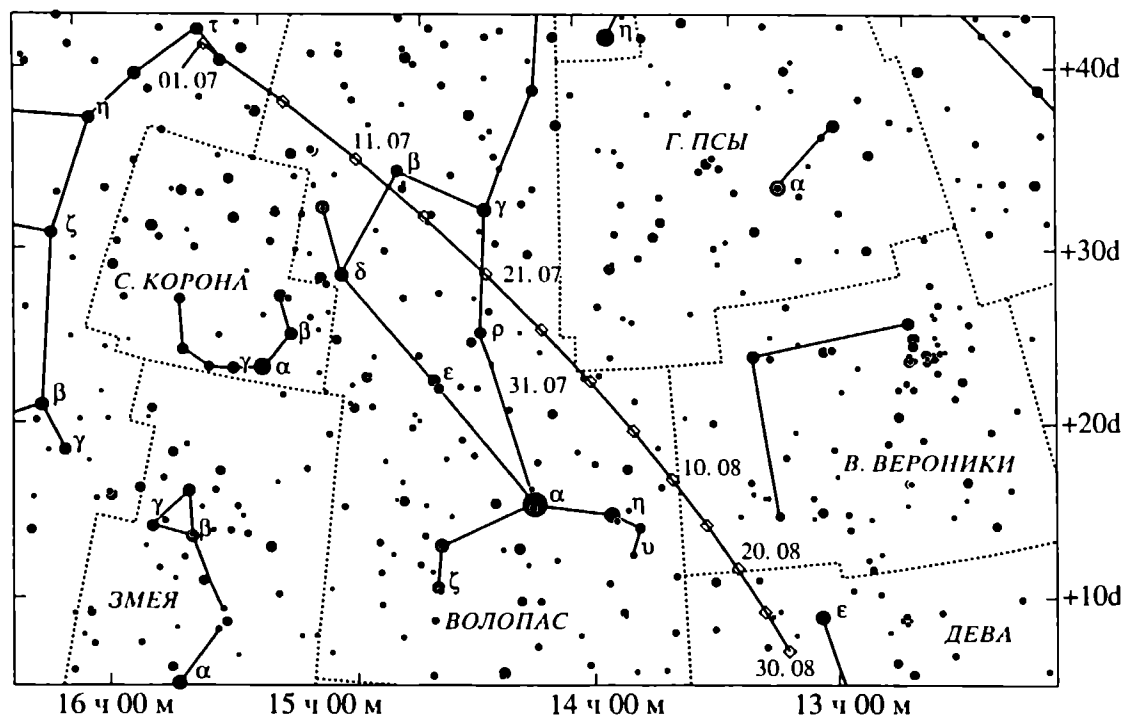
Таблица III

Эфемериды кометы NEAT (C/2001 Q4)

Дата	α		δ		Расстояние		Элонгация	Блеск	
					от Земли	от Солнца			
	ч	м	°	'	а.е.	а.е.	°	m	
Июль	1	10	29.9	+55	08	1.56	1.24	53	5.4
	6	10	37.3	+56	00	1.66	1.30	51	5.7
	11	10	44.8	+56	47	1.75	1.35	50	6.0
	16	10	52.6	+57	29	1.83	1.41	50	6.3
	21	11	00.8	+58	09	1.91	1.47	50	6.6
	26	11	09.3	+58	47	1.98	1.53	50	6.8
	31	11	18.2	+59	24	2.04	1.59	50	7.1
Август	5	11	27.6	+60	01	2.10	1.65	50	7.3
	10	11	37.6	+60	38	2.15	1.71	51	7.5
	15	11	48.2	+61	16	2.19	1.77	53	7.7
	20	11	59.5	+61	54	2.23	1.83	54	7.9
	25	12	11.5	+62	33	2.27	1.89	56	8.1
	30	12	24.4	+63	13	2.30	1.96	58	8.2



Видимый путь кометы NEAT (C/2001 Q4) в июле–августе 2004 г.

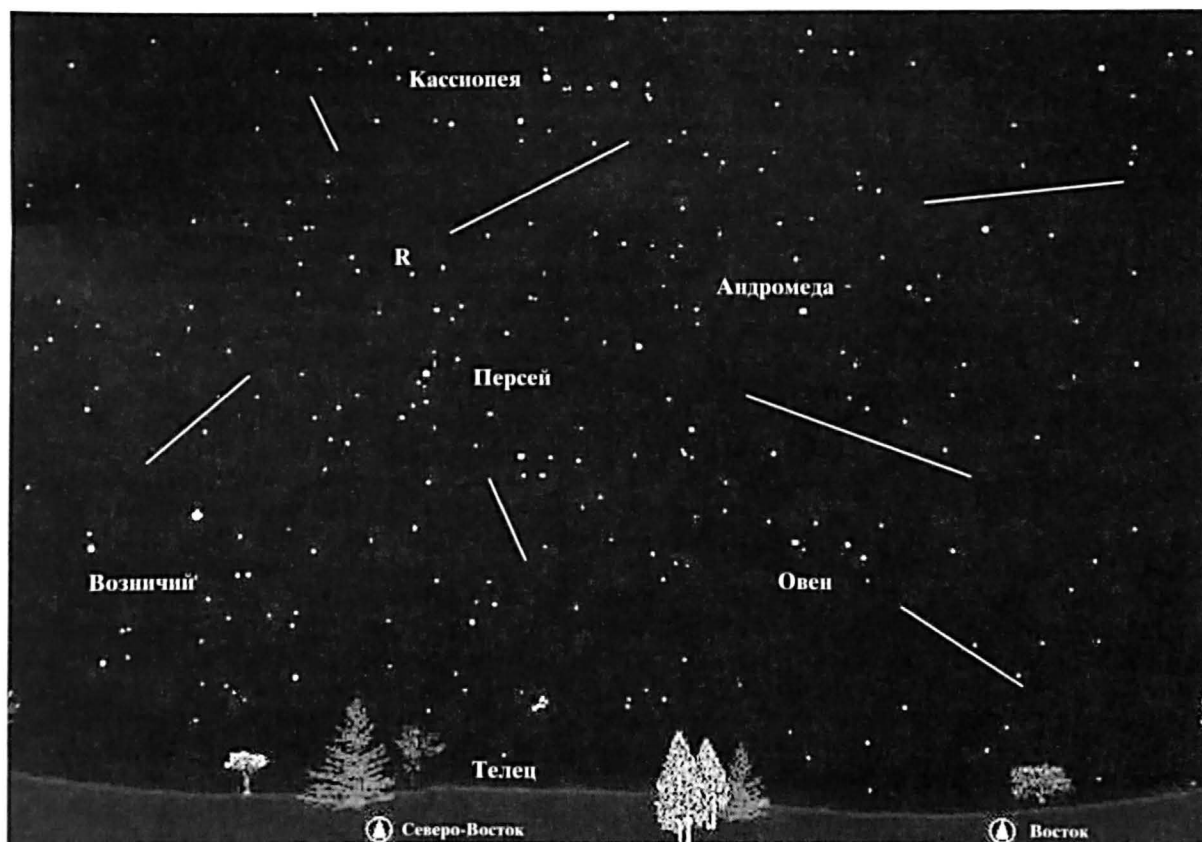


Видимый путь кометы LINEAR (C/2003 K4) в июле–августе 2004 г.

Эфемериды кометы LINEAR (C/2003 K4)

Дата	α		δ		Расстояние		Элонгация	Блеск	
					от Земли	от Солнца			
	ч	м	°	'	а.е.	а.е.			°
Июль	1	16	15.8	+45	32	1.43	1.94	104	7.2
	6	15	44.3	+43	29	1.42	1.88	100	7.0
	11	15	16.0	+40	46	1.42	1.82	95	6.9
	16	14	51.4	+37	36	1.44	1.76	90	6.8
	21	14	30.7	+34	09	1.47	1.70	84	6.7
	26	14	13.5	+30	37	1.51	1.64	78	6.6
	31	13	59.2	+27	07	1.56	1.59	73	6.5
Август	5	13	47.4	+23	43	1.61	1.53	67	6.4
	10	13	37.5	+20	28	1.67	1.47	61	6.3
	15	13	29.3	+17	23	1.73	1.42	55	6.2
	20	13	22.4	+14	28	1.78	1.37	50	6.1
	25	13	16.4	+11	43	1.84	1.32	44	6.0
	30	13	11.2	+09	06	1.89	1.27	39	5.9

Примечание: в таблицах прямое восхождение и склонение даются на 0 ч UT.



Вид звездного неба во время максимума метеорного потока Персеиды в августе 2004 г. R – радиант потока ($\alpha = 3.1$ ч, $\delta = +58^\circ$). Рисунок взят в Интернете.

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК ПЕРСЕИДЫ

Август – месяц активности наиболее известного и одного из самых сильных метеорных потоков – Персеиды. Его активность начнется уже в конце июля и продолжится почти до последних чисел августа. Радиант потока, расположенный в созвездии Персея ($\alpha = 3.1$ ч, $\delta = +58^\circ$), в средних широтах будет находиться над горизонтом всю ночь, но на большую

высоту поднимется в предутренние часы. В день максимума (12 августа) серп старой Луны появится над горизонтом также под утро, но уже не слишком яркий, так что не создаст больших помех наблюдателям Персеид. Ожидаемое время двух максимумов потока (8 ч и 10 ч по UT) неблагоприятно для наблюдений. Хорошие условия видимости на территории России будут только несколько часов до и после максимумов.

О.С. УГОЛЬНИКОВ

Информация

Юпитер “разбогател”

В апреле 2003 г. научные сотрудники Д. Джюит и С. Шепард из Университета штата Гавайи (Гонолулу), а также астрофизик Я. Клейн из Кембриджского университета (Великобритания) с помощью телескопа Обсерватории Мауна-Кеа (Гавайи) обнаружили шесть ра-

нее неизвестных спутников Юпитера.

Диаметры новых “лун” близки всего к полутора километрам. Они обращаются вокруг самой крупной планеты нашей Солнечной системы по орбитам, отстоящим от нее на десятки миллионов километров. Названия “новичкам” еще не придуманы.

Направление движения спутников вокруг Юпитера обратно направлению его вращения. Следовательно, они были когда-то захвачены мощным тяготением гигантской планеты. Вероятнее всего, это случилось вскоре после ее формирования

миллиарды лет назад. Теперь, с открытием этой шестерки, общее количество спутников Юпитера достигло пятидесяти восьми. Открытие стало возможным в значительной мере благодаря использованию двух крупнейших в мире цифровых фотокамер, подключенных к гигантским телескопам на горе Мауна-Кеа.

Группа под руководством Д. Джюита обнаружила в 2003 г. 18 спутников Юпитера. Ученые полагают, что их число, возможно, достигнет сотни.

Science Times, April 6, 2003

Ушел из жизни Михаил Михайлович Шемякин

16 декабря 2003 года на 96-м году жизни скончался московский художник и любитель телескопостроения Михаил Михайлович Шемякин. Он был не просто телескопостроитель, но и организатор любительского телескопостроения сначала в Московском отделении ВАГО, а затем и во многих городах СССР.

М.М. Шемякин писал и пейзажи, и портреты. В частности, на одной из своих картин он изобразил любителя астрономии, который во дворе показывает желающим небесные светила в свой телескоп.

Став заведующим отделом любительского телескопостроения Центрального Совета ВАГО, М.М. Шемякин при постоянной поддержке ученого секретаря ЦС ВАГО Е.П. Левитана организовал несколько слетов любителей телескопостроения, содействовал развитию этой формы самодеятельности во многих городах страны. Особенных успехов добились любители телескопостроения в Баку, Латвии, Новосибирске, Москве. Под редакцией М.М. Шемякина вышло несколько сборников, на страницах которых любители делились опытом, описывали свои конструкции телескопов.

М.М. Шемякин неоднократно выступал на страницах нашего журнала. Ему удалось внести посильный вклад и в астрономию. На Луне он обнаружил цепочки кратеров, имевших, скорее



Михаил Михайлович Шемякин (1908–2003).

всего, общее происхождение ("цепочки Шемякина"). По-видимому, они были образованы при распаде падавших на Луну астероидов или комет под действием приливных ускорений нашего спутника.

Память о Михаиле Михайловиче Шемякине надолго сохранят в своих сердцах многочисленные любители телескопостроения и астрономии России и ближнего зарубежья.

Школьный музей космонавтики

Вот уже больше года в средней общеобразовательной школе № 18 г. Химки Московской области работает музей, экспозиция которого посвящена Герою Социалистического Труда, члену-корреспонденту АН СССР, Главному конструктору автоматических межпланетных станций Георгию Николаевичу Бабакину (1914–1971).

Духовным началом музея послужила гуманистическая идея Н.К. Рериха о необходимости объединения под «Знаменем мира» усилий современников сохранить для будущих поколений памятники науки, культуры и просвещения прошлого и настоящего. Деятельность музея направлена на гражданско-патриотическое воспитание учащихся на конкретных примерах жизни и деятельности как самого Георгия Николаевича, так и его коллег, дети и внуки которых учатся в нашей школе.

Школа № 18 находится на улице, носящей имя Г.Н. Бабакина. Заинтересованность учащихся историей космонавтики вдохновила коллектив школы на создание музея им. Г.Н. Бабакина. В Химках располагаются сразу три

предприятия ракетно-космической отрасли: НПО им. С.А. Лавочкина (Земля и Вселенная, 1995, № 4), МКБ «Факел» им. академика П.Д. Грушина и НПО «Энергомаш» им. академика В.П. Глушко (Земля и Вселенная, 1997, № 6).

Георгий Николаевич был Главным конструктором предприятия НПО им. С.А. Лавочкина в 1965–1971 гг. С его именем связаны годы трудные, но насыщенные интереснейшей работой по созданию автоматических межпланетных станций для исследования Луны, Марса, Венеры и космического пространства. Коллектив музея убежден, что его творческие усилия разовьют в учащихся интерес к науке, чувство гордости за Родину и свой город,

гражданское достоинство и патриотизм.

В фондах музея 450 экспонатов, в том числе 217 подлинных, среди них личные вещи Г.Н. Бабакина, правительственная телеграмма – поздравление с успешным окончанием программы полета АМС «Венера-8», газеты 1960–1970-х гг., медали, вымпелы, значки, марки, фотографии, книги, макеты изделий, детали узлов и конструктивных материалов КА, подаренные музею детали возвращаемой капсулы АМС «Луна-16».

Музей проводит большую и очень разнообразную работу. В помещении музея и конференц-зале при нем регулярно организуются экскурсии, проводятся лекции на тему «История страны – через



Школа № 18 им. Г.Н. Бабакина в г. Химки (Московская область).



Часть экспозиции музея, посвященная жизни и деятельности Главного конструктора АМС Г. Н. Бабакина.



Личные вещи Г. Н. Бабакина в экспозиции музея.



Встреча учащихся школы № 18 с летчиком-космонавтом В. А. Афанасьевым. Апрель 2002 г.

судьбы соотечественников". Прочитаны лекции о Г.Н. Бабакине, В.П. Глушко, П.Д. Грушине, С.А. Лавочкине, Ю.В. Кондратье—А.И. Шаргее, В.И. Вернадском, Софье Ковалевской, Н.К. Рерихе. Успешно прошли выставки фотографий, сделанных по методу Кирлиан, репродукций картин Н.К. Рериха и Константина Васильева, а также выставка минералов. Неоднократно устраивались беседы с сыном академика Г.Н. Бабакина — Николаем Георгиевичем Бабакиным.

Музей приглашал на встречу со школьниками заслуженных людей нашей страны: академика РАКЦ, Почетного гражданина г. Химки Б.И. Романенко (автора книги о Ю.В. Кондратье—А.И. Шаргее), космонавтов В.М. Афанасьева и А.И. Лазуткина, первого "водителя" автоматических инопланетных транс-

портных средств и научных лабораторий "Луноход" В.Г. Довганя, главного редактора журналов "Вокруг света" и "Всемирный следопыт" Н.Н. Непомнящего (автора книг "100 великих тайн" и "Я познаю мир"), руководителя Звенигородской научной базы астросовета РАН В.А. Ромейко, научного сотрудника Московского планетария А.В. Фесенко.

Члены Научного общества учащихся "Эрудит" посетили Звенигородскую научную базу астросовета РАН, музей НПО им. С.А. Лавочкина, обсерваторию Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга, познакомились с работой радиотелескопов в АКЦ г. Пущино, участвовали в конкурсе детского технического творчества "Космос" в г. Королеве.

Музей установил тесные связи с музеями НПО

им. С.А. Лавочкина, НПО "Энергомаш", МКБ "Факел", коллективом НИЦ им. Г.Н. Бабакина, Центром подготовки космонавтов, Научной базой астросовета РАН, Центром детского технического творчества г. Москвы, Московским планетарием, Международным центром Рерихов. Учителя разных школьных предметов используют материалы музея на уроках и внеклассных мероприятиях. Музей, оснащенный видеоаппаратурой, обладает богатой коллекцией видеофильмов, слайдов и компьютерных программ.

Заведующая музеем Т.Д. Норкина и преподаватель В.А. Кружков читают курс астрономии в XI классе школы по учебнику "Астрономия-11" Е.П. Левитана. Кроме того, они используют ежегодный "Школьный астрономический календарь", глобус и подвижные карты звездного неба, плакаты и пособия, а также предоставленный В.А. Кружковым телескоп. В школе проходят занятия астрономического кружка под его руководством. При подготовке уроков, докладов и рефератов по астрономии и космонавтике учащимся помогает журнал "Земля и Вселенная".

*В. А. КРУЖКОВ,
кандидат технических наук,
руководитель астрономического
кружка школы № 18 г. Химки*

*Т. Д. НОРКИНА,
преподаватель школы № 18
г. Химки*

“Космическая феерия”

Так называлась персональная выставка 130 произведений художника С. Птицына, прошедшая в июле 2003 г. в Историко-художественном музее в подмосковном городе Мытищи. На выставке были представлены различные направления в жанре космической и научно-фантастической живописи. Вот что об этой выставке рассказал художник.

Моя первая выставка состоялась в 1997 г. Картины, создаваемые с 1990 г., экспонировались на ежегодных вернисажах Ассоциации художников г. Мытищи, а также в городском музее.

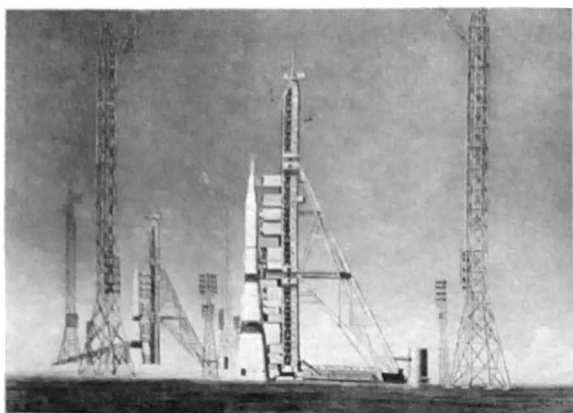
Раздел “Космонавтика” отображает грандиозные и некоторые забытые проекты. На картинах запечатлены и неосуществленные проекты, и реальные полеты: совет-

ские программы “Зонд” и “Н1–Л3” (отдельные этапы пилотируемого полета на Луну), лунные и марсианские станции-автоматы, ракеты и ракетопланы на космодромах и в полете, орбитальные станции на фоне Земли.

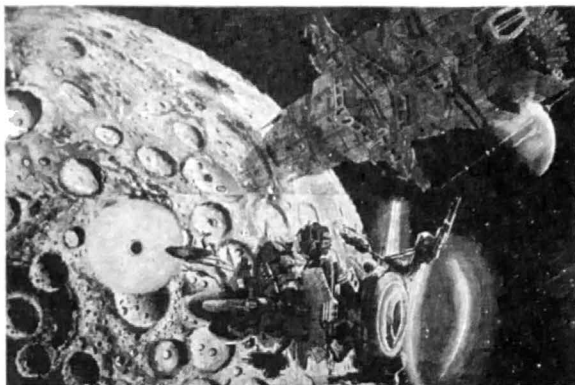
В разделе “Экспедиционная фантастика” можно было увидеть иллюстрации к научно-фантастическим романам, например к “Туманности Андромеды”



Один из разделов выставки – “Водородные миры”.



«Две лунные ракеты "Н-1" на стартовом комплексе», 2001 г.



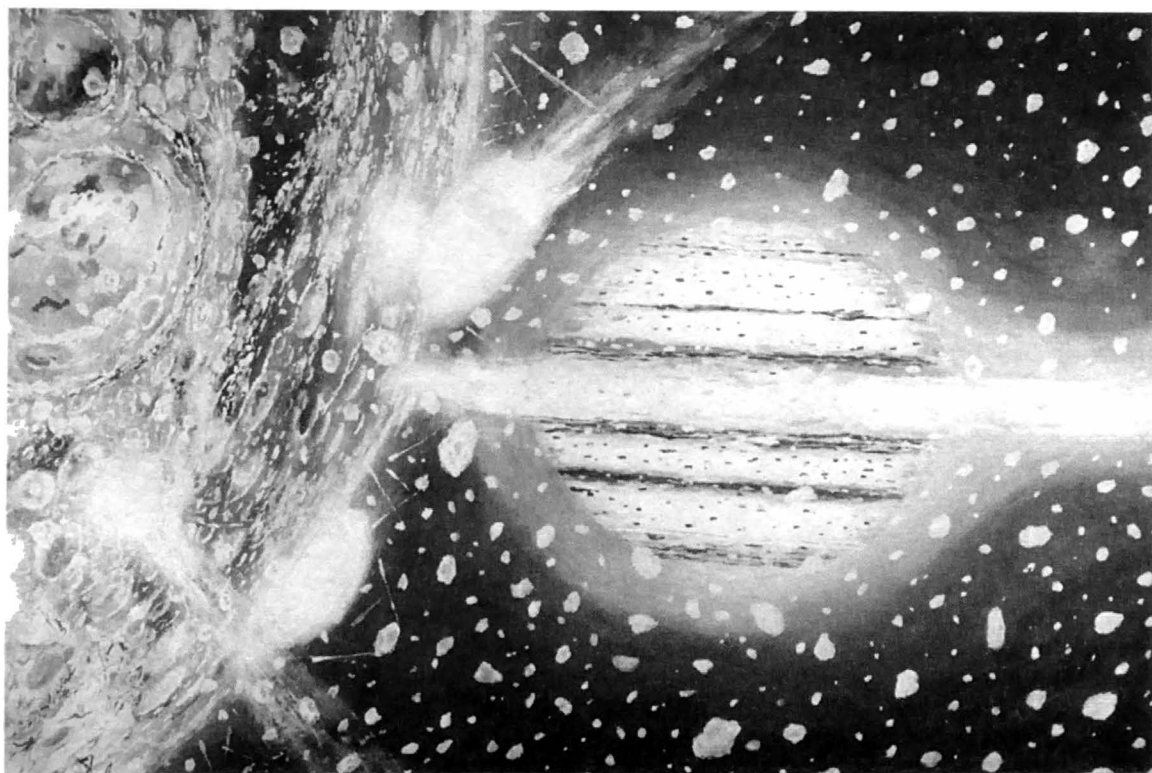
«Сброс кибермонитора с борта космического корабля "Леопард" на спутник Урана Оберон» – одна из иллюстраций к роману С. Павлова "Лунная радуга", 1996 г.

И. Ефремова и "Лунной радуге" С. Павлова.

На картинах, объединенных темой "**Водородные миры**", показан фан-

тастический мир далеких планет и конструкции ядерных планетолетов. Астрономии посвящены работы из четырех альбо-

мов. "**Лазерный планетарий**" – лазерные проекции на фоне сумеречного или ночного неба, а не на куполе-экране, как в обыч-



Такой представляется художнику одна из фаз образования Земли и Луны. Из альбома "Модель эволюции Солнечной системы", 1998 г.

ном планетарии. “Магнитосфера” отображает формы магнитных полей, если бы силовые линии их были светящимися. “Модель эволюции Солнечной системы” – иллюстрации к космогоническим гипотезам, согласно которым Солнце и планеты формировались одновременно в газопылевом облаке. В этом альбоме пока-

заны основные фазы эволюции протопланетного диска и планет.

На картинах из альбома “Вселенная” можно увидеть структуры, образующие окружающий нас мир, например фракталы.

К теме “Состояние дня” относятся альбомы “Состояние дня” и “Лунный свет”, они отображают красоту природы и зага-

дочность окружающего мира. Все окружающее нас: смена дня и ночи, времен года, погода, магнитные бури, полярные сияния, приливы, и, конечно, солнечный свет – космические явления. Под их влиянием зародилась и существует жизнь на Земле. Это и хотелось мне запечатлеть на своих картинах.

С.Н. ПТИЦЫН

Информация

Новое о происхождении экзопланет

Группа астрофизиков из Канады и США, возглавляемая С. Сигурдссоном из Университета штата Пенсильвания, опубликовала результаты новых исследований. Они противоречат общепринятому мнению, что шаровидные скопления бедных металлами звезд, возраст которых близок к возрасту нашей Галактики, – это те области, где обнаружение планет весьма маловероятно.

Особый интерес исследователей вызвал пульсар PSR B 1620-26, находящийся в шаровидном скоплении звезд М4. Это древнее (приблизительно 12.7 млрд. лет) скопление отличается очень незначительным количеством металлов, едва достигающим одной тридцатой доли их содержания в нашем Солнце.

Сам пульсар для оптических телескопов невидим. Но радиотелескопы обнаруживают его как компактную нейтронную звезду – “мертвый” остаток дав-

ней Сверхновой. Он вращается вокруг собственной оси с гигантской скоростью, достигающей почти сотни оборотов в секунду.

Установив с высокой точностью частоту пульсаций, исходящих от PSR B 1620-26, астрономы пришли к выводу, что примерно десятилетие тому назад пульсар испытывал гравитационное воздействие от двух небесных тел. Одно из этих тел – “белый карлик”, период обращения которого 191 оборот в сутки. Его орбита проходит близко к пульсару, а другое тело находится дальше. Анализ изображений, поступивших с борта Космического телескопа им. Хаббла, показал, что более удаленное тело – планета, причем ее масса составляет 2.5 массы Юпитера!..

Цвет излучения белого карлика и его яркость говорят о том, что это звезда, растратившая все свое “топливо” и потерявшая внешнюю атмосферу всего лишь около 500 млн. лет назад. Такой возраст белого карлика и его низкая орбита свидетельствуют, что он, вероятно, был вполне “самостоятельной” звездой, вокруг которой обращалась начинающаяся складываться гигантская газовая планета. Затем эта звезда подошла близко к древней нейтронной звезде, которая обра-

щадась вокруг своей собственной пары около тесно “населенного” центра скопления.

Исследователи построили компьютерные модели, которые воспроизвели подобный процесс, приведший к выбросу первоначального “напарника” нейтронной звезды. Планета же “зависла” на удаленной орбите вокруг новой парной звезды. Ее период обращения 100 лет. При этом вся система оказалась вышвырнутой на менее плотно “заселенные” окраины шаровидного скопления М4.

Астрономы-теоретики к новому сценарию рождения планет относятся положительно. Астрофизик Ф. Распо из Северозападного университета штата Иллинойс считает, что, вероятно, подобный процесс распространен во Вселенной и в природе есть еще немало планет, образование которых не требовало обязательного скопления тяжелых металлов.

Кроме того, по С. Сигурдссо-ну, существование столь древних планет указывает на то, что их жизнь на 5–6 млрд. лет продолжительнее, чем думали раньше. Все это серьезнейшим образом колеблет многие установленные астрономические представления.

Science, 2003, 301, 5630

Трагедия города Бам в Иране

Служба срочных донесений Геофизической службы РАН за период с **1 октября 2003 г. по 31 января 2004 г.** получила параметры более 650 землетрясений на территории России и в мире. Информация о них в срочном режиме передавалась в МЧС России, ряд институтов Российской академии наук и другие заинтересованные организации. Параметры всех землетрясений представлены на информационном сервере Геофизической службы РАН <http://www.ceme.gsras.ru>

В последние три месяца 2003 г. продолжались многочисленные землетрясения на **Алтае** – афтершоки сильного землетрясения 27 сентября 2003 г. с магнитудой $M = 7.3$ (Земля и Вселенная 2003, № 6). Магнитуды афтершоков в основном не превышали 4.4, но порой были ощутимыми и вызывали беспокойство среди населения, особенно в эпицентральной зоне – в Кош-Агачском районе Горного Алтая. По-прежнему регистрировались многочис-

ленные афтершоки сильнейшего землетрясения близ о. Хоккайдо (Япония) 25 сентября 2003 г. с магнитудой $M = 8.4$. Для остальной территории земного шара было характерно умеренное проявление сейсмичности. И вдруг...

В конце 2003 г. сейсмическое спокойствие нарушилось. На юго-востоке Ирана **26 декабря 2003 г.** в 01 ч 56 мин по Гринвичскому времени произошло катастрофическое землетрясение с магнитудой $M = 6.8$, унесшее жизни тысяч людей. Эпицентр пришелся на уездный **город Бам**, расположенный в 180 км к юго-востоку от города Керман – центра одноименной иранской провинции. Бам, население которого перед землетрясением составляло около 100 тыс. человек, **разрушен на 90%**. Трагедия случилась ранним утром (в 5 ч 26 мин местного времени), когда город спал, что послужило одной из причин большого числа человеческих жертв. Превращенный фактически в руины город накрыла темнота.

Землетрясение сопровождали многочисленные афтершоки.

В результате, по последним данным, погибло около **41 тыс. человек**, больше 50 тыс. человек получили ранения, свыше 100 тыс. остались без крова. Экстренно был создан штаб по ликвидации последствий серии сильных подземных толчков и координации различных служб страны для оказания помощи пострадавшим от буйства стихии. Никаких подземных толчков в районе АЭС, строящейся при содействии России в Бушаре, находящемся на расстоянии более 600 км от эпицентра, не ощущалось.

В Баме, одном из древнейших городов Земли, разрушены многие памятники культуры, например исторический замок Арг-э-Бам – самое большое в мире архитектурное сооружение из кирпича. Оно располагалось на знаменитом Великом шелковом пути. Данные о точной дате строительства замка отсутствуют. Он построен более 2 тыс. лет на-



Крупнейшая в мире крепость, сложенная из кирпичей, Арг-э-Бам – до землетрясения 26 декабря 2003 г. (в левом верхнем углу) и после него.

зад, восстанавливался много раз и был жилым еще 150 лет назад. Это место посещали многочисленные туристы.

Большая часть территории Ирана расположена в активной сейсмической зоне нашей планеты – в **Альпийско-Гималайском подвижном поясе**, протянувшемся по трем материкам – Европе, Африке и Азии.

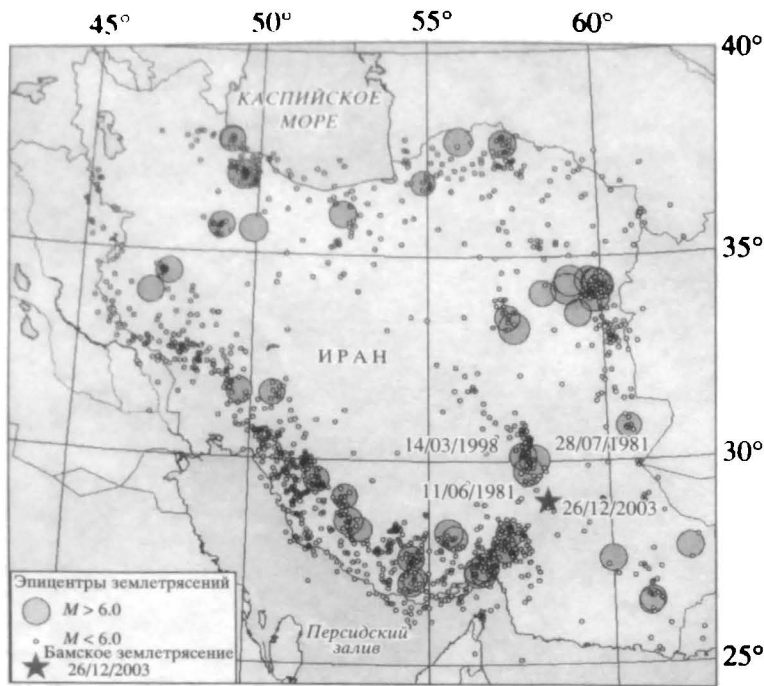
На Иранском плато происходили многочисленные катастрофические землетрясения, как в историческое время (до 1900 г.), так

и в период инструментальных наблюдений (XX столетие). По крайней мере, девять разрушительных землетрясений произошли до XIX в. Только в XX столетии в результате разрушительных землетрясений погибло около **126 тыс. человек**.

Район Бамского землетрясения 26 декабря 2003 г. находится вблизи сочленения **Центрально-Иранского блока** (микроплиты) и более молодого – Лут, которое проходит по разрывным нарушениям двух направлений: север – юг и северо-запад – юго-восток. С ними связаны три сильнейших землетрясения, удаленные примерно на 150 км к северо-северо-западу относительно Бамского эпицентра: 11 июня 1981 г. ($M = 7.0$), 28 июля 1981 г. ($M = 7.2$)

и 14 марта 1998 г. ($M = 6.7$). По предварительным оценкам иранских сейсмологов, макросейсмическая интенсивность землетрясения 26 декабря 2003 г. по Европейской **Макросейсмической шкале EMS98** составила в эпицентре IX баллов, в Баравате – VIII, Арг-э-Джадид – VII, в Кермане и Махане – около IV–V баллов. На карте макросейсмического поля Бамского землетрясения 26 декабря 2003 г. изосейсты (линии равной интенсивности сотрясений) вытянуты в северо-западном направлении, совпадающем с простиранием разломов и распределением эпицентров в этой зоне.

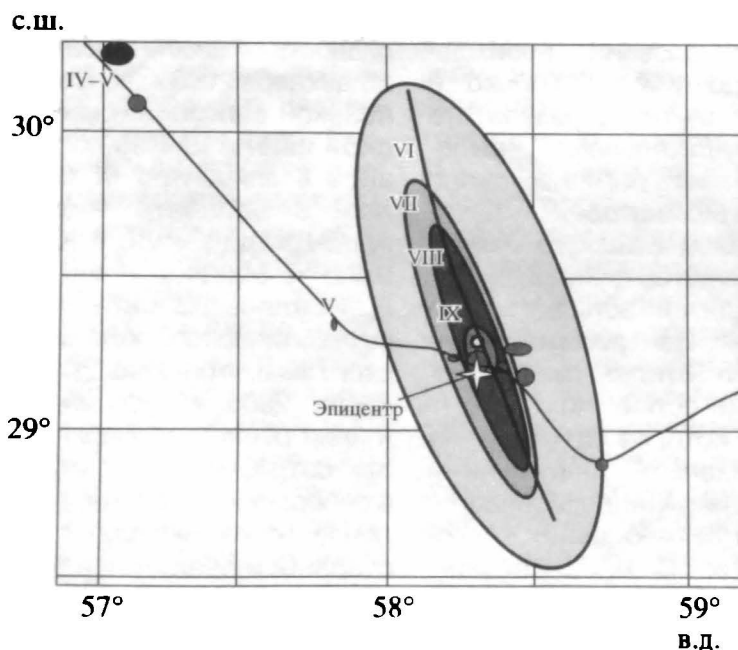
Многие страны (Россия, Франция, Нидерланды, Германия, Япония, Индия, Украина, Туркменистан, Азербайджан и др.) от-



Карта эпицентров землетрясений Ирана в период с 1955 г. по 2003 г. Среди сотен подземных толчков выделяется около 50 землетрясений с магнитудой больше 6.0, одно из них – Бамское 2003 г.

кликнулись на обращение руководства Ирана об оказании помощи пострадавшим от землетрясения. Два самолета МЧС России прибыли в Керман ночью 27 декабря 2003 г. Они доставили в зону стихийного бедствия спасателей и медиков, а также гидравлическое аварийно-спасательное оборудование, позволившее работать автономно даже ночью. В Баме работали шестеро российских кинологов с поисковыми собаками. Весной 2003 г. эта же группа принимала участие в поиске людей после землетрясения в Алжире (Земля и Вселенная, 2003, № 1). В госпиталях Центрального аэромобильного спасательного отряда и Всероссийского центра медицины катастроф российские медики прооперировали более 50 человек, оказали помощь 85 иранцам, четверо из которых – дети.

О.Е. СТАРОВОЙТ,
кандидат
физико-математических наук
Л.С. ЧЕПКУНАС,
кандидат
физико-математических наук
И.П. ГАБСАТАРОВА



Макросейсмическое поле Бамского землетрясения 26 декабря 2003 г. Эллиптическое распределение силы подземных сейсмических ударов в баллах (VI–IX) по Европейской макросейсмической шкале EMS98.

**УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ И ЗАМЕТОК
ОБ АСТЕРОИДАХ, КОМЕТАХ, МЕТЕОРАХ, МЕТЕОРИТАХ
И КОСМИЧЕСКОЙ ПЫЛИ,
ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ “ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ”
В 1965–2003 гг.**

I. СТАТЬИ

Бабаджанов П.Б., Крамер Е.Н.		Левин Б.Ю. Метеоритный кратер под ледяным покровом Антарктиды?	1978, 3
Мгновенные фотографии метеоров	1967, 1	Левин Б.Ю. Связь метеорного вещества с кометами и астероидами	1980, 6
Бронштэн В.А. Свидание с Икаром	1966, 5	Левин Б.Ю. Комета Галлея – рядовой и уникальный объект Солнечной системы	1982, 5
Бронштэн В.А. Метеорный дождь Леонид	1967, 3	Линкин В.М. “Портреты” кометы Галлея	1986, 3
Бронштэн В.А. Происхождение астероидов	1971, 5	Масайтис В.Л. По следам космических катастроф	1971, 5
Бронштэн В.А. Мини-кометы в Солнечной системе	1998, 5	Масайтис В.Л. Астероблемы	1975, 6
Бурнхэм Р. Исследуя малые небесные тела	2003, 3	Микиша А.М. Столкновение небесного тела с Землей. Предотвращение катастрофы	1995, 4
Вдовыкин Г.П. Космические стимуляторы возникновения жизни	1995, 3	Никольский Г.Н., Сазонов А.А. Наблюдение кометы Когоутека	1974, 4
Вайсберг О.Л. Пылевая оболочка кометы Галлея	1986, 4	Нусинов М.Д., Черняк Ю.Б. Лунные стеклянные шарики – откуда они?	1976, 1
Васильев Н.В. Проблемы Тунгусского метеорита	1975, 1	Радзиевский В.В. Световое давление в Солнечной системе	1966, 3
Васильев Н.В. Тунгусский метеорит: загадка остается	1989, 3	Редерер Х. Частицы и поля в космической окрестности Земли	1970, 4
Васильев Н.В., Разин С.А. Что известно о Тунгусском метеорите	1978, 6	Симоненко А.Н. Астероиды вчера и сегодня	1980, 6
Воробьев Г.Г. Тектиты – Земля или космос	1965, 2	Смирнов В.А. Спектры “падающих звезд”	1986, 6
Всехсвятский С.К. Комета века: прогнозы и реальность	1974, 4	Смирнов М.А., Микиша А.М., Барабанов С.И. Поиск метеоритов и обнаружение их в метеорных потоках	1996, 4
Герасимов И.А., Мушанлов Б.Р. Динамическая эволюция кометно-астероидного вещества в Солнечной системе	2000, 6	Сурков Ю.А. Космическая пыль в Солнечной системе	2003, 6
Дивари Н.Б. Загадки зодиакального света	1991, 6	Фесенков В.Г. Солнечное кометное облако и межзвездное пространство	1965, 4
Добровольский О.В., Иоффе З.М. О природе кометы Галлея.	1987, 2	Фесенков В.Г. Космическое пылевое облако вокруг Земли	1965, 6
Зоткин И.Т. Новые метеориты	1972, 5	Фесенков В.Г. Могут ли кометы состоять из антиматерии?	1966, 4
Кондратьева С.П., Самонов В.С., Шаргородский В.Д., Шокни Ю.А. Оптико-телевизионные наблюдения Икара	1969, 3	Фесенков В.Г. Тунгусское явление 1908 г.	1968, 3
Кринов Е.Л. Новые метеориты нашей страны	1965, 1	Фесенков В.Г. Основные успехи метеоритики	1968, 6
Левин Б.Ю. Кометы Икейя–Секки	1966, 1	Черных Н.С. Комета Смирновой-Черных 1975-Е	1976, 6
Левин Б.Ю., Симоненко А.Н. История одного метеорита	1975, 3		

- Черных П.С. Комета Галлея до перигелия 1986, 3
- Черинский П.Н. Метеориты как объекты религиозного почитания 1965, 6
- Чурюмов К.И. Новая комета семейства Юпитера 1970, 4
- Чурюмов К.И. Комета Кубаяси-Бергера-Милона и ее открыватели 1976, 3
- Чурюмов К.И., Голубев В.А. Комета Уэста 1975 1976, 6
- Чурюмов К.И. Как наблюдать комету Галлея 1985, 4
- Чурюмов К.И. Крупномасштабные явления в хвосте кометы Галлея 1986, 3
- Чурюмов К.И. Как открыли новую комету 1987, 2
- Чурюмов К.И. Катастрофы на Юпитере 1994 г. 1996, 1
- Чурюмов К.И. Аномально яркая комета Хейла-Боппа в конце второго тысячелетия 2001, 5
- Чурюмов К.И., Филоненко В.С. Кривая блеска кометы Галлея 1989, 5
- Штейне К.А. В путешествии с кометой 1965, 5
- Шуколюков А.Ю. Возраст метеоритов 1990, 2
- Явнель А.А. О чем рассказывают железные метеориты 1980, 6
- Яцкин Я.С., Чурюмов К.И. Международная программа наблюдений кометы Галлея 1984, 1
- История науки**
- Еремеева А.И. По следам палласова железа 1997, 3
- Кринов Е.Л. Развитие метеоритики в Советском Союзе 1979, 3
- Явнель А.А. Страницы истории комитета по метеоритам РАН 1996, 3
- Гипотезы, дискуссии, предложения**
- Архипов А.В. Метеориты... из двух планетных систем 1995, 1
- Всехсвятский С.К. Кометы – свидетели истории Солнечной системы 1975, 4
- Дабига А.И., Красс М.С. Земная жизнь взрывных метеоритных кратеров 1975, 5
- Друянов В.А. Метеориты – архитекторы лица Земли 1987, 1
- Зайцев А.В. Защита Земли от астероидно-космической опасности 2003, 2
- Казнев Ю.З. Болиды и экстремальные явления природы 2000, 3
- Мусинов М.Д., Глейзер С.И. Кометы и происхождение жизни на Земле 1987, 1
- Петров Г.И., Стулов В.Н. Новая гипотеза о Тунгусском метеорите 1975, 4
- Портнов А.Н. Патомский кратер – след Тунгусского явления? 1993, 1
- Радзиевский В.В. Тайна рождения косматых светил 1981, 4
- Туманов В.П., Калиничева О.В. Откуда приходят кометы? 2001, 4
- Цицин Г.Ф. Вернемся к нашим планетам 2002, 6
- Цицин Ф.А. Происхождение комет: новый взгляд на старую проблему 1999, 1
- Экспедиции**
- Воробьев Г.Г. Чехословацкое тектитное поле 1965, 6
- Гуров Е.П., Вальтер А.А., Гурова Е.П., Серебренников А.И. Метеоритный кратер на Чукотке 1979, 5
- Еремеева А.И. И снова... за туманом и за запахом тайги 1975, 2
- Еремеева А.И. Отрок палласова железа 1980, 6
- Коваль В.И. Тасевский метеорит 1977, 3
- Коваль В.И. По следам Тунгусского “дива” 1989, 5
- Кринов Е.Л. Новое о метеоритных кратерах 1966, 5
- Кринов Е.Л. На Сихотэ-Алинь – за метеоритами 1968, 5
- Кринов Е.Л. Железный дождь 1976, 5
- Рычков В.В. Поиски Ташатканского камня 1974, 2
- Хотинюк Р.Л. Посланцы космоса 1991, 4
- Цветков В.И. Метеорит “не от того” болида 1975, 3
- Цветков В.И. Метеоритное железо старого прииска 1979, 5
- Симпозиумы, конференции, съезды**
- Бабаджанов П.Б. Малые тела Солнечной системы 1983, 2
- Бабаджанов П.Н., Лупишко Д.Ф. Европейский симпозиум “Астероиды, кометы, метеоры” 1984, 2
- Бронштэн В.А. Физика и динамика метеоров 1968, 2
- Бронштэн В.А., Терентьева А.К. Конференция по физике и динамике метеоров 1987, 4
- Григорян С.С. Юбилей Тунгусского “пришельца” 2003, 6
- Иванчук В.И., Коноплева В.П., Чурюмов К.И. Чтения, посвященные С.К. Всехсвятскому 1987, 1

Колесников Е.М. Сопещение, посвященное проблеме Тунгусского метеорита	1972, 1	Мартыненко В.В. Исследуем численность метеоров	1972, 2
Лупинко Д.Ф., Размайкина Т.В. Международная конференция "Астероиды-II"	1984, 2	Мартыненко В.В., Левина А.С. Активность Персеид в 1985 г.	1986, 5
Микиша А.М., Повикова Е.С. Проблемы околоземной астрономии	2000, 3	Мартыненко В.В., Левина А.С. Метеорный поток мю-Акварид в 1986 г.	1987, 2
Симоненко А.Н. На XV метеорной конференции	1972, 6	Мартыненко В.В., Левина А.С., Гриценюк А.И. Персеиды в 1986 и 1987 гг.	1988, 4
Смирнов В.А. Новое о малых телах Солнечной системы	1997, 4	Мартыненко В.В., Левина А.С., Гриценюк А.И. Метеорные потоки кометы Галлея (1987 г.)	1989, 1
Любительская астрономия		Мартыненко В.В., Левина А.С., Гриценюк А.И., Сухов Д.Г. Персеиды в 1988 и 1989 гг.	1990, 4
Александров С.Б. Как я фотографировал комету Галлея	1989, 4	Пономарев Д.Н. Условия наблюдения кометы Галлея	1984, 2
Баранский А.В. Сенсационная комета	1996, 1	Сизонов Г.Н. Диспетчерская связь при наблюдении метеоров	1976, 6
Баранский А.В. Новая кометная номенклатура	1996, 4	Симоненко А.Н. Метеорные потоки в январе-феврале 1969 г.	1968, 6
Бронштэн В.А. Кометы в 1970 г.	1969, 6	Симоненко А.Н. Наблюдения метеоров в 1969 г.	1969, 1-5
Бронштэн В.А. Наблюдайте комету Когоутека	1973, 6	Симоненко А.Н. Болид 11 февраля 1976 г.	1976, 6
Всехсвяцкий С.К. Периодические кометы в 1969 г.	1968, 1	Симоненко А.Н., Хотинюк Р.Л. Метеоры и комета Галлея	1983, 4
Вьюшина М.С., Остапенко А.Ю. Год великой кометы	1996, 5	Тейфель В.Г. Это случается раз в десять миллионов лет, но мы сможем это увидеть	1993, 6
Горшечников М.В. Наблюдения Ларид в 1988 г.	1989, 3	Титомиров Б.Б. Яркие кометы в 1994 г.	1993, 6
Горшечников М.В. Семинар наблюдателей метеоров в Кирове	1991, 5	Титомиров Б.Б. Комета Тампля-1	1994, 2
Горшечников М.В. В ожидании "звездного дождя" Леонид	1992, 5	Титомиров Б.Б. Еще одна расколовшаяся комета	1996, 5
Горшечников М.В. Семинар наблюдателей метеоров в Кирове	1994, 6	Хотинюк Р.Л. Наблюдайте "звездный дождь" Драконид	1972, 4
Горшечников М.В. Наблюдения метеоров в Кирове	1999, 4	Хотинюк Р.Л. Ожидается "звездный дождь" Драконид	1985, 4
Горшечников М.В. Какими были Леониды-99?	2001, 1	Хотинюк Р.Л. Рассказы о метеоритах	1994, 5
Горшечников М.В. Леониды в 2002 г.	2003, 3	Хотинюк Р.Л., Кузнецова Л.И. Новые космические гости	1987, 1
Горшечников М.В., Лысак Т.Н., Безруков А.Н. Наблюдения метеорного потока Персеид в 1993 г.	1994, 5	Широков А.Н. Любительская кометная астрономия в СССР	1989, 2
Денисенко Д.В. Покрытия звезд астероидами	2003, 1	Чурюмов К.И. Как Черные и Петраускас открыли комету	1982, 6
Денисенко Д.В. Покрытия звезд астероидами в 2004 г.	2003, 5	Чурюмов К.И. Еще раз о столкновении кометы с Юпитером	1994, 1
Жуйко С.В. Наблюдения кометы Леви на горе Майданак	1991, 1	Знаете ли вы метеорную астрономию	1973, 3
Зоткин И.Т. Что надо знать о болидах	1965, 3	Досье любознательных	
Зоткин И.Т. Если вы нашли метеорит	1969, 6	Уральская В.С. Система обозначений малых тел в астрономии	2001, 2
Зоткин И.Т. Страничка наблюдателей метеоров	1974, 5	Письма в редакцию	
Зоткин И.Т. Страничка наблюдателей метеоров	1975, 2, 5	О кометах, металлах и дейтерии	2002, 3
Коваль В.И. Главный кратер метеорита Каали	1976, 2		
Крячко Т.В. Комета Де-Вико снова на земном небе	1996, 3		

II. ИНФОРМАЦИЯ

"Марсепане" уже прибыли?	1990, 6	Коллекция метеоритов	1965, 4
"Представители" Луны на Земле	1990, 6	Комета Абе	1971, 1
1991 DA – мертвая комета	1991, 5	Комета в окрестности Земли	1983, 5
Quaoar: необычный астероид?	2003, 1	Комета Галлея снова в центре внимания	1991, 4
Активность Персеид остается высокой	1982, 4	Комета Галлея уходит	1990, 1
Алмазы, упавшие с неба	1982, 4	Комета или астероид	1998, 2
Аминокислоты из космоса	1986, 4	Комета ли это?	1995, 2
Англичесство в Тунгусском метеорите?	1966, 3	Комета Мачхольца: увидим ли?	1991, 4
Астероид – земной по вращению	2000, 6	Комета Остина (1989 C ₁)	1990, 3
Астероид на земной орбите	2003, 3	Комета столкнулась с Солнцем	1982, 5
Беглые астероиды	2000, 2	Комета Такамидзавы и астероид Церера	1991, 2
Ближится новая комета	1990, 4	Комета Уэста	1976, 4
Болид Циолковского	1975, 1	Комета Хейла–Боппа все еще активна	2001, 5
Болид, породивший метеорит Царев	1981, 4	Комета Шумейкеров–Леви-9 – данные уточняются	1994, 2
Болиды над Душанбе	1981, 4	Комета, с которой связаны Леониды	1966, 4
Вака Муэрта	1992, 3	Комета... под землей!	1967, 6
Вероятность столкновения Земли с кометой	1991, 5	Кометное облако Оорта	1993, 6
Вещественные следы Тунгусской катастрофы	1984, 2	Кометный бум в Бразилии	1988, 1
Взрыв болида Луго и его последствия	1994, 5	Кометы – не инородные тела Солнечной системы	1965, 4
Возвращение кометы Галлея	1983, 1	Кометы и межпланетное магнитное поле	1980, 4
Вспышки комет и корпускулярная активность Солнца	1981, 4	Кометы пополняют атмосферу водой	1991, 3
Вспышки комет	1980, 1	Космическая бомбардировка растет	2001, 1
Где родились тела облака Оорта?	2000, 1	Космический "град" бомбардирует Землю	1998, 4
Гигантский метеорный кратер	1975, 3	Космический "террорист"	1998, 6
Гипотеза о происхождении ливней комет	1997, 5	- Кратер в Сахаре	1969, 5
Двойные астероиды	2001, 3	Криновит – новый минерал	1969, 2
Дж. Оллок: ветераны по-прежнему в строю	1991, 6	Кувалдой... по метеориту	1971, 1
Дракониды миновали Землю	1973, 3	Лазер и метеорная опасность	1967, 5
Древнейший метеорит нашей страны	1982, 3	Леониды вреда не причинили	1999, 4
Евгения со спутником	2000, 4	Лириды в 1990 г.	1991, 3
Еще две фатальные встречи комет с Солнцем	1983, 3	Локация метеоров в оптическом диапазоне	1965, 1
Еще один снимок удаленной кометы	2001, 5	Лунные кратеры у нас дома	1984, 3
Еще раз о выбросе из ядер кометы Галлея	1991, 6	Лунный камень в Австралии	1992, 3
Загадки кратера Рнс	1979, 5	Лунный микрометеорит	1971, 3
Загадка стеклянных шариков	1970, 4	Межзвездная среда – источник комет?	1983, 2
Закон о метеоритах	1972, 1	Метеорит в Северной Аргентине	1967, 1
Зарегистрировано собственное излучение ярких болидов	1993, 2	Метеорит в спальне	1991, 3
И все-таки комета	1991, 5	Метеорит Глэттон	1991, 6
Изгиб хвоста кометы Икейя–Секки	1966, 6	Метеорит Горловка	1975, 1
Иридиевый метеорит	1984, 2	Метеорит Куня–Ургенч	2000, 1
Исследования погибающих комет	2002, 1	Метеорит Мундрабилла	1967, 5
К возвращению кометы Брорзена–Меткофа	1989, 4	Метеорит падает на город	1967, 1
К поискам вещества Тунгусского метеорита	1989, 6	Метеорит с Марса	2002, 6
Как была открыта комета Ахманова–Орлова–Хасселя	1982, 5	Метеорит Царев	1980, 3
Камни с Луны и Марса?	1984, 2	Метеорит Эгвекинот	1975, 4
Количество метеоритных структур в СССР	1976, 6	Метеоритный кратер в Бразилии	1981, 4
		Метеоритный кратер в Осетии?	1967, 3
		Метеоритный кратер в Финляндии	1969, 3
		Метеориты и метеорные потоки	1997, 4
		Метеорная опасность вблизи Луны	1969, 3
		Метеорные следы – индикаторы физического состояния верхних слоев атмосферы Земли	1971, 4

Метеорный дождь Драконид наблюдался!	1986, 5	Первые наблюдения приближающейся кометы	1983, 2
Наблюдаемые кометы Хейла-Боппа в Звенигороде	1997, 4	Первые признаки активности кометы Галлея	1984, 2
Наблюдайте метеорный поток Драконид	1978, 4	Первый съезд ассоциации наблюдателей комет	1990, 6
Наблюдайте новые кометы	1990, 2	Пересчитаны опасные астероиды	2002, 4
Наблюдайте ноябрьский "звездный дождь"	1966, 5	Персеиды тяжелее Геменид	1967, 3
Наблюдения кометы Беннета	1970, 4	Повышенная активность метеорного потока Леонид	1966, 3
Наблюдения кометы Брорзена- Меткофа	1990, 4	Подводный метеоритный кратер	1967, 6
Наблюдения кометы Галлея в Таджикистане	1986, 3	Попытка сбора космических частиц во время метеорного дождя	1967, 5
Наблюдения кометы Икейя- Джанга	2002, 3	Посланцы Весты на Земле	1998, 2
Наблюдения кометы с ИСЗ	1971, 6	Почему вспыхнула комета Галлея	1992, 5
Наблюдения метеорного потока с борта самолета	1977, 1	Природа кометных вспышек	1981, 5
Наблюдения метеоров в Чехословакии	1979, 2	Причина рентгеновского излучения комет	1998, 1
Наблюдения Орионид в 1982 г.	1984, 1	Проекты исследования астероидов и комет	1998, 5
Наблюдения Персеид	1981, 5	Происхождение молекул NH в кометах	1966, 3
Найден редкий метеорит	1977, 5	Происхождение структуры Ришат	1970, 3
Найдена еще одна "пропавшая" комета	1966, 3	Пылевые спутники Земли и болидная процессия 1913 г.	1968, 2
Находка метеоритов в Антарктиде	1980, 1	Пыль разрушаемых комет на Земле	1999, 1
Необычная находка кометы	1994, 6	Радиолинии OH в спектре кометы Когоутека	1974, 5
Необычный максимум Персеид	1983, 4	Разломы комет	1995, 2
Новая встреча с яркой кометой	1992, 3	Распад кометы Мачхольца-2	1995, 2
Новая комета открыта в СССР	1970, 2	Редкий снимок метеора	1993, 5
Новое о "сенсационном" метеорите	1997, 2	Рентгеновское излучение с кометы	1996, 5
Новые данные о кратере Риз	1969, 5	Родней Остин и его кометы	1990, 5
Новые исследования метеоритов Вака Муэрта	1992, 3	Сильвия – тройной астероид	2001, 6
Новые метеориты 1992 г.	1993, 2	Сколько малых тел в Солнечной системе	2000, 3
Новый железный метеорит	1992, 6	Сколько метеоритов падает на Землю	1969, 3
Новый кометный каталог	1992, 1	Сколько сейчас метеоритов?	1988, 3
Новый крупный метеорит	1978, 2	След древней катастрофы в центре Европы	1968, 3
Новый метеорит Стерлитамак	1990, 5	Следы космического "укуса"	1992, 4
Новый метод наблюдения метеоров	1973, 6	Слышу метеоры	1975, 4
О наблюдении ярких болидов и о поиске метеоритов	1998, 1	Снимки кометы Галлея	1986, 2
Обнаружен бразильский "Тунгусский метеорит"	1996, 3	Снова о комете Беннета	1970, 5
Одна из загадок Тунгусского метеорита	1966, 2	Снова Тунгусский метеорит	1994, 1
Одно из последних изображений кометы Галлея	1991, 2	Советские любители наблюдают комету Цутя-Кюхи	1991, 4
Открыта новая комета	1990, 4	Советские фотографии ядра кометы Галлея	1986, 4
Открытие памятника метеориту	1982, 2	Спутник SMM открывает новую комету семейства Крейца	1989, 6
Открыты конкуренты Плутона	2002, 2	Столкновения Земли с кометами	1994, 5
Откуда берутся кометы	1994, 1	Столь долгое странствие к Земле	1990, 4
Откуда родом метеорит Твин Сити	1979, 1	Суперкомета	2002, 6
Очередной поток Леонид	2002, 3	Сфотографировано падение метеорита Иннисфри	1977, 5
Падение блеска периодических комет	1966, 6	Третий по величине метеоритный кратер "Улитка" и ее волокна	1966, 4
Падение метеорита в Нигерии	1975, 2		
Падение метеорита в Новой Гвинее	1975, 5		
Первая яркая комета 1970 г.	1970, 4		
Первое инфракрасное изображение кометы Хейла-Боппа	1996, 1		

Тунгусский метеорит – осколок кометы Энке?	1979, 4	Что же обнаружено в марсианском метеорите	2001, 5
Удар микрометеорита Уильям Бредфилд, знаменитый охотник за кометами	1972, 6	Шкала астероидной опасности	2000, 2
Утерянная комета найдена	1990, 4	Электрические эффекты при полете метеоров	1990, 3
Фотографии кометы Галлея	1966, 1	Электрофонный болид над Ярославлем	1994, 5
Фотографии кометы Ирас–Араки–Окока	1986, 1	Эфемериды кометы Шумейкеров–Леви-9	1993, 6
Фотография метеора	1983, 5	Юкатанский метеорит вызвал биосферную катастрофу	1999, 4
Фотография полета метеорита Вилл Х. Шекли о природе Тунгусского метеорита	1982, 3	Яркая комета наступающей зимы	1973, 5
Четвертый болид, сфотографированный в полете	1970, 1	Яркие периодические кометы, ожидаемые во второй половине 1991 г.	1991, 4
	1970, 4		
	1994, 5		

Информация

Карта реликтового излучения по данным “WMAP”

К августу 2004 г. американская космическая обсерватория “WMAP” (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe – зонд им. Д. Уилкинсона для исследования анизотропии микроволнового излучения; Земля и Вселенная, 2003, № 2) выполнила шесть полных циклов наблюдений неба. Она сканировала тепловой микроволновый фон небесной сферы (реликтовое излучение), обнаруженное в 1964–1965 гг. американскими радиотехниками А. Пензиасом и Р. Уилсоном. Напомним, что в 1970–90 гг. осуществлены многочисленные измерения реликтового излучения с помощью радиотелескопов, аэростатов и спутников. Советский эксперимент “Реликт” (Земля и Вселенная, 1984, № 4) проведен на ИСЗ “Прогноз-9” в 1983–84 гг., американский – обсерваторией “COBE” в 1989–93 гг. Данные

измерений согласуются с теорией Большого взрыва: микроволновый фон Вселенной соответствует излучению абсолютно черного тела с температурой около 2.73 К. Реликтовое излучение возникло при температуре 3×10^3 К, когда возраст Вселенной был всего 380–400 тыс. лет. Сохранившиеся при образовании плазмы атомы водорода (плотность около 410 фотонов в 1 см^3) позволят глубже понять важные детали эволюции Вселенной.

На основе измерений, проведенных обсерваторией “WMAP”, составлены самые подробные карты анизотропного реликтового излучения (см. стр. 2 обложки), позволившей ученым сделать достоверные оценки ряда космологических параметров. Карты выполнены с учетом различных частот сканирования после двух-трех обзоров неба. Подтверждена теоретическая модель Большого взрыва с последующей стадией инфляции и доминированием “темной энергии”. Наша Вселенная, которая, скорее всего, расширяется вечно, состоит из 4.4% обычного (барионного) вещества, $22 \pm 0.4\%$ холодной “скрытой массы” и $73 \pm 0.4\%$ “темной энергии” (Земля и Вселенная, 2002, № 4).

Уточнены величина параметра Хаббла – 11 км/(с · Мпк) – и возраст Вселенной (13.7 ± 0.2 млрд. лет).

Обсерватория “WMAP” (длина 3.81 м, диаметр 5 м и масса 836 кг) запущена 30 июня 2001 г., с 10 августа 2001 г. она производит измерения в точке либрации L2 в 1.5 млн. км системы Земля – Солнце. На аппарате установлены два внеосных кассегреновских телескопа с полем зрения $3.5 \times 3.5^\circ$ и 20 охлаждаемых до 95 К микроволновых двухканальных радиометров. Микроволновые приемники работают в пяти спектральных диапазонах (22, 30, 40, 60 и 90 ГГц), позволяющих выделять реликтовое излучение из “галактического фона”. Чувствительность радиометров “WMAP” в 45 раз и их угловое разрешение в 33 раза превышает показатели аналогичного прибора на спутнике “COBE”. Обзоры неба выполняются с разрешением 0.3° и чувствительностью приборов 20 ± 5 мкК от среднего значения реликтового фона 2.725 К. Работа обсерватории рассчитана на четыре года.

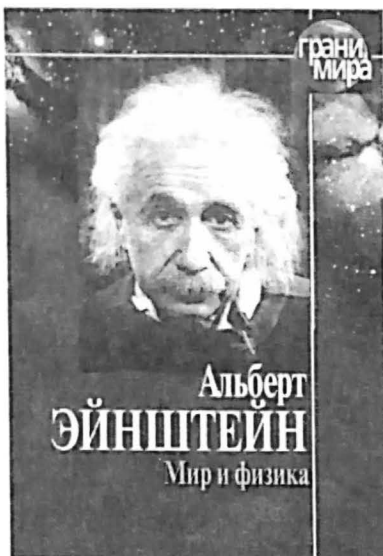
По материалам NASA и GSEC

К юбилею Эйнштейна

К 125-летию со дня рождения Альберта Эйнштейна (1879–1955) вышла в свет книга “Альберт Эйнштейн. Мир и физика” (М.: Тайдекс Ко, 2003). Это рассчитанный на широкий круг читателей сборник статей (составитель А.Л. Самсонов) самого Эйнштейна, а также ряда других классиков современной физики (В. Гейзенберга, П. Бора, М. Борна), ярко показывающих Эйнштейна не только великим ученым, но и философом, который немало размышлял о природе физической реальности, Добре и Зле, войне и мире, науке и Боге.

Книга содержит три основные части (“Воспоминания, диалоги, споры”, “Парадоксальность физики”, “Физики и физика”) и три приложения (“Работы Эйнштейна по теории относительности в популярном изложении”, “Из редко публикуемых работ Эйнштейна”, “К биографии Эйнштейна”). Интересен блок иллюстраций – фотографии Эйнштейна и его коллег-физиков.

В “Автобиографических заметках”, написанных Эйнштейном на 68-м году жизни, ученый, в частности, вспоминает: “Еще будучи довольно скороспелым молодым человеком, я живо осознал ничтожество тех надежд и стремлений, которые гонят сквозь жизнь большинство людей, не давая им отдыха. Скоро я увидел и жесткость этой гонки, которая, впрочем, в то время прикрывалась тщательнее, чем теперь, лицемерием и красивыми словами. Каждый был вынужден участвовать в этой гонке ради своего желудка. Участие это могло



удовлетворить желудок, но никак не всего человека как мыслящего и чувствующего существа. Выход отсюда указывался прежде всего религией, которая насаждается всем детям традиционной машиной воспитания. Таким путем я, хотя и был сыном совсем нерелигиозных (еврейских) родителей, пришел к глубокой религиозности, которая, однако, уже в возрасте 12 лет резко оборвалась. Чтение научно-популярных книжек привело меня вскоре к убеждению, что в библейских рассказах многое не может быть верным. Следствием этого было прямо-таки фанатическое свободомыслие, соединенное с выводами, что молодежь умственно обманывается государством; это был потрясающий вывод. Такие переживания породили недоверие ко всякого рода авторитетам и скептическое отношение к верованиям и убеждениям, жившим в окру-

жавшей меня тогда социальной среде. Этот скептицизм никогда меня уже не оставлял, хотя и потерял свою остроту впоследствии, когда я лучше разобрался в причинной связи явлений. Для меня ясно, что утраченный таким образом религиозный рай молодости предвещает первую попытку освободиться от пут “только личного”, от существования, в котором господствовали желания, надежды и примитивные чувства”.

Читатель найдет в “Сборнике” немало для себя нового о научном творчестве и жизни Эйнштейна, а также о последних днях величайшего физика XX в. “Воспоминания об Эйнштейне” Макс Борн (1882–1970) заканчивает следующими строками из письма Марго (падчерицы Эйнштейна): “Знаешь ли ты, что я лежала в том же госпитале, где был и Альберт? Я получила право еще дважды его видеть в течение нескольких минут и поговорить. Я была подвезена к нему в кресле. Сначала я его не узнала – так он изменился в лице от страданий и потери крови. Но его существо было то же. Он обридовался тому, что я немного лучше выгляжу, шутил со мной. Он хорошо понимал свое состояние, говорил со мной с глубоким спокойствием, даже с легким юмором о врачах и ожидал своей смерти, как обычно ожидаемое “событие природы”. Таким же бесстрашным, каким он был в жизни, таким же спокойным и скромным был он в своей смерти. Без всякой сентиментальности и без сожаления уходил он из этого мира”.

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (II полугодие 2004 г.) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

**Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом астрономии Г.Н. Яшина
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин**

**Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Мл. редактор Л.В. Рябцева
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина**

Сдано в набор 05.03.2004. Подписано в печать 28.04.2004. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12.0. Усл.печ. л. 9.1. Усл.кр.-отт. 8.3 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 886 экз. Заказ № 8222

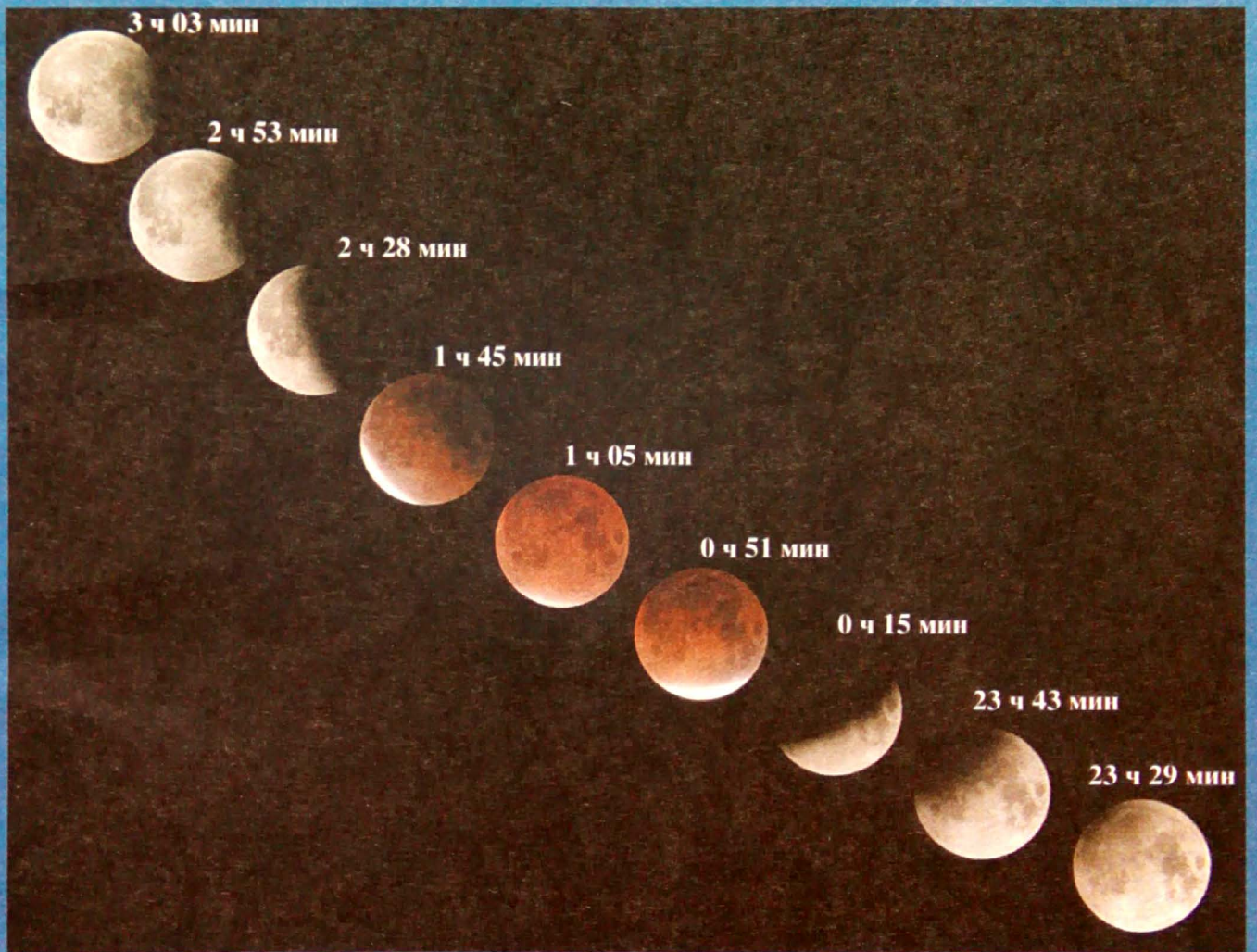
Свидетельство о регистрации № 2119 от 28.06.91
Учредители: Российская академия наук, Президиум

Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароновский пер., 26
Телефоны: (факс) 238-42-32, 238-29-66
E-mail: zevs@naukaran.ru

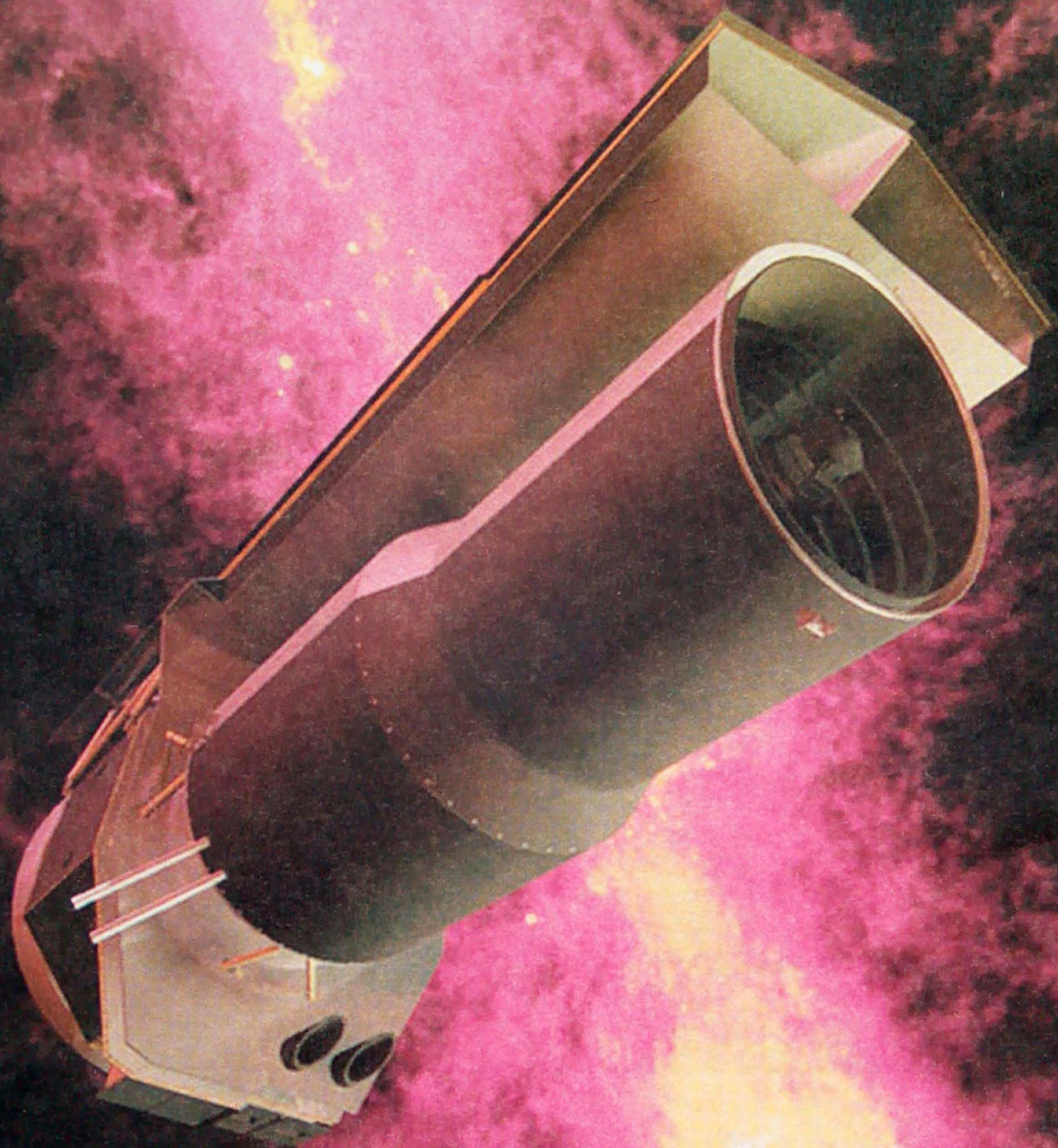
Web-страница журнала на сайте Московского планетария:
www.planetarium.ru/eu/eu_main.html

Оригинал-макет подготовлен МАНК “Наука/Интерпернодика”

Отпечатано в ППП “Типография Наука”
121099 Москва, Шубинский пер., 6



Аер. Обс. - Кyre



“НАУКА”
Индекс 70336