

ISSN 0044-3948

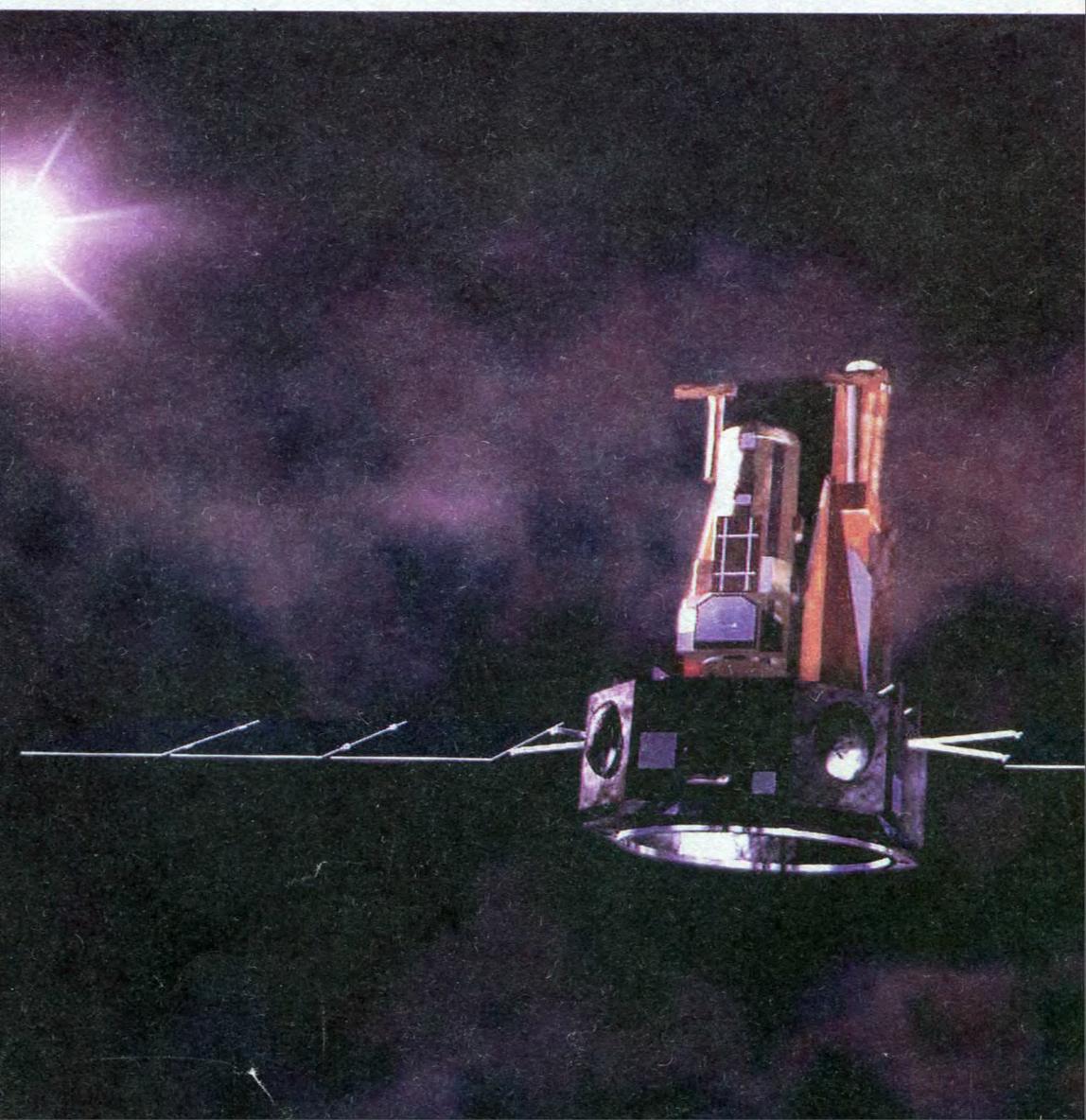
ЗЕМЛЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

И ВСЕЛЕННАЯ

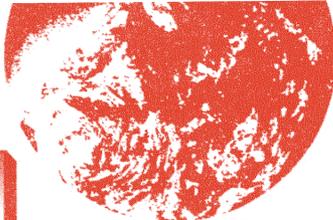
МАРТ – АПРЕЛЬ

2/2003





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



ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

2/2003

Новости науки и другая информация: Солнце в октябре–ноябре 2002 г. [15]; Катастрофа корабля “Колумбия” [35]; Научный форпост в точке Лагранжа [41]; Планы NASA по изучению Марса [62]; Новые книги [69, 108]; Новое о “космическом мусоре” [78]; Перспективы исследования Солнечной системы [92]; Растительность поглощает двуокись углерода [92]

В номере:

- 3 ГРЕБЕНЕВ С.А., СЮНЯЕВ Р.А. Международная астрофизическая лаборатория гамма-лучей “Интеграл”
17 ЗАЙЦЕВ А.В. Защита Земли от астероидно-кометной опасности

ЭКОЛОГИЯ

- 28 КОСАРЕВ А.Н., КОСТЯНОЙ А.Г., МИХАЙЛОВ В.Н. Арал, который мы теряем

ЛЮДИ НАУКИ

- 36 Рашид Алиевич Сюняев (к 60-летию со дня рождения)
42 ГАМБУРЦЕВ А.Г. Григорий Александрович Гамбурцев (к 100-летию со дня рождения)
50 КОЗЕНКО А.В. Джеймс Хопвуд Джинс (к 125-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 57 ЛЕВИН Б.В. Природные катастрофы: три научных форума

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 63 ЮРЕВИЧ В.А. Древняя астрономия Нового и Старого Света

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 70 Небесный календарь: май–июнь 2003 г.

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 76 БЕКЯШЕВ Р.Х. Менисковый 150-мм рефлектор на монтировке Добсона

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 79 ГЕРАСЮТИН С.А. Таблица запусков космических аппаратов в 2001 г.
93 КУЗЬМИН А.В. Имена созвездий

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 99 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., ГАБСАТАРОВА И.П. На этот раз “сейсмогроза” коснулась и Европы (апрель–сентябрь 2002 г.)

ПОГОДА ЗЕМЛИ

- 102 ПАРШИНА Л.Н., БУРЦЕВА Т.Н. 2002 г.: рекорд тепла за сто лет
109 Сводный указатель проблемных статей по астрономии, космонавтике и наукам о Земле, опубликованных в “Земле и Вселенной” в 1995–2002 гг.



© Российская академия наук,
Академиздатцентр “Наука”, 2003 г.

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

На стр. 1 обложки: Международная астрофизическая космическая лаборатория гамма-лучей "Интергал" на околоземной орбите проводит наблюдения далеких объектов Вселенной в галактической плоскости. Рисунок ESA (к ст. С.А. Гребенева и Р.А. Сюняева).

На стр. 2 обложки: Вверху – экипаж четвертой экспедиции посещения МКС, совершивший полет на новом российском КК "Союз ТМА-1" 28 октября – 10 ноября 2002 г.: Ю.В. Лончаков (бортинженер-2), С.В. Залётин (командир экипажа, РФ) и Франк де Винне (бортинженер-1, ESA, Бельгия). Фото С.А. Герасютина. Внизу – экипаж шестой основной экспедиции на МКС, приступивший к работе на станции в декабре 2002 г.: Д. Петитт, К. Бауерсокс (США) и Н.М. Бударин (РФ). Доставлен на борт станции КК "Индевор" (STS-113). Фото NASA.

На стр. 3 обложки: Вверху – расположение фиксированных волн цунами (кружки) и максимальных заплесков волн (столбики) (к ст. Б.В. Левина). Внизу – вид Аральского моря из космоса (в условных цветах). Четкий контур соответствует береговой линии 1960 г. Видно, что питавшие Арал реки – Амударья и Сырдарья – пересохли. Снимок сделан 8 сентября 2002 г. спутником "GOES" серии NOAA (к ст. А.Н. Косарева и др.).

На стр. 4 обложки: Очаги пожаров, вызванных длительной жарой летом 2002 г., и шлейфы дыма на Европейской территории России. Снимок сделан ИСЗ "Terra" 1 октября 2002 г. Фото NASA (к ст. Л.Н. Паршиной и Т.Н. Бурцевой).

In this issue:

- 3 GREBENEV S.A., SJUNYAJEV R.A. International Gamma-ray Astrophysics Laboratory "Intergal"
17 ZAJTZEV A.V. Protection of Earth Against Asteroid and Comet Danger

ECOLOGY

- 28 KOSAREV A.N., KOSTYANOV A.G., MIKHAILOV V.N. Aral Which We Are Losing

PEOPLE OF SCIENCE

- 36 Rashid Aljevich Sjunyaev (to the 60th birthday)
42 GAMBURTZEV A.G. Grigoriy Alexandrovich Gamburtzev (to the 100th birthday)
50 KOZENCO A.V. James Hawpwood Jeans (to the 125th birthday)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 57 LEVIN B.V. Natural Catastrophes: Three Scientific Forums

HISTORY OF SCIENCE

- 63 YUREVICH V.A. Ancient Astronomy of New and Old Worlds

AMATEUR ASTRONOMY

- 70 Celestial Calendar: May – June 2003

AMATEUR TELESCOPEBUILDING

- 76 BECKYASHEV R.H. 150-mm Meniscus Reflector on Dobson's Mount

DOSSIET FOR THE CURIOUS

- 79 GERASJUTIN S.A. Table of Spacecraft launches in 2001
93 KUZMIN A.V. Names of Constellations

CHRONICLE OF EARTH SEISMOLOGY

- 99 STAROVOJT O.E., CHEPKUNAS L.S., GABSATAROVA I.P. This Time "Seismic Storm" Touched the Europe Too (April – September 2002)

WEATHER ON EARTH

- 102 PARSHINA L.N., BURTZEVA T.N. Thermal Record of the Century
109 Summary Index of Problem Articles on Astronomy, Astronautics and Sciences about Earth Published in "Earth and Universe" in 1995–2002

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,
доктор физ.-мат. наук Л.В. ЗЕЛЕНЬИЙ,
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

Международная астрофизическая лаборатория гамма-лучей “Интеграл”

С. А. ГРЕБЕНЕВ,
доктор физико-математических наук,
руководитель Российского центра научных данных проекта
“ИНТЕГРАЛ”

Р. А. СЮНЯЕВ,
академик, научный руководитель
проекта “ИНТЕГРАЛ” от России
Институт космических исследований РАН



17 октября 2002 г. в 8 ч 41 мин по московскому времени с космодрома Байконур ракета-носитель “Протон-К” вывела на орбиту тяжелый спутник с Международной астрофизической лабораторией

гамма-лучей “Интеграл” на борту. Первые включения и проверки показали, что служебные системы и научная аппаратура спутника работают нормально. Успехом завершилась напряженная, более чем десятилетняя работа сотен специалистов всего мира по разработке и изготовлению приборов и спутника, адаптации носителя и его запуску. В ближайшие пять лет ученые смогут наблюдать и беспрепятственно исследовать наиболее таинственные и экзотические космические объекты – черные дыры и нейтрон-



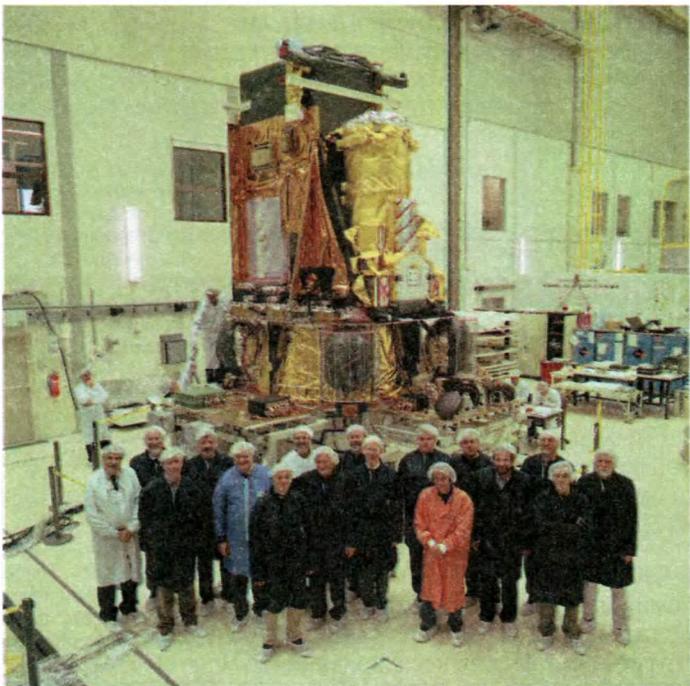
ные звезды, сверхновые и новые звезды, активные ядра галактик и квазары. Им предстоит разгадать многие доселе не раскрытые загадки Вселенной.

ИСТОРИЯ ПРОЕКТА

Идея создания лаборатории “Интеграл” (“Integral” – International gamma-ray astrophysics labora-

tory – Международная астрофизическая лаборатория гамма-лучей) возникла в конце 1980-х гг. на фоне эйфории от сенсационных результатов, получен-

ных в ходе рентгеновских и гамма-наблюдений Сверхновой 1987А – самой близкой к нам сверхновой, вспыхнувшей за последние 400 лет.



Члены научной рабочей группы проекта "ИНТЕГРАЛ" в Европейском центре космических технологий. На втором плане – летный образец астрофизической обсерватории. 26 марта 2002 г. Фото ESA.

Впервые были найдены непосредственные подтверждения синтеза огромного (около 0.1 массы Солнца) количества радиоактивных элементов при взрывах сверхновых. Модуль "Квант" орбитальной станции "Мир" (Земля и Вселенная, 2000, № 6) зарегистрировал жесткий рентгеновский континуум, связанный с рассеянием фотонов гамма-линий радиоактивного распада ^{56}Co на электронах расширяющейся оболочки сверхновой, а затем, спустя полгода, приборы на баллонах зарегистрировали сами эти линии. Стало понятно, как много могут дать науке наблюдения подобных объектов, а также ряда других источников, в которых происходят ядерные реакции.

Обнаружение аннигиляционных линий электронов и позитронов в спектрах ряда компактных источни-

ков астрофизической космической обсерваторией "Гранат" (Земля и Вселенная, 1998, № 6) вызвало еще больший интерес ученых к исследованию гамма-линий. Стала очевидной необходимость создания научного спутника, более чувствительного, чем "Квант" и "Гранат", и потому способного наблюдать далекие сверхновые, активные ядра галактик и квазары, обладающего к тому же на один-два порядка лучшим энергетическим и хорошим угловым разрешением.

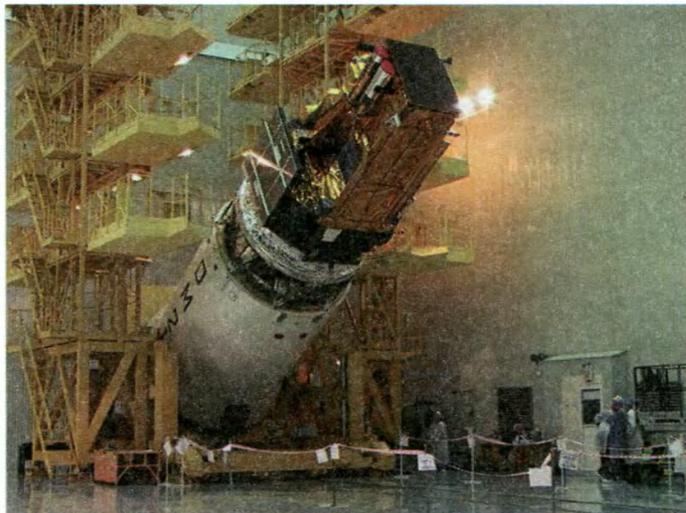
В 1991 г. NASA запустило обсерваторию гамма-лучей им. А. Комптона ("CGRO"), выполнившую ряд уникальных наблюдений, прежде всего по исследованию гамма-всплесков. Ее наблюдения излучения плоскости Галактики в линиях аннигиляции позитронов и электро-

нов и радиоактивного ^{26}Al подтвердили необходимость высокого энергетического и углового разрешения для успеха наблюдений в области ядерной астрофизики. С проектом "ИНТЕГРАЛ" у европейских ученых, пионеров гамма-астрономии (9 августа 1975 г. они запустили первый гамма-спутник "COS-B"), появилась возможность вернуть утраченные позиции. С самого начала Россия активно участвовала в проработке и реализации проекта. Ей принадлежит четверть данных всех наблюдений. Со времен космической обсерватории "Гранат" и модуля "Квант" (запущенных более 14 лет назад) это самый крупный космический эксперимент в области астрофизики с российским участием.

СПУТНИК И ОРБИТА

Платформа и служебные системы космического аппарата, отвечающие за энергоснабжение, управление полетом и связь с Землей, выполнены на базе типовой платформы, разработанной для астрофизического спутника "XMM-Newton" (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Использование готового служебного модуля значительно удешевило миссию. Стартовый вес спутника – 4.1 т, вес научной аппаратуры – 2 т, высота – 5 м, ди-

Спутник "Интеграл" в собранном виде со всеми научными приборами после интегрирования с разгонным блоком "ДМ-3" ракеты-носителя "Протон-К". Выполняется операция перевода в горизонтальное положение для установки головного обтекателя. Монтажно-испытательный корпус космодрома Байконур. Фото ESA.



аметр – 3.7 м, размах панелей солнечных батарей в развернутом состоянии – 16 м. Стабилизацию спутника обеспечивают гиродины, при маневрировании используются газовые двигательные установки. Предполагается, что спутник проработает на орбите не менее 5 лет, хотя гарантированное время составляет 2 года.

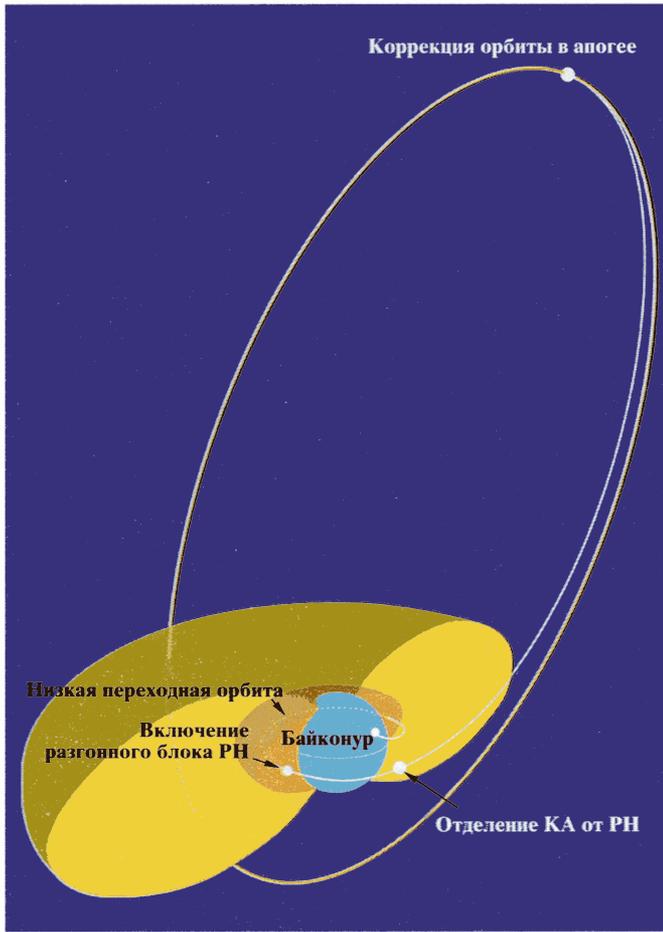
Спутник "Интеграл" выведен на высокоэллиптическую геостационарную орбиту с периодом обращения 72 ч, высотой перигея 9049 км, высотой апогея 153 657 км, наклонением 52.2°. На этой орбите 90% времени он будет находиться вне радиационных поясов Земли (выше 40 000 км) – в условиях, благоприятных для непрерывных наблюдений радиационно-чувствительными приборами. Рабочая орбита была достигнута в несколько этапов. Через ~ 10 мин после старта в результате успешной работы первых трех ступеней ракеты-носителя "Протон-К" спутник оказался на низкой промежуточной орбите Земли. Спустя 50 мин включился разгонный блок "ДМ-3" ракеты-носителя, поднявший апогей орбиты до расчетного значения. Произо-

шло отделение спутника от разгонного блока. Подъем перигея примерно с 700 до 153 000 км осуществлялся в течение следующих нескольких витков последовательными включениями двигательной установки спутника.

Вывод на орбиту контролировали станции слежения на территории России и на Байконуре, а также специально установленная мобильная станция в Южной Америке. После запуска управление спутником было передано Центру управления полетом в Европейском центре космических операций в Дармштадте (Германия). С этого момента слежение за спутником, прием телеметрии и передача команд осуществляются через антенны в Реду (Бельгия) и Голдстоуне (США). Научная информация поступает из Дармштадта в Европейский центр научных данных проекта "ИНТЕГРАЛ" в Версуа (Швейцария), а оттуда распределяется по всему миру. Российская доля данных наблюдений

спутника передается в Российский центр научных данных проекта (РЦНД), организованный в Институте космических исследований РАН (ИКИ РАН, Москва).

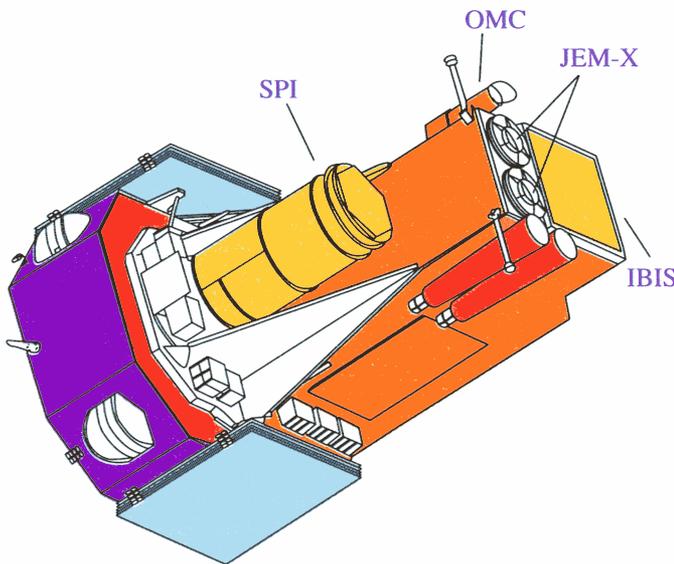
Разработка и реализация проекта "ИНТЕГРАЛ" осуществляются Европейским космическим агентством (ESA) совместно с Россией (Росавиакосмос) и США (NASA). Полная стоимость проекта для ESA (стоимость спутника, операций с ним, приема и передачи телеметрии) составила 330 млн. евро. Не менее 300 млн. евро затратили научные учреждения стран Европы на разработку и изготовление приборов и создание Европейского центра научных данных. Вклад NASA – одна из приемных станций и доступ к ноу-хау в изготовлении научной аппаратуры (в частности, охлаждаемых германиевых детекторов). Россия предоставила ракету-носитель "Протон" и отвечала за подготовку спутника к запуску, изготовление адаптера для ин-



Вывод астрофизической обсерватории "Интеграл" на рабочую орбиту РН "Протон". Рисунок ESA.

тегрирования с носителем, вывод спутника на заданную орбиту и создание РЦНД. Работы координировали Росавиакосмос и РАН. Основной их объем пришелся на ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, РКК "Энергия" им. С.П. Королева, службы космодрома Байконур и ИКИ РАН.

Выделив России 25% всех научных данных, ESA высоко оценило ее вклад в проект (на уровне 200 млн. евро, что заметно превышает коммерческую стоимость запуска). Причина такой высокой оценки заключается в уникальной орбите, которую обеспечивает "Протон" и на которую спутник не может быть выведен ни одним другим носителем (в ходе проработки проекта в качестве запасных носителей рассматривались европейский "Ариан-5" и американский "Титан-3"). Орбита "Протона" позволяет спутнику значительно дольше находиться вне радиационных поясов Земли, что обеспечивает выигрыш почти 30% в наблюдательном времени. При выборе "Протона" учитывалась и его не имеющая аналогов надежность — из почти



Размещение научных приборов на борту космической обсерватории "Интеграл" (солнечные панели в сложенном положении). Рисунок ESA.

300 стартов лишь несколько закончились неудачей.

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА

Космическая лаборатория “Интеграл” предназначена для исследований в области ядерной астрофизики и астрофизики высоких энергий. На борту находятся приборы для сверхтонкой (с разрешением 2.2 кэВ на энергии 1 МэВ) гамма-спектроскопии космических источников, их локализации и картографирования с высоким (минуты дуги) угловым разрешением в диапазоне 15 кэВ–10 МэВ с одновременным мониторингом в рентгеновском (3–35 кэВ) и оптическом (550 нм) диапазонах. Для построения изображений в рентгеновских и гамма-лучах используется принцип кодирующей апертуры, т.е. восстановление изображения по мозаике теней, создаваемых на позиционно-чувствительном детекторе непрозрачными элементами расположенной над ним кодирующей маски.

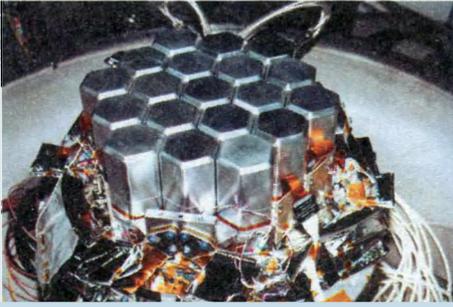
Гамма-спектроскопия осуществляется прибором SPI, по своим параметрам и чувствительности намного превосходящим все приборы, когда-либо работавшие в космосе в этом диапазоне. Высочайшее энергетическое разрешение (отношение энергии, на которой регистрируется гамма-линия, к ее ширине $E/\Delta E \sim 500$) обеспечивают 19 гексагональных германиевых детекторов, охлаждаемых до температуры 90 К. Размер грани каждого детектора – 3.2 см, высота – 7 см. Расположенная на высоте 1.7 м

над плоскостью детектора маска обеспечивает угловое разрешение 2.5° в поле зрения диаметром 16° (полностью кодируемая область, размер полного поля зрения 25°). Маска, состоящая из 127 прозрачных и непрозрачных элементов, сделана из вольфрамовой пластины толщиной 3 см. Для гамма-фотонов, регистрируемых прибором, маска меньшей толщины была бы прозрачной на высоких энергиях. Весь спектрометр для снижения фона покрыт защитой из кристаллов висмута-германата оксида (BGO), работающей по принципу антисовпадений, и даже прозрачные элементы маски закрыты снизу пластиковыми сцинтилляторами. В результате прибор, не самый большой по размерам, оказался самым тяжелым (1.3 т). В данном случае цель оправдывала средства. За создание этого прибора отвечали Центр космических исследований в Тулузе (Франция) и Институт внеземной физики Общества Макса Планка (Германия).

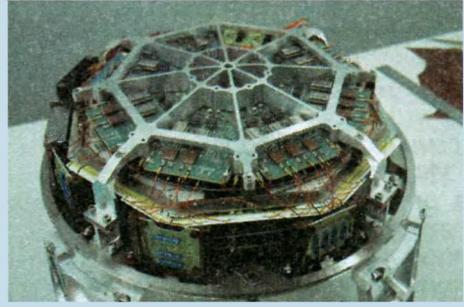
Гамма-телескоп IBIS, предназначенный для построения изображений, имеет более высокое угловое разрешение – 12' в полностью кодируемом поле зрения 9° × 9° – при умеренном (8% на 1 МэВ) спектральном разрешении. Телескоп оснащен двумя детекторными слоями – верхним ISGRI, состоящим из 16384 элементов (сплав CdTe) размером 4 × 4 × 2 мм, чувствительных в диапазоне до 200 кэВ, и нижним PICsIT – из 4096 элементов (сплав CsI) размером 9 × 9 × 30 мм, чувстви-

тельных в диапазоне выше 150 кэВ.

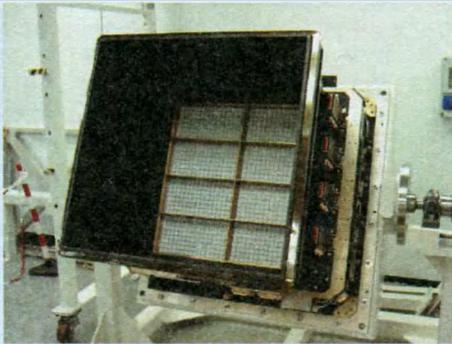
Детектор площадью около 3000 см² уникален как по используемым материалам (полупроводникам на основе сплава CdTe), так и по конструкторскому решению (двухслойной структуре с матрицами из десятков тысяч элементов). Для сравнения: телескоп СИГМА на борту обсерватории “Гранат” (по задачам и параметрам – прообраз телескопа IBIS) имел в качестве детектора один большой кристалл CsI, место высвечивания энергии гамма-кванта в котором определял набор фотоумножителей. Такой кристалл характеризовался очень большим внутренним шумом, ограничивающим чувствительность прибора. Наличие двух детекторных слоев в телескопе IBIS позволяет отслеживать траекторию фотона в трех измерениях и точнее измерять его энергию и направление прихода. Более высокое по сравнению с прибором SPI угловое разрешение обеспечивается как лучшим пространственным разрешением детекторов (размером отдельного элемента – пиксела), так и увеличением расстояния между кодирующей маской и верхней плоскостью детектора до 3.2 м. Масса телескопа – 630 кг. Его разработку и изготовление осуществляли Институт космической астрофизики в Риме, Институт космических технологий и исследований внеземных излучений в Болонье (Италия) и Центр астрофизических исследований Комиссии по атомной энергии в Сакле (Франция).



Германиевые детекторы гамма-спектрометра SPI. Фото ESA.



Детектор рентгеновского телескопа JEM-X. Фото ESA.



Детектор гамма-телескопа IBIS. Фото ESA.

ются две позиционно-чувствительные газовые камеры, заполненные смесью ксенона и метана под давлением 1.5 атм, катодами и анодами в них служат стеклянные пластины с нанесенными металлическими штрихами – микрострипами. Телескоп во многом похож на рентгеновский телескоп АРТ-П отечественного производства, успешно работавший на спутнике “Гранат” (Земля и Вселенная, 1989, № 3; 1990, № 1; 1991, № 2; 1992, № 2; 1993, №№ 1, 6; 1994, № 2; 1998, № 6), или на англо-голландский телескоп ТТМ на модуле “Квант”. Разработчик JEM-X – Институт космических исследований Дании.

Монитор ОМС должен осуществлять синхронные с основными приборами наблюдения рентгеновских и гамма-источников в оптическом диапазоне. Он способен регистрировать объекты до 18.2^m (за 1000 с), но не ярче 7–8^m. Это классический телескоп-рефрактор с расположенной в фокальной плоскости ПЗС-матрицей из 2048×1024 чувствительных элементов. Его особенность – относительно большое поле зрения, $5^\circ \times 5^\circ$, при угло-

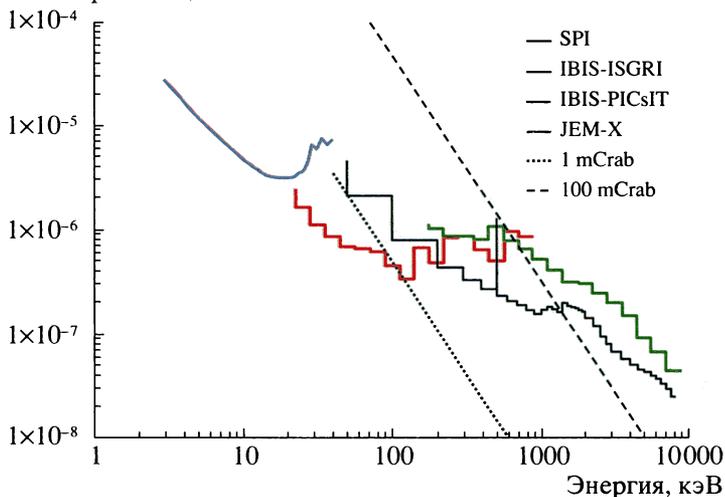
Лаборатория “Интеграл” оснащена также вспомогательными приборами: двумя рентгеновскими телескопами JEM-X, оптическим монитором ОМС и монитором заряженных частиц IREM. Они позволяют ученым исследовать космические источники одновременно в широчайшем диапазоне энергий. В этом “Интеграл” перехватывает эстафету у обсерваторий на модуле “Квант” орбитальной станции “Мир” и спутнике “Гранат”. Их весомый вклад в рентгеновскую и гамма-астрономию во многом был связан со способностью к проведению широкополосной спектроскопии.

Телескопы JEM-X чувствительны в диапазоне

3–35 кэВ, имеют спектральное разрешение 16% на 6 кэВ и угловое разрешение $3'$ в поле диаметром 4.8° . Точность локализации для ярких источников достигает $20''$. Кодировочные маски размещены на той же высоте, что и маска телескопа IBIS, но имеют большее число непрозрачных элементов – 75% (маски IBIS и SPI – 50%). Такое конструкторское решение поможет телескопу наблюдать очень яркие рентгеновские источники, поток фотонов от которых превышает возможности телеметрии, и слабые источники, расположенные в густонаселенных областях неба и поэтому наблюдаемые в условиях “повышенного фона”. Детекторами явля-

График чувствительности приборов космической обсерватории "Интеграл" к излучению с непрерывным спектром. Сплошные линии – поток фотонов определенной энергии, который будет зарегистрирован за 1 млн. секунд на уровне достоверности 3σ . Штриховой и пунктирной линиями показаны источники, подобные известному рентгеновскому объекту – туманности в Крабе, но с потоками в 10 и 1000 раз меньшими.

Поток фотонов, $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1} \text{кэВ}^{-1}$



вом разрешении $17.6''$ и возможность получать и передавать на Землю изображения со сравнительно небольшой экспозицией, 10–100 с. Как и для телескопа JEM-X, одной из важнейших задач ОМС будет высокоточная локализация источников жестких излучений, в том числе новых и нестационарных источников, а также рентгеновских и гамма-всплесков. Прибор ОМС создан в Лаборатории космической астрофизики и фундаментальной физики Национального института аэрокосмической техники Испании.

Монитор заряженных частиц IREM служит в основном для измерения фоновой ситуации на орбите, но может применяться и с чисто научными целями, например, чтобы определить происхождение зарегистрированного гамма-всплеска: солнечное или космическое. Монитор создан в Институте Поля Шеррера (Швейцария).

Приборы спутника "Интеграл" имеют очень высокую чувствительность в гамма-диапазоне и достаточно высокую – в рентгеновском и оптическом диапазонах. При излучении в

узкой гамма-линии с энергией порядка 1 МэВ источник будет зарегистрирован за 1 млн. секунд на уровне достоверности 3σ (вероятность, что это не случайный выброс, равна 99.7%), если поток его излучения равен 5×10^{-6} фотонов $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1}$.

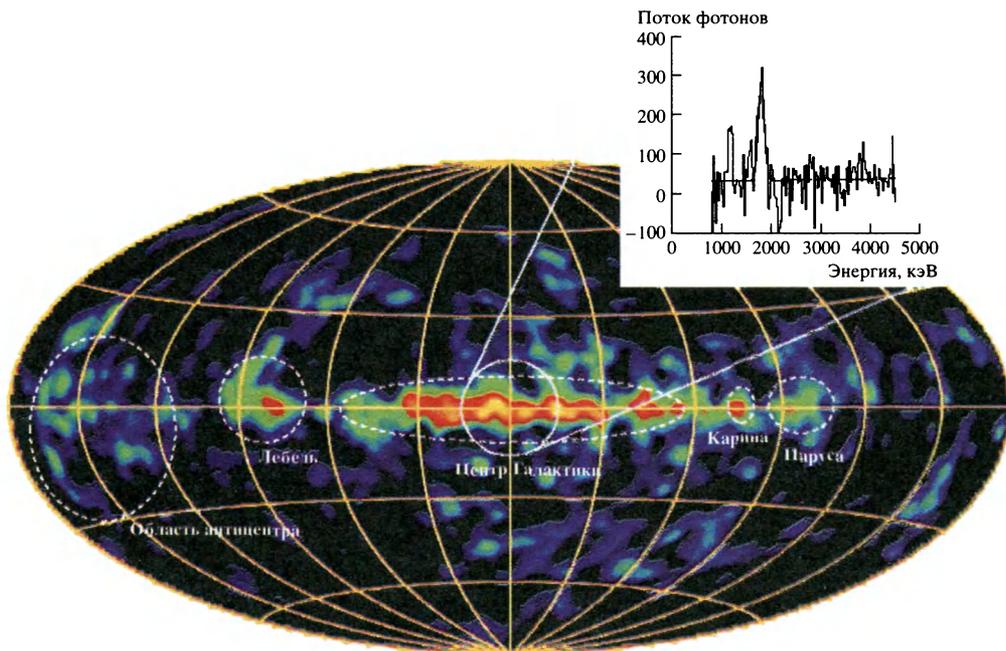
Чувствительность спутника "Интеграл" к гамма-линиям более чем на порядок выше чувствительности, достигнутой в предыдущих экспериментах на космических обсерваториях "HEAO-3" и "CGRO" (приборы OSSE и COMPTEL).

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ

Способность к проведению сверхтонкой гамма-спектроскопии делает "Интеграл" прежде всего лабораторией для исследования ядерных процессов, происходящих в космосе. Среди относящихся к этой области исследований задач, имеющих приоритет в программе наблюдений спутника, выделим:

1. Исследование **ядерных (^{26}Al , ^{22}Na , ^{44}Ti , ^{56}Co , ^{57}Co) гамма-линий**, возни-

кающих из-за синтеза радиоактивных элементов в момент гибели звезд (взрывы сверхновых), а также при вспышках новых звезд. Примером может служить жесткое рентгеновское и гамма-излучение Сверхновой 1987А, вспыхнувшей в 1987 г. в ближайшей к нам галактике – Большом Магеллановом Облаке. При взрыве образовалось $0.07M_{\odot}$ радиоактивного ^{56}Ni , который за несколько дней превратился в ^{56}Co – тоже радиоактивный с периодом полураспада 77 сут., в свою очередь превратившийся в железо (^{56}Fe). В процессе распада испускаются гамма-кванты в линиях, наиболее сильными из которых являются линии с энергиями 847 и 1237 кэВ. Эти линии зарегистрированы в баллонных экспериментах. Выделяется также большое количество позитронов, которые аннигилируют с образованием линии 511 кэВ. В первые годы после взрыва оболочка практически непрозрачна для гамма-излучения, по-



этому поток в линиях был сильно ослаблен. Большая часть гамма-фотонов испытывала многократные комптоновские рассеяния в непрозрачной оболочке, теряя свою энергию и формируя жесткое рентгеновское излучение с непрерывным спектром. Такой жесткий рентгеновский континуум был впервые зарегистрирован приборами модуля "Квант". "Интеграл" сможет наблюдать от подобной, но намного более далекой сверхновой как континуум, так и гамма-линии прямого вылета, что позволит определить изотопный состав образовавшихся при взрыве радиоактивных элементов и степень их перемешивания в оболочке сверхновой.

2. Детальное исследование и картографирование диффузного излучения нашей Галактики в линии 1.8 МэВ радиоактивного ^{26}Al . Это излуче-

ние, в частности, зарегистрировано телескопом COMPTEL космической обсерватории "CGRO". Оно может быть связано либо со взрывами новых звезд, либо со звездным ветром молодых горячих звезд в областях активного звездообразования. "Интеграл" попытается разгадать природу этого излучения.

3. Исследование аннигиляционного излучения электронов и позитронов в линии 511 кэВ. Широко известно диффузное излучение в данной линии, наблюдаемое вдоль галактической плоскости и вблизи галактического центра. Вопрос о его происхождении остается нерешенным. Связано это излучение со взрывами сверхновых или оно образуется при взаимодействии космических лучей с гигантскими облаками молекулярного водорода, расположенными в этой области? Как много

Распределение галактического диффузного излучения в линии 1.8 МэВ радиоактивного ^{26}Al , по данным телескопа COMPTEL (космическая обсерватория "CGRO"). На врезке показан спектр гамма-излучения вблизи линии 1.8 МэВ.

позитронов аннигилируют через образование позитрония по сравнению с прямой аннигиляцией электрон-позитронных пар? При аннигиляции в условиях холодной плотной межзвездной среды (в молекулярных облаках) образование позитрония более эффективно, чем в условиях горячей разреженной плазмы. Не ясно, какой вклад в диффузное излучение вносят компактные рентгеновские источники. Так, спутник "Гранат" зарегистрировал короткие (порядка суток) однократные вспышки в линии 511 кэВ в спектрах излучения двух галактических

черных дыр – рентгеновской новой в созвездии Мухи, вспыхнувшей в 1991 г., и сверхжесткого источника 1E1740.7–2942, получившего второе название “Великий Аннигилятор”. Спутник “Гранат” не был приспособлен для исследования диффузного излучения в гамма-линиях, а спутники, занимавшиеся такими исследованиями ранее, имели слишком плохое угловое разрешение. Первым спутником, который сможет дать ответ, будет “Интеграл”.

4. Изучение ядерных гамма-линий, рождающихся при взаимодействии космических лучей с межзвездной средой. Имеются ввиду не столько космические лучи в окрестности Земли, сколько процессы в астрофизических объектах – областях активного образования звезд, молекулярных облаках, в двойных системах – при облучении поверхности нормальной звезды космическими лучами, ускоренными нейтронной звездой или черной дырой. Свидетельство существования таких линий получено, в частности, обсерваторией “CGRO” при наблюдении области звездообразования в Орионе. Наблюдались линии с энергиями в диапазоне 4–8 МэВ. Значимость наблюдений оказалась недостаточно высокой, поэтому данный результат требует тщательной проверки. Провести детальный анализ и дать окончательное заключение о существовании и природе этих линий предстоит лаборатории “Интеграл”.

5. Исследование ядерных процессов, происходящих при вспышках на

Солнце, в первую очередь излучения в линии дейтерия 2.2 МэВ.

Назовем и другие важнейшие задачи, которые будет решать лаборатория “Интеграл”. Прежде всего это исследование жесткого рентгеновского и гамма-излучения, формирующегося при аккреции вещества на черные дыры и нейтронные звезды в двойных звездных системах. Речь прежде всего идет о широкополосной спектроскопии этих источников и исследовании переменности их излучения. Наблюдения модуля “Квант” и обсерватории “Гранат”, а затем американских спутников “RXTE” (Земля и Вселенная, 1997, № 2) и “CGRO” показали, что такие рентгеновские источники могут находиться в нескольких спектральных состояниях, соответствующих разным режимам аккреции. “Интеграл”, оптимально приспособленный для проведения широкополосной спектроскопии рентгеновского и гамма-излучения, продолжит исследование этих удивительных объектов. Важнейшей задачей обсерватории станет изучение вещества, выбрасываемого с релятивистскими скоростями из ядер галактик и квазаров, а также микроквазаров, обнаруженных недавно в нашей Галактике. Отметим, что первый микроквазар, рентгеновский источник GRS1915–105, был обнаружен спутником “Гранат”. Исследование магнетаров – быстро вращающихся нейтронных звезд со сверхсильным магнитным полем, проявляющих себя

повторяющимися сверхмощными всплесками мягкого гамма-излучения. Сегодня известно шесть таких объектов, отождествленных с остатками молодых сверхновых. Большинство из них открыто с помощью отечественной аппаратуры “Конус”, установленной на спутниках “Прогноз”, “WIND”, АМС серии “Венера” и многих других. “Интеграл” будет вести мониторинг появления транзитных источников жесткого излучения и рентгеновских новых, а также исследование долговременной переменности “стационарных” рентгеновских источников. Для этого организованы регулярные наблюдения области галактического центра и еженедельные сканирования галактической плоскости. Это позволит открыть десятки новых слабых и транзиентных источников. “Интеграл” сможет внести заметный вклад в исследование космических гамма-всплесков, в том числе их послесвечений. Большие поля зрения основных гамма-приборов обсерватории (SPI и IBIS) позволят регистрировать около шести гамма-всплесков в год внутри поля зрения. Три таких гамма-всплеска уже были зарегистрированы телескопом IBIS в ноябре 2002 г. – январе 2003 г. Для таких гамма-всплесков будет выполнена высокоточная локализация и, благодаря специальным решениям, оперативно организованы оптические (наземные и с помощью монитора ОМС) и радионаблюдения. Таким образом планируется провести синхронные наблю-

дения в широчайшем диапазоне энергий раннего послесвечения гамма-всплесков. В этом "Интеграл" повторит программу научного спутника "Верро-SAX" (Земля и Вселенная, 1997, №5), вошедшего в историю именно ранней локализацией всплесков, что позволило отождествить их источники с удаленными галактиками, доказав их космологическое происхождение. "Интеграл" сможет исследовать временные профили гамма-всплесков, зарегистрированных активной защитой прибора SPI.

ПРОГРАММА НАБЛЮДЕНИЙ

Наблюдения лаборатории "Интеграл" проводятся в рамках двух программ: Основной и Общей. В Основную программу входят специальные наблюдения, направленные на реализацию ключевых научных задач проекта и требующие большой экспозиции и сложной схемы перенаведений. Это еженедельные сканы галактической плоскости (для поиска ярких вспыхивающих или нестационарных источников), глубокие обзоры густозаселенного поля галактического центра (для картографирования диффузного излучения этой области в континууме и гамма-линиях), наблюдения ряда пекулярных точечных источников.

Данные, полученные в рамках Основной программы, принадлежат Научной рабочей группе (НРГ) проекта "ИНТЕГРАЛ". Это своеобразная компенсация создателям приборов и другим разработчикам

проекта за их многолетние усилия по его реализации. В НРГ два отечественных представителя – авторы этой статьи. Через них наша страна получит доступ к 24% всех данных этой программы. Поскольку зачастую в ходе одного наблюдения в поле зрения приборов попадает много источников и их исследования ведутся сразу по нескольким направлениям (спектроскопия, регистрация наблюдений, изучение диффузной компоненты), работа с данными этой программы организована нетривиальным образом. Был составлен список из всех возможных научных задач, реализуемых в рамках программы, и, по рекомендации членов НРГ, назначены ученые, ответственные за решение этих задач и подготовку публикаций. Результаты необходимо опубликовать в течение года после проведения наблюдений, т.к. спустя год данные становятся общедоступными. Самое сложное было добиться, чтобы научная значимость задач, доставшихся России, действительно отражала высокую квоту наблюдательных данных – 24%. На Основную программу отведено 35% всего наблюдательного времени в первый год работы лаборатории, 30% – во второй и 25% – в последующие. Остальное время принадлежит Общей программе.

Наблюдения в рамках Общей программы организованы по принципу "национальной обсерватории", т.е. проводятся на основе открытого конкурса заявок специалистов из разных научных институ-

тов и университетов России и мира. Стоимость космического проекта оказывается слишком высокой, чтобы его плоды достались лишь одной группе ученых, даже если они потратили многие годы на его реализацию. Любой ученый имеет право подать заявку и, если она соответствует техническим требованиям, содержит интересную идею и может привести к весомому научному результату, получить наблюдательное время, а затем и результаты проведенного исследования – для анализа и опубликования. В течение года руководитель заявки должен представить в один из ведущих научных журналов подготовленный для печати материал, т.к. по прошествии этого срока данные поступят в архив и станут доступными для ученых всего мира. Квота России в этой программе – 27% наблюдательного времени.

Конкурс заявок проходит раз в год. Их отбор проводится Европейским программным комитетом, состоящим из 25–30 независимых авторитетных ученых и экспертов. Четверть его членов составляют российские специалисты. Их важнейшая задача – добиваться того, чтобы российская квота данных была максимально заполнена приоритетными заявками, способными обеспечить реальный научный выход. Для облегчения их работы российские заявки в соответствии с "Соглашением между Росавиакосмосом и ESA по проекту "ИНТЕГРАЛ" должны пройти экспертизу и получить

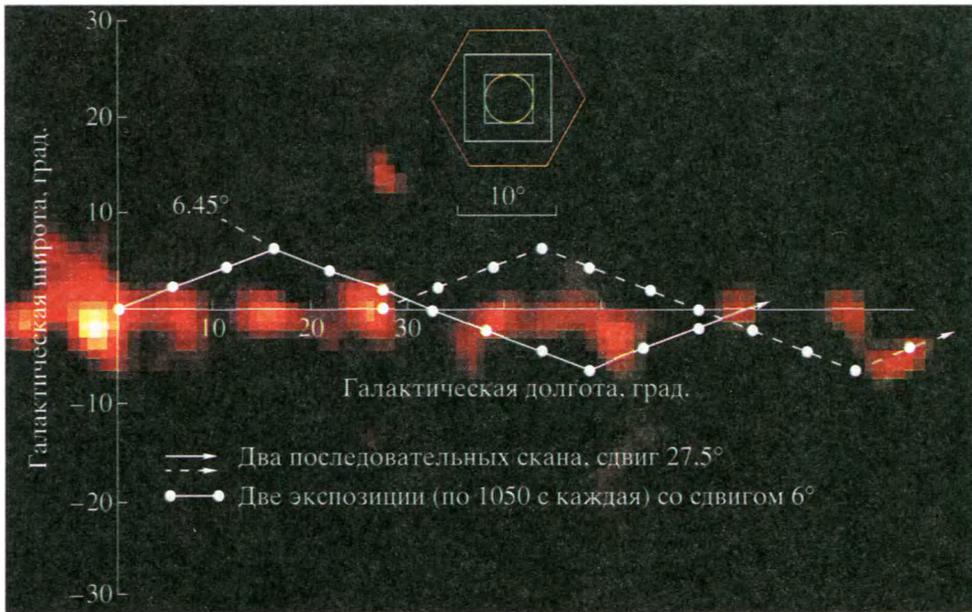


Схема проведения сканирования галактической плоскости приборами спутника "Интеграл". Каждая точка соответствует отдельному наведению обсерватории (расстояние между ними составляет 6°).

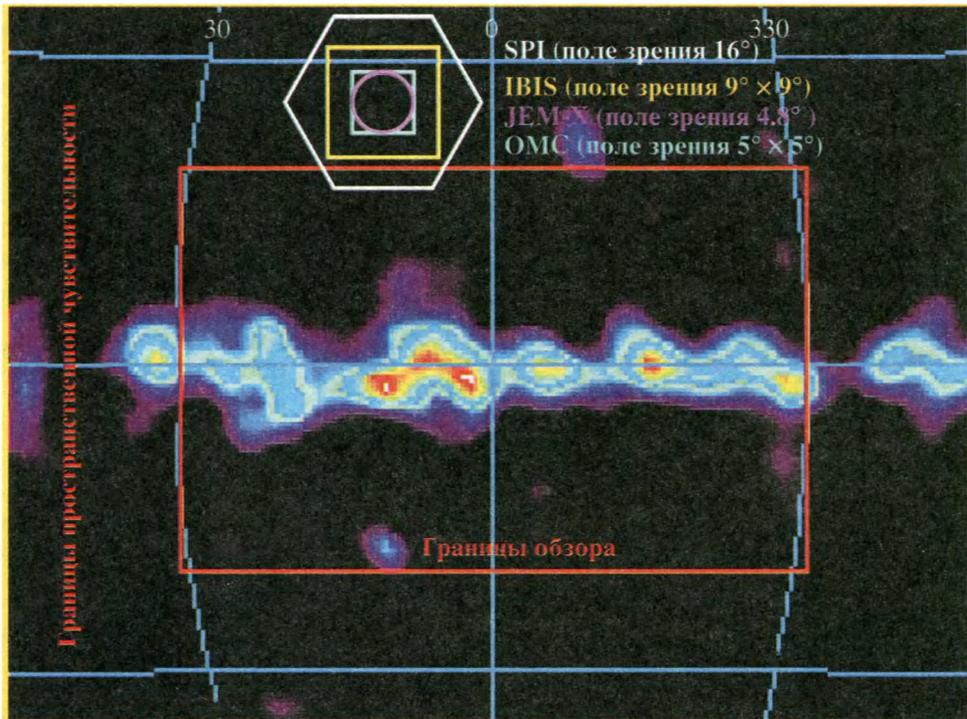


Схема глубокого наведения приборов "Интеграла" на поле галактического центра (поле открыто сетью точек наведения со сдвигом 2°).

Для сравнения схематически показано поле зрения приборов "Интеграла". Рисунки ESA.

рейтинговую оценку Российского программного комитета проекта, состоящего из 19 ведущих специалистов России в области астрофизики высоких энергий.

Сбор заявок на наблюдения в течение первого года работы обсерватории завершился 16 февраля 2001 г. Он показал крайне высокую активность ученых и их огромный интерес к проекту "ИНТЕГРАЛ" и возможность для научных исследований, которые он открывает. В самом деле, подана 291 заявка на наблюдения с полным временем 323 млн. секунд. Доступное же время наблюдения в рамках этой программы составляло всего 17 млн. секунд, т.е. время превышено в 19 раз! Для сравнения: превышение запрошенного времени над имеющимся составляло по проектам: "ХММ" – 6.8 раза, COMPTEL ("CGRO") – 2.5 раза, "Верро-SAX" – 5 раз. От России подано 35 заявок на наблюдения с экспозицией 37.5 млн. секунд при доступном времени 4.7 млн. секунд, превышение по времени – в 8 раз! Заявки поступили из следующих научных организаций: ГАИШ МГУ, ИКИ РАН, Институт астрофизики МИФИ, ИПФ РАН (Ниžний Новгород), Казанский университет, ЛТФ ОИЯИ (Дубна), НИИЯФ им. Скобелциной МГУ, Физфак МГУ, ФТИ им. Иоффе РАН (СПб), Технический университет (СПб). Для реализации было отобрано 11 российских заявок с полным временем наблюдения 5.75 млн. секунд. Список заявок можно найти на сайте <<http://hea.iki.rssi.ru/integral>>. Это первый для ученых

нашей страны опыт использования космического аппарата в режиме открытого конкурса заявок. До сих пор мы имели подобный опыт только в использовании наземных телескопов.

РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР НАУЧНЫХ ДАННЫХ

Как уже упоминалось, российские ученые получают около 25% данных всех наблюдений обсерватории "Интеграл" через Российский центр научных данных (РЦНД) проекта. Если продолжительность работы спутника составит 2 гарантированных года, каждые сутки наблюдательно-го времени будут стоить около 1 млн. евро. Чтобы эти деньги максимально оправдали себя и привели к многочисленным публикациям по результатам проведенных исследований, в ИКИ РАН и был создан РЦНД. Он будет получать данные российской квоты наблюдательного времени из Европейского центра научных данных (ЕЦНД) в Швейцарии и передавать их российским наблюдателям для научной обработки и анализа. Информация будет предоставляться не в "сыром" виде, а после предварительной обработки разного уровня вместе с необходимым программным обеспечением, так что наблюдатель, имеющий опыт работы с астрономическими данными, сможет справиться и с обработкой данных обсерватории "Интеграл". Данные будут передаваться наблюдателям разными (удобными для них) способами: по Интернету, на разнообразных носителях

информации. Из ЕЦНД данные будут поступать на высокоплотных носителях, не доступных обычным пользователям. Предполагается, что за пять лет работы через РЦНД пройдет несколько тысяч гигабайт научной информации, связанной с наблюдениями в рамках российской квоты данных. Вся информация будет записана в архив данных, создаваемых в РЦНД. Российский центр будет также содействовать доступу отечественных специалистов к архиву данных обсерватории "Интеграл", находящегося в ЕЦНД, и оказывать помощь российским ученым в работе, для чего в РЦНД организован специальный учебный класс. В круг задач РЦНД входит также объявление о начале очередного конкурса заявок, помощь российским наблюдателям в их подготовке, а Российскому программному комитету в сборе и оценке их технической осуществимости. Полный список задач, за которые будет отвечать РЦНД, можно найти на упомянутом выше сайте. Оборудование РЦНД приобретено за счет целевого финансирования, выделенного РАН.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

За время, прошедшее с момента запуска спутника "Интеграл", выполнен огромный объем работ, направленных на повышение перигея орбиты, включение, охлаждение и дегазацию приборов и их испытания. Проведены длительные калибровочные наблюдения яркого рентге-

новского источника Лебедь X-1. Получены первые незапланированные научные результаты – зарегистрированы десятки космических гамма-всплесков защитой прибора SPI, одна солнечная вспышка – основным детектором этого прибора, в ее спектре обнаружены мощные ли-

нии гамма-излучения, три всплеска зарегистрированы в поле зрения телескопа IBIS. Имеются первые изображения звездного неба в видимом свете, в рентгеновских и гамма-лучах. Регулярно проводятся сканы галактической плоскости и наблюдения в рамках Общей программы

(уже реализованы две российские заявки). Обнаружен первый транзитный рентгеновский источник IGR J16318-4848. Можно уверенно сказать, что все работает удивительно хорошо и четко, в ряде случаев даже лучше, чем предполагалось.

Информация

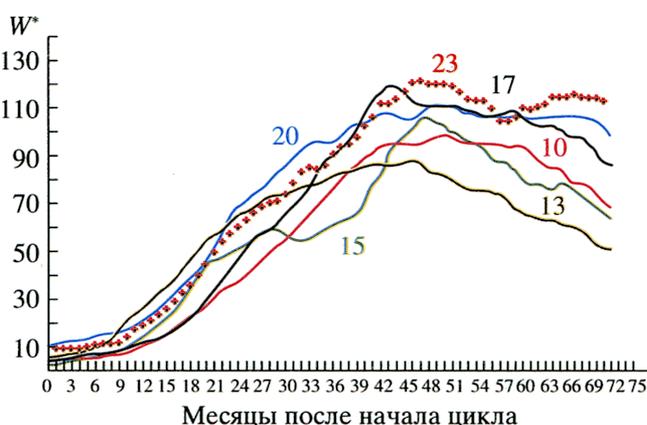
Солнце в октябре – ноябре 2002 г.

Солнечная активность в два последних осенних месяца 2002 г. существенно понизилась и, по всей видимости, начала приближаться к концу фазы максимума текущего цикла. Необычно затянутый вторичный максимум текущего 23-го солнечного цикла со значениями сглаженного относительного числа солнечных пятен в рассматриваемые месяцы: $W_{\text{окт.}} = 97.5$ и $W_{\text{нояб.}} = 95.0$.
В октябре 2002 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на среднем уровне, иногда подымаясь до высокого.

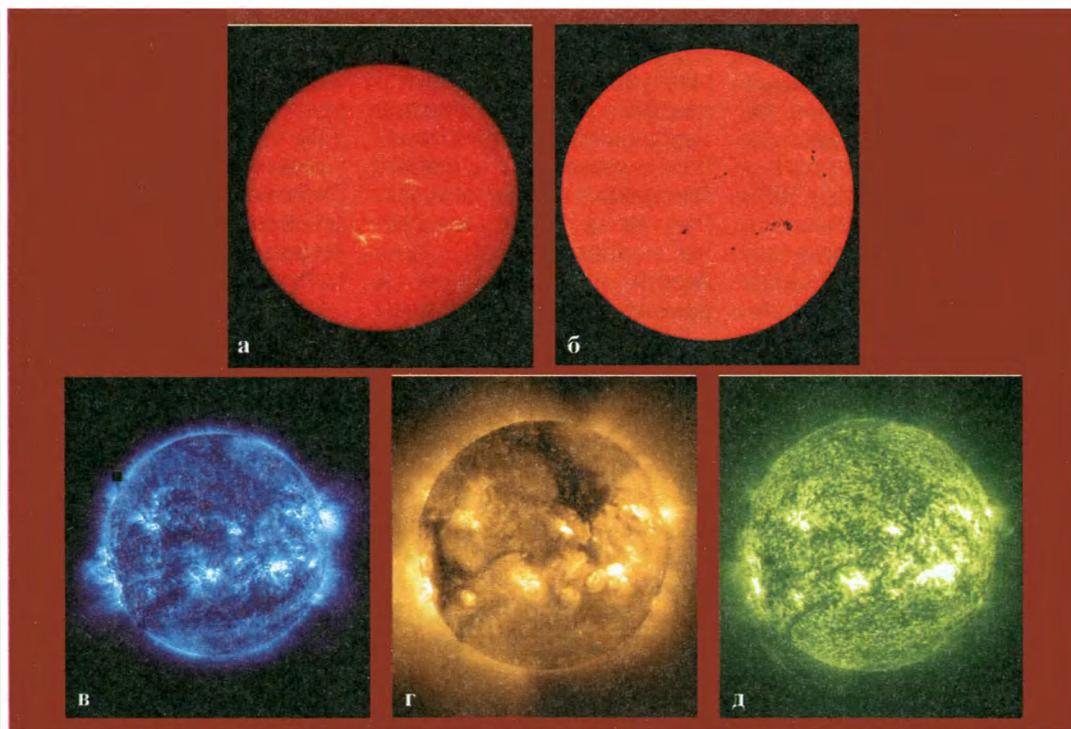
= 197.2) во вторичном максимуме превысило значение в максимуме цикла ($F_{10\text{ см}}^* = 181$). Значения относительного числа солнечных пятен в рассматриваемые месяцы: $W_{\text{окт.}} = 97.5$ и $W_{\text{нояб.}} = 95.0$.

В октябре 2002 г. пятнообразовательная активность Солнца оставалась на среднем уровне, иногда подымаясь до высокого.

Максимальное относительное число пятен ($W = 129$) наблюдалось 10 октября, а минимальное ($W = 58$) отмечено 1 октября. На видимом диске Солнца постоянно наблюдалось от 5 до 14 групп солнечных пятен. Вспышечная активность была на низком уровне. За весь месяц на Солнце осуществились две большие вспышки, 20 вспышек



Ход развития (71 месяц) текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



Вид Солнца 09.11.2002 г.: а) в самой сильной водородной линии в видимой части спектра $H\alpha$ ($\lambda = 6563\text{\AA}$); б) в белом свете (непрерывном спектре); в, г, д) в линиях крайнего ультрафиолетового излучения 171 \AA , 287 \AA , 304 \AA .

Снимки взяты в сети Интернет со страниц Службы Солнца (www.sec.poa.gov).

средних баллов и 10 выбросов солнечных волокон. Геомагнитная обстановка была возмущенной 21 день, за это время произошли 8 магнитных бурь. Месяц начался с большой магнитной бури (1–2 октября), вслед за ней прошли умеренная (3–4 октября) и малая (4–5 октября) магнитные бури. В период с 7 по 10 октября зарегистрированы еще 3 магнитные бури: 1 умеренная и 2 малые. Малая магнитная буря произошла 14 октября, две умеренные магнитные бури отмечены 24–27 октября. Источниками этих бурь стали выбросы солнечных волокон и солнечные вспышки средних баллов.

В ноябре пятнообразовательная активность Солнца снова испытывала большие колебания: от высокого в первой половине ноября до среднего уровня в дальнейшем. Наибольшее относительное число пятен ($W = 145$) наблюдалось 7 ноября, а наименьшее ($W = 49$) отмечено 26 ноября. Во вспышечном отношении последний месяц осени был более спокоен: всего одна большая вспышка – 18 ноября, вспышек средних баллов насчитывалось до 15. В магнитном поле земли количество магнитных бурь тоже уменьшилось: малая магнитная буря – 2–4 ноября и умеренная – 20–22 ноября. Первая из них после-

довала после выброса большого солнечного волокна 30 октября, а вторая была вызвана большой солнечной вспышкой 18 ноября. После вспышки среднего балла 9 ноября в околоземном космическом пространстве отмечено протонное событие средней мощности.

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

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

Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. Ишков
ИЗМИРАН

Защита Земли от астероидно-кометной опасности

А. В. ЗАЙЦЕВ

Генеральный директор научного предприятия “Центр планетарной защиты”

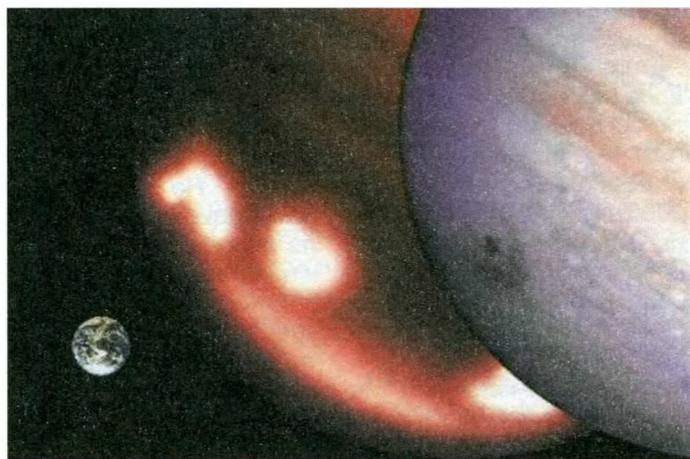
Обеспечение устойчивого развития человечества в третьем тысячелетии потребует проведения комплекса мероприятий в сферах новых технологий, экономики, экологии. При этом существенно возрастет роль надежного прогнозирования для предотвращения крупных аварий и катастроф природного и техногенного характера, что заставит более эффек-

тивно учитывать влияние космогеофизических факторов на процессы, происходящие на Земле. Важнейшими из таких факторов являются солнечные вспышки, столкновения с Землей астероидов и комет, геологические катаклизмы (Ю.Д. Медведев и др. “Астероидно-кометная опасность”, под редакцией А.Г. Сокольского, С.-Пб., ИТА, МИПАО, 1996;

“Угроза с неба: рок или случайность? Опасность столкновения Земли с астероидами, кометами и метеороидами”, под общей редакцией академика А.А. Боярчука. М., “Космоинформ”, 1999). Автор статьи, много лет работающий в области космонавтики, предлагает проект “Цитадель” – систему защиты Земли от малых небесных тел.

РЕАЛЬНОСТЬ АСТЕРОИДНО-КОМЕТНОЙ УГРОЗЫ

Возможность падения на Землю относительно больших астероидов и комет в последнее время серьезно рассматривается среди множества других опасностей, угрожающих существованию человечества. Осознанию степени опасности способствовали, в частности, наблюдения в 1994 г. катастрофических явлений при падении фрагментов кометы **Шумейкерв–Леви-9** на Юпитер (Земля и Вселенная, 1994, № 2; 1995, № 4;



Следы падения фрагментов кометы Шумейкерв–Леви-9 на Юпитер. Слева внизу для сравнения показана Земля. Коллаж из снимков в инфракрасном и видимом спектрах. Фото NASA.



1996, № 1), а также последствия подобных столкновений с Землей в прошлом.

Одной из наиболее значительных в истории Земли катастроф считается падение космического объекта диаметром около 10 км примерно 65 млн. лет назад, что привело к гибели практически всего живого на Земле, в том числе тогдашних хозяев планеты – динозавров (Земля и Вселенная, 1999, № 3; 2000, № 5; 2001, № 6). Как полагают некоторые исследователи, эта катастрофа изменила ход эволюции на нашей планете и создала предпосылки для появления человека на Земле. Однако никого не утешит мысль, что в результате подобного космического события на Земле через много миллионов лет, может быть, появятся

более совершенные создания, чем мы.

Следы прошлых столкновений с астероидами и кометами – **ударные кратеры** – обнаружены на всех телах Солнечной системы, обладающих твердой поверхностью. На Марсе, например, согласно гипотезе А.М. Портнова (Земля и Вселенная, 1998, № 5), в свое время были вода, кислород и, может быть, жизнь. Но астероидная бомбардировка уничтожила биосферу, а возможно, и цивилизацию Марса.

О колоссальной силе удара крупного небесного тела о поверхность Марса свидетельствует кольцевая структура Эллада около Южного полюса диаметром примерно 1500 км. При этом было спровоцировано извержение четырех гигантских вулканов на

Зоны разрушений при падении на Землю малых небесных тел. Рисунок автора.

противоположной стороне Марса, крупнейший из которых Олимп имеет высоту около 27 км и диаметр почти 600 км. Видимо, тогда Марс и превратился в безжизненную пустыню.

Рассмотрим данные, полученные при изучении ударных кратеров на Земле и других небесных телах, а также при компьютерном моделировании процессов соударения. Они показывают, что энергия, выделившаяся при столкновении с Землей астероида диаметром 50–100 м, будет подобна взрыву термоядерного заряда мощностью в несколько десятков мега-

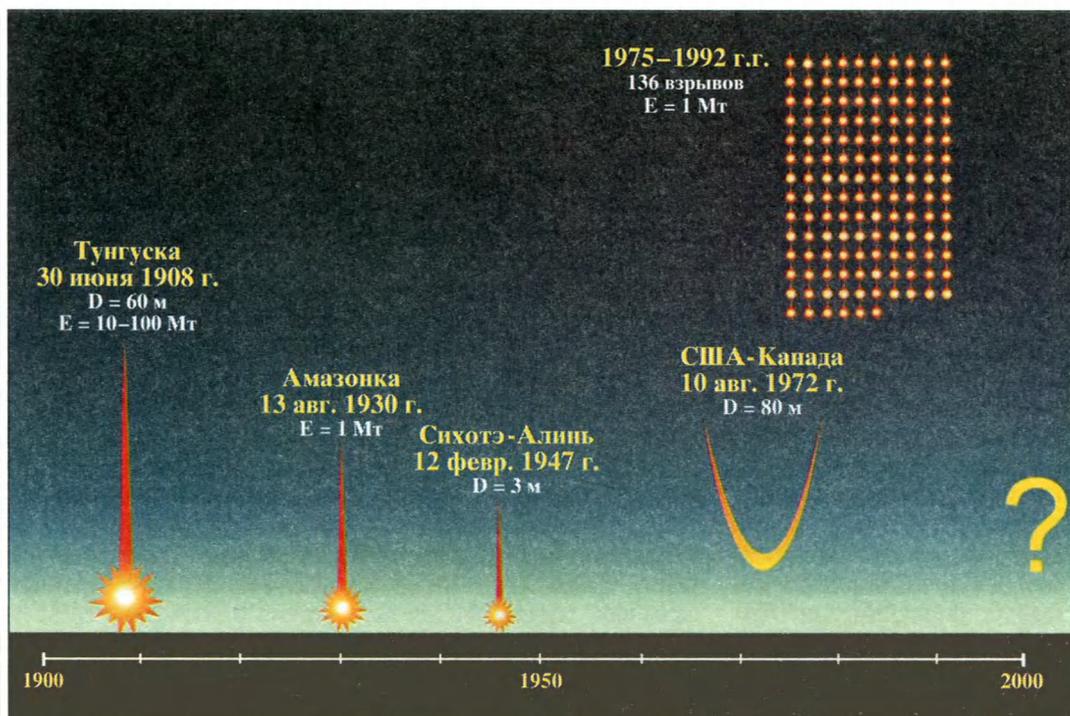


Диаграмма падений различных небесных тел на Землю в XX в. Рисунок автора.

тонн тротилового эквивалента. Такой энергией обладали самая мощная термоядерная бомба и взрыв при падении Тунгусского метеорита. Аналогичный взрыв способен разрушить, например, Москву или Нью-Йорк.

Столкновение Земли с объектом диаметром менее 1 км вызовет региональную катастрофу, при которой могут быть уничтожены целые государства. При падении небесного тела диаметром более 1 км произойдет глобальная катастрофа, сравнимая по последствиям с “ядерной зимой” в результате ядерной войны, что приведет к

гибели практически всей биосферы нашей планеты. Приведенные цифры следует рассматривать как ориентировочные, отражающие качественный характер описываемых процессов.

Количество крупных астероидов (диаметром более 1 км), движущихся по траекториям, пересекающим орбиту Земли, относительно невелико, поэтому столкновения с Землей редки, в среднем один раз в сотни тысяч или десятки миллионов лет. Астероидов размером 50–100 м, пересекающих орбиту Земли, – около 2 миллионов. И такие объекты сталкиваются с Землей значительно чаще.

В 1972 г. произошло событие, которое могло вызвать значительные более тяжкие последствия, чем известные падения небес-

ных тел (на Тунгуске, в Бразилии и на Сихотэ-Алине). Только по счастливой случайности на территорию США или Канады не упал астероид диаметром около 80 м, который вошел в атмосферу Земли над американским штатом Юта со скоростью 15 км/с. Однако траектория входа в атмосферу оказалась очень пологой. Пролетев около 1500 км над Землей, он вылетел за пределы атмосферы и ушел в космическое пространство. Мощность взрыва объекта, если бы он достиг поверхности нашей планеты, была бы не меньше мощности Тунгусского взрыва – по разным оценкам, от 10 до 100 Мт. При этом площадь разрушений составила бы около 2000 км².

Столкновения с астероидами размером от не-

скольких до десятков метров происходят в среднем каждые 10 лет. Российские и американские **космические системы предупреждения о ракетном нападении** ежегодно регистрируют около десятка достаточно крупных объектов, которые взрываются на высоте несколько десятков километров над поверхностью Земли. В 1975–92 гг. в США зарегистрировали 126 подобных взрывов, мощность некоторых достигала 1 Мт.

Плотность населения Земли увеличивается, возрастает и количество потенциально опасных техногенных объектов (ядерные энергетические установки, химические комбинаты, склады боеприпасов). Разрушение любого подобного объекта при падении даже небольшого небесного тела может привести не только к огромным человеческим жертвам и материальному ущербу, но и стать “спусковым крючком” для развития регионального или глобального экологического кризиса.

Во избежание подобных катаклизмов необходима **Система планетарной защиты (СПЗ)** от астероидов и комет. Планетарной – потому что система будет защищать как Землю, так и в перспективе другие объекты Солнечной системы, в первую очередь Луну. Падение крупных астероидов на Луну опасно не только для будущих лунных поселений. Возможны, например, падение крупных осколков на Землю, засорение околозем-

ного космического пространства и разрушение космических аппаратов.

Современный уровень технологического развития России и других ведущих стран мира позволяет приступить к осуществлению этого проекта. В Советском Союзе были созданы и прошли натурную отработку практически все базовые компоненты СПЗ или их прототипы. К ним относятся образцы ракетно-космической техники, ядерного оружия, средства связи, навигации, управления, многие из которых разрабатывались в военных целях. Сейчас представляется уникальная возможность их применения для защиты человечества от небесных тел.

Поскольку обнаружена лишь ничтожная часть потенциально опасных объектов, то столкновения можно ожидать в любой момент. Было бы непозволительно беспечностью не оказать противодействие космической опасности, имея реальные средства защиты.

предпосылки для создания СПЗ

Для эффективной защиты Земли, а в будущем и других небесных тел СПЗ должна включать три основных взаимосвязанных подразделения: **наземно-космическую службу наблюдения; наземно-космическую службу перехвата; наземный комплекс управления.** Многие их базовые компоненты (средства наблюдения за космическим простран-

ством, ракеты-носители, космические аппараты, космодромы) уже имеются в России и ряде других стран. Чтобы наблюдать за небесными телами, существуют наземные и космические средства, в том числе наземные телескопы, **космические обсерватории**, работающие в различных диапазонах с апертурой от десятков сантиметров до 2.4 м. Опыт, полученный при создании этих КА и управлении ими, а также приеме и обработке информации, может быть использован в разработке космических систем обнаружения и слежения за астероидами и кометами.

В ряде стран имеются ракетно-космические средства и ядерные устройства, на основе которых может быть разработана система перехвата угрожающих объектов. Ведущие космические державы обладают ракетами-носителями, позволяющими выводить на межпланетные траектории полезные нагрузки массой от нескольких сотен килограммов до десятков тонн. Некоторые космические аппараты могут послужить базой для создания **КА-разведчиков и КА-перехватчиков.**

Таким образом, при строительстве СПЗ будет использоваться практически весь потенциал ракетно-космической отрасли – от РН и КА до наземной инфраструктуры, включая системы связи и управления, поисково-спасательные службы, необходимые на случай аварий при запусках КА с ядерными зарядами. Многие перечисленные выше

средства есть в США, Западной Европе, Японии и Китае. Однако только Россия обладает всем необходимым для создания СПЗ.

В частности, ни одна из зарубежных стран не создала носителя, аналогичного РН "Зенит" по уникальным срокам подготовки и частоте запусков. России принадлежит и ряд других технологий, не имеющих аналогов в мире. Впрочем, в силу различных причин, главным образом экономических, уже в ближайшее время они могут быть утрачены. Технологии, особенно важные для обеспечения прогресса и безопасности мирового сообщества, целесообразно было бы объявить его достоянием.

ПОСТРОЕНИЕ СПЗ "ЦИТАДЕЛЬ"

Очевидно, что держать в постоянной готовности систему защиты от крупных астероидов и комет нереально. В то же время организация защиты от небольших объектов (от десятков до сотен метров) крайне необходима. Для этого должен быть создан эшелон краткосрочного (оперативного) реагирования СПЗ "Цитадель". В случае необходимости можно будет сформировать эшелон долгосрочного реагирования для противодействия более крупным небесным телам, мобилизовав потенциал государств, обладающих ракетно-космическими и ядерными средствами. Прогресс в методах и средствах контроля космического прост-

ранства и создание на их базе специализированных средств позволит уже в ближайшем будущем выявлять потенциально опасные астероиды размером от нескольких сотен метров за много лет до их возможного столкновения с Землей.

Выделим важнейшие принципы, на которых должна строиться СПЗ. В ее основе – **постоянно действующий эшелон краткосрочного (оперативного) реагирования и служба глобального контроля космического пространства**. Служба контроля космического пространства включает наземные и космические средства, объединенные в глобальную международную сеть. Служба перехвата небесных тел имеет наземное базирование и содержит несколько региональных сегментов, создаваемых на базе ракетно-космических и ядерных средств России, США и ряда других стран. Для создания СПЗ надо разработать **план экстренного реагирования**.

В состав эшелона оперативного реагирования должны войти: международная наземно-космическая служба наблюдения околоземного космического пространства; всемирная сеть астрономических, радиолокационных и космических средств наблюдения; национальные (региональные) наземно-космические службы разведки и перехвата; национальные (региональные) **Центры планетарной защиты**.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ

Рассмотрим основные компоненты российского (регионального) эшелона оперативного реагирования СПЗ "Цитадель" и схему их взаимодействия. После обнаружения потенциально опасного небесного тела к наблюдению подключатся средства наземного и космического базирования, в зоны видимости которых этот объект будет попадать. На основе получаемой информации в Центре планетарной защиты оценивают степень опасности (место и время предполагаемого падения) и разрабатывают комплекс мер по ее предотвращению. После согласования плана мероприятий на межправительственном уровне запускают два КА-разведчика с помощью РН "Зенит" или "Днепр" и, по крайней мере, два КА-перехватчика (РН "Зенит" или "Протон").

Результаты наблюдений при пролете КА-разведчиков вблизи небесного тела позволят уточнить его траекторию, размеры, массу и другие характеристики. На основе этих данных институты РАН разрабатывают его инженерную модель и уточняют траекторию, что обеспечит точность наведения КА-перехватчиков. При подрыве зарядов небесное тело отклонится от траектории, направленной к Земле, или разрушится.

В качестве штатных компонентов в состав эшелона защиты СПЗ будут входить только КА-наблю-

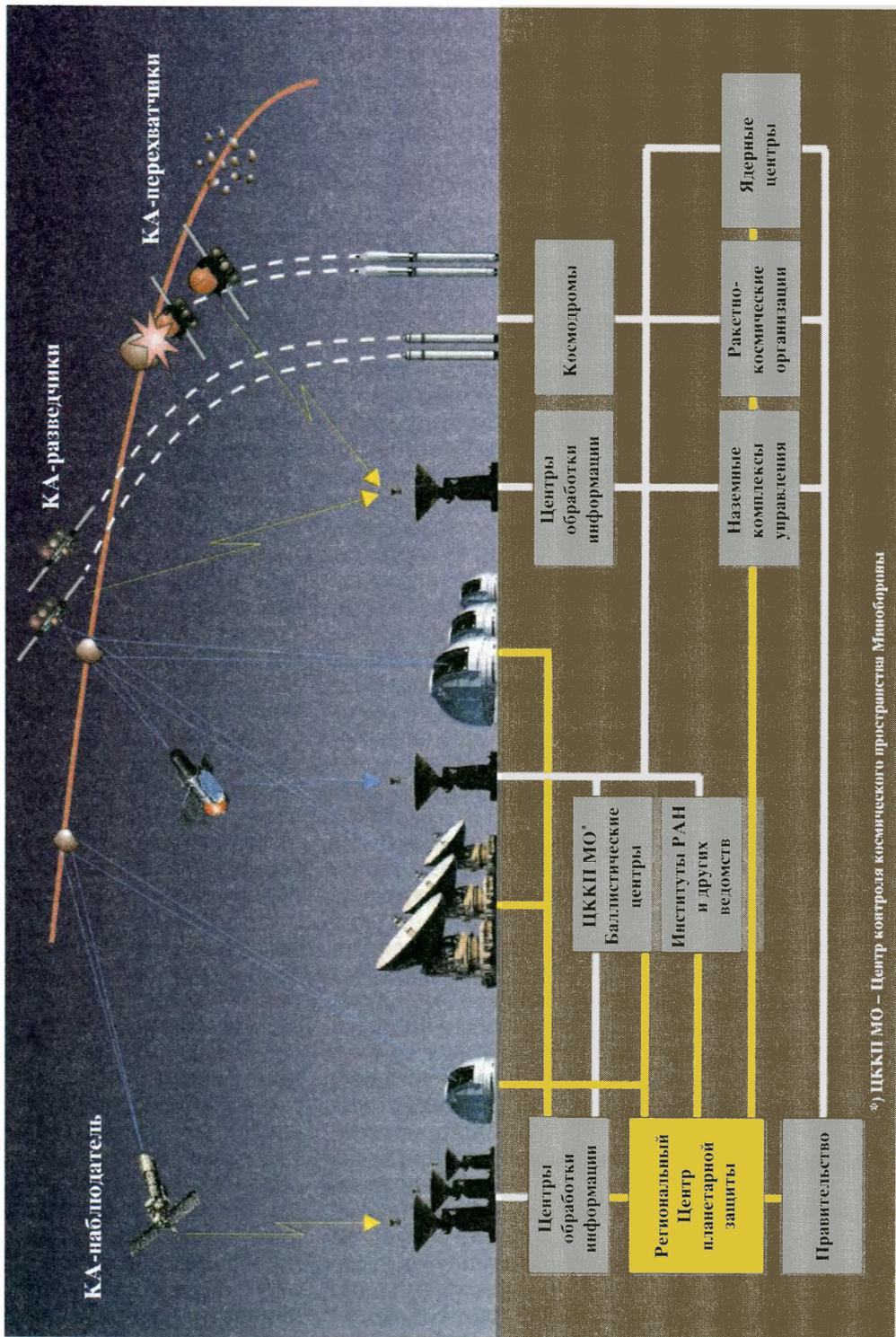
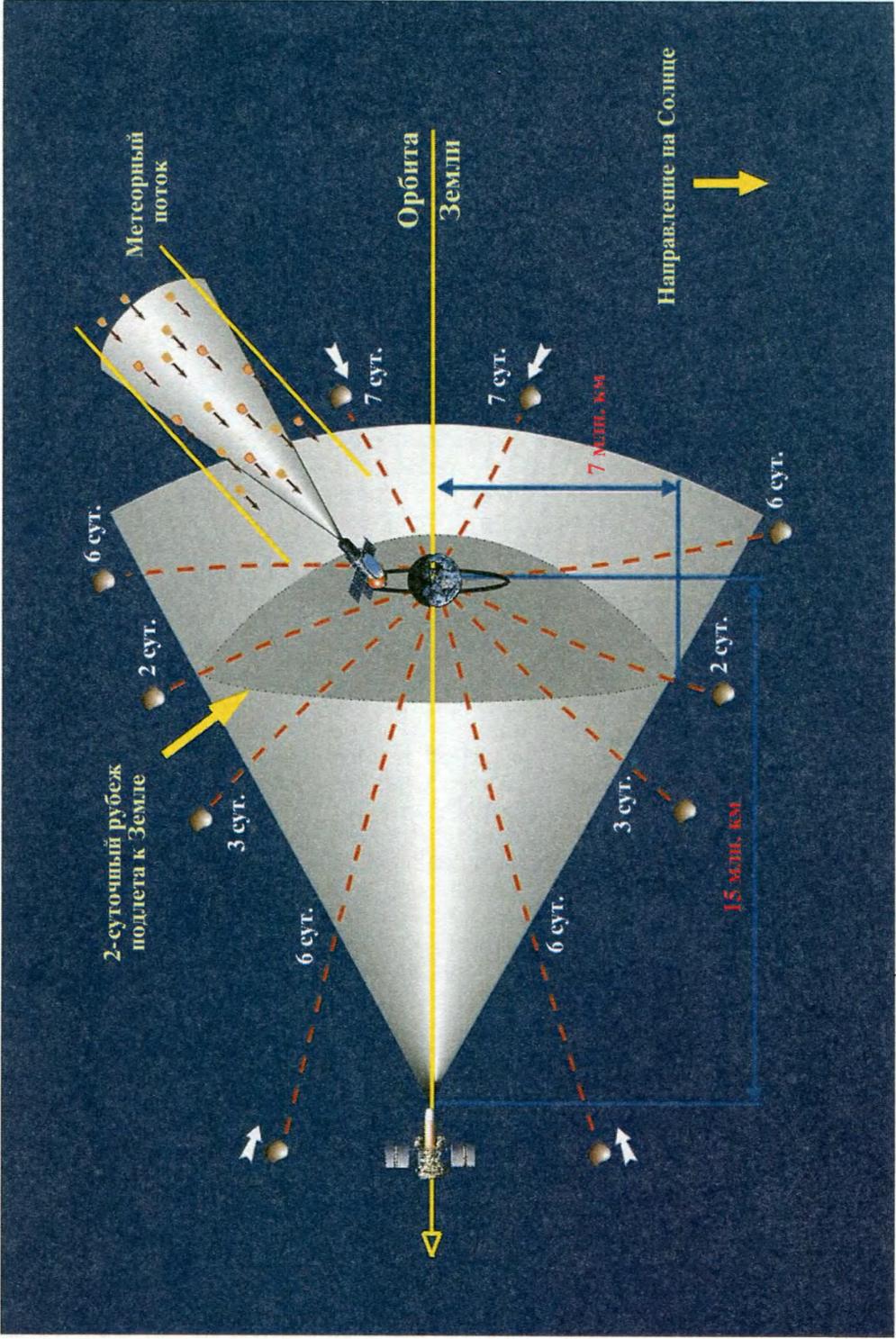


Схема российского регионального зиллона оперативного реагирования СПЗ "Цитадель". Рисунок автора.



Космическая система наблюдения за околоземным пространством. Рисунок автора.

датели с телескопами на борту, а также КА-разведчики и КА-перехватчики с ядерными, кинетическими или другими средствами воздействия.

СЛУЖБА ОБНАРУЖЕНИЯ

Рассмотрим более подробно схемы построения и функционирования основных компонентов оперативных средств. Очевидно, что требования к схеме построения и поисковым возможностям космического сегмента наблюдения околоземного космоса будут в значительной мере зависеть от оперативности запуска и мощности имеющихся ракетно-космических средств перехвата. На базе уже существующих средств выведения можно перехватывать опасные тела при подлетном времени (двое–трое суток и больше).

Возможным вариантом системы наблюдения является проект “Конус”, который предусматривает размещение, по крайней мере, одного КА с телескопом на гелиоцентрической орбите, совпадающей с земной, в 10–15 млн. км от Земли. Если зона наблюдения будет иметь угловые размеры около 60°, то подлежащая контролю площадь небесной сферы уменьшится почти на порядок по сравнению с наземными наблюдениями. Такое размещение КА-наблюдателя позволит регистрировать астероиды, приближающиеся со стороны Солнца, которые наблюдать с Земли вообще невозможно.

С помощью оптико-электронных средств наблю-

дения сканирование рассматриваемой зоны может осуществляться с интервалом в несколько часов, достаточным для оперативного оповещения об опасности. Наблюдения в ИК- и УФ-диапазонах спектра значительно расширяют информацию о наблюдаемых объектах. Для контроля “мертвой зоны”, возникающей при засветке Землей и Луной, можно будет использовать наземные средства или КА с телескопом, работающий на околоземной орбите. Эти же средства помогут обнаружить опасные тела в метеорных потоках. Уточняться траекторные и другие характеристики будут радиолокационными средствами с применением методов радиоинтерферометрии.

Базовыми для построения системы “Конус” могут стать созданные в НПО им. С.А. Лавочкина и прошедшие натурную отработку спутники типа “Око”, “Аркон” и перспективные астрофизические космические обсерватории “Спектр” (Земля и Вселенная, 1997, № 2; 1999, № 2; 2000, № 4), а также КА, разработанные в других организациях и странах.

СЛУЖБА ПЕРЕХВАТА

При формировании концепции перехвата можно использовать ряд схемных, технических и организационных решений, полученных при разработке и осуществлении экспедиции АМС “Вега” к комете Галлея. Например, можно прибегнуть к опыту навигационного обеспечения по-

лета станций. Известно, что для обеспечения максимального сближения с кометой в условиях неопределенности ее эфемерид была принята двухступенчатая схема сближения АМС с ней. В марте 1986 г. на расстоянии около 10 тыс. км от кометы Галлея прошли АМС “Вега-1 и -2” (Земля и Вселенная, 1986, №№ 3, 5). В процессе сближения уточнены координаты ядра кометы и скорректирована траектория АМС “Джотто”. Это позволило осуществить пролет на возможно минимальном расстоянии от ядра. Подобная схема, предусматривающая использование КА-разведчика, обеспечивает точное наведение КА-перехватчика на цель.

Не более чем через 12 ч после обнаружения опасного небесного тела с учетом ожидания “окна запуска” стартуют два КА-разведчика и КА-перехватчик, а еще через 12 ч – второй КА-перехватчик. При скорости тела около 50 км/с встреча с КА-разведчиком произойдет примерно на удалении 950 тыс. км, а с КА-перехватчиком – 180–270 тыс. км от Земли. Поскольку орбиты большинства астероидов наклонены к плоскости эклиптики, то их перехват, ввиду ограниченных энергетических возможностей современных РН, будет осуществляться не далее грависферы Земли (радиусом около 1 млн. км).

При запуске перехватчика с помощью РН “Зенит” масса доставляемого к астероиду ядерного устрой-

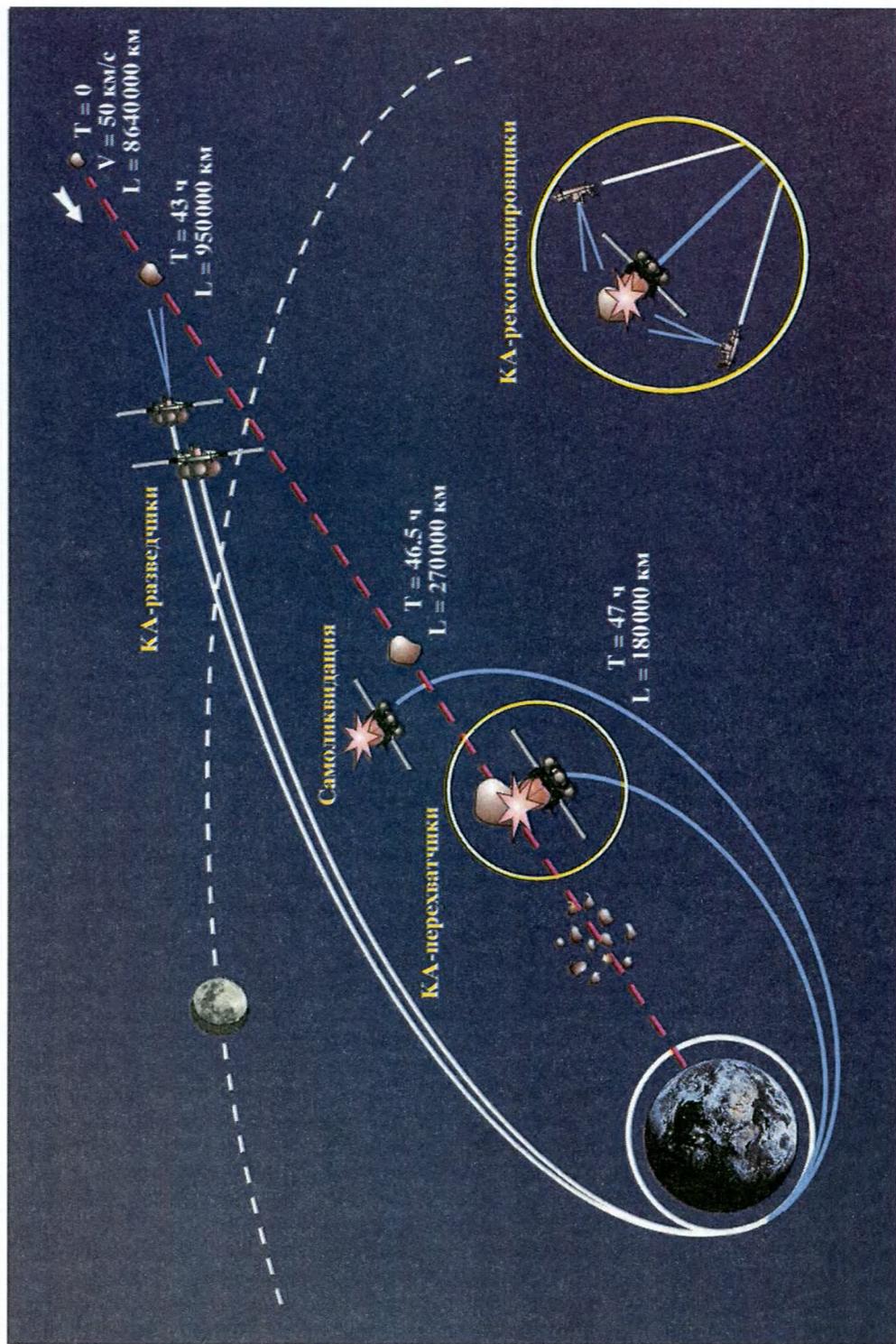
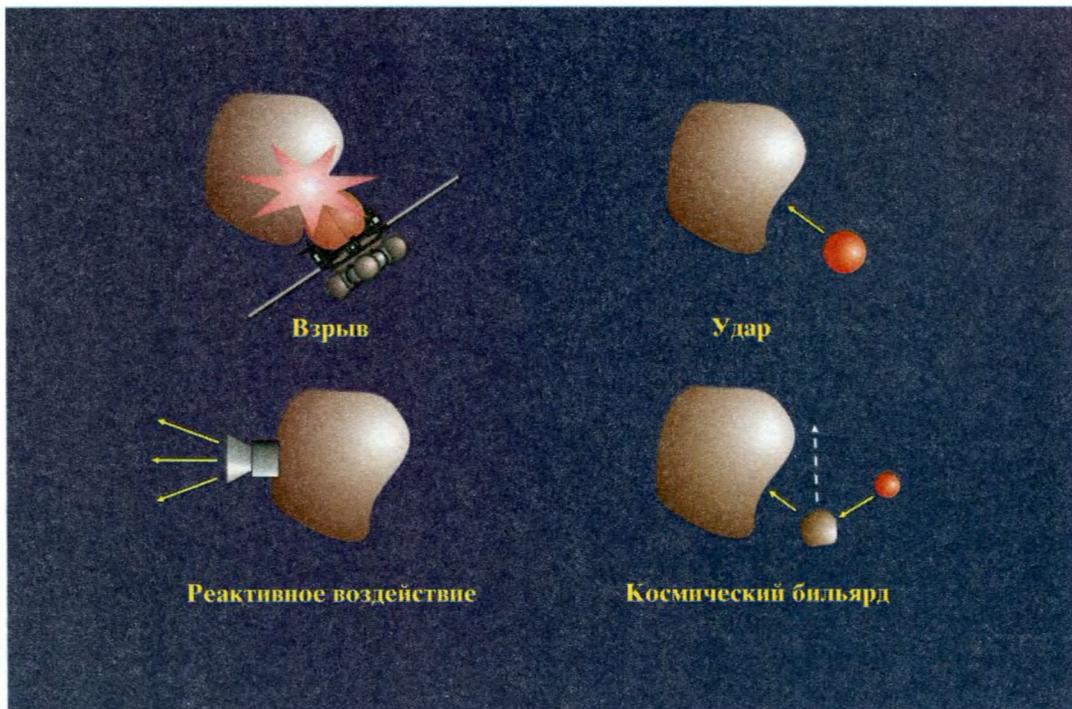


Схема работы службы перехвата опасных для Земли малых космических тел. Рисунок автора.



ства может составить около 1.5 т. Заряд мощностью не менее 1.5 Мт разрушит каменный астероид поперечником в сотни метров. Если же осуществить стыковку на околоземной орбите нескольких блоков, то размеры разрушаемого объекта будут значительно увеличены.

За некоторое время до столкновения от перехватчика должны отделиться два КА-рекогносцировщика для наблюдения с безопасного расстояния за результатами воздействия. Очевидно, что при формировании схемы оперативного перехвата необходимо руководствоваться «критерием минимального ущерба», учитывая множество факторов, таких, например, как нежелательность взрывов в магнитосфере

Земли, возможность поражения осколками объектов на Земле и в космосе.

Перехват крупных астероидов и комет на значительном удалении от Земли будет осуществляться эшелонам долгосрочного реагирования. Для того чтобы отразить эту космическую угрозу, потребуется привлечение в первую очередь государств, обладающих ракетно-космическими и ядерными средствами (Россия, США, Западная Европа, Китай, Япония, Индия). При этом надо разработать в рамках международного проекта «Синтез» унифицированные КА-наблюдатели, -разведчики, -перехватчики и -рекогносцировщики, используя лучшие достижения мировой космонавтики. Их отработку можно будет про-

Способы воздействия на малые небесные тела космических средств защиты Земли. Рисунок автора.

вести в международных космических экспедициях, например к малым телам Солнечной системы.

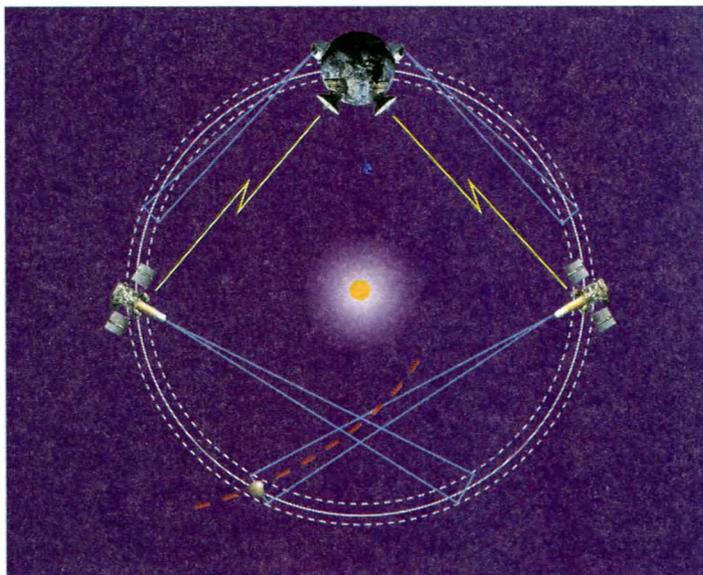
Следует отметить, что для эффективной работы эшелона важное значение имеет обнаружение опасных небесных тел за много лет до возможного столкновения с Землей. Причем нет необходимости непрерывно наблюдать всю небесную сферу. Достаточно постоянно контролировать ограниченную торовую область пространства вдоль орбиты Земли сечением в несколько миллионов километров (**проект «Тор»**). Видимую с Земли часть то-

Схема международной наземно-космической службы наблюдения "Тор". КА-наблюдатели определяют параметры движения опасного астероида и передают информацию на приемные пункты службы. Рисунок автора.

ровой области можно будет наблюдать наземными средствами или с борта околоземных КА, а невидимую – с помощью КА, расположенных, например, в районах орбиты Земли (в 90° относительно направления Солнце–Земля) или на других орбитах. Таким образом, учитывая высокую устойчивость астероидных орбит, это позволит примерно за 10 лет обнаружить практически все потенциально опасные небесные тела размером в сотни метров.

Проект "Тор" можно будет объединить с проектами изучения нашего светила: "ГЕКАТА", "Система", "SPINS" и таким образом совместить поиск опасных небесных тел с наблюдениями невидимой с Земли стороны Солнца для прогнозирования его активности. Кроме того, телескопы для обнаружения небесных тел можно установить на некоторых АМС.

Для заблаговременного обнаружения комет потребуется осуществлять обзор небесной сферы (поделенной на зоны наблюдения между астрономическими обсерваториями земного шара) с интервалами от нескольких недель до



нескольких месяцев с помощью **службы наблюдения за космосом "Сфера"**. Ее основу в ближайшее время будут составлять наземные средства, обладающие высокой проникающей способностью.

Следует отметить, что возможности человечества по отражению угрозы из космоса ограничены. Не исключена ситуация, при которой избежать глобальной катастрофы не удастся. В этом случае единственная, пожалуй, альтернатива всеобщей гибели – спасение небольшой колонии землян на лунной базе. К многочисленным доводам в пользу развития космических программ, и в том числе колонизации Луны, добавим еще один – необходимость иметь в резерве "Ковчег-2", подобие Ноева.

Предварительные исследования позволяют сделать заключение о возможности ввода в строй

СПЗ "Цитадель" уже в ближайшие 5–7 лет, конечно, при надлежащем финансировании. Создание и эксплуатация СПЗ поставят перед человечеством множество неординарных проблем, причем не только научно-технических, но и организационных, политических, этических, юридических, правовых, экологических. Тем не менее реальность их решения не вызывает сомнений. Для этого потребуется объединить ресурсы всех стран и усилия широкого круга специалистов не только естественнонаучного, но и гуманитарного профиля.

Следовательно, обеспечение безопасности нашей планеты – своеобразный тест на способность решения человечеством глобальных проблем. Предлагаемая СПЗ "Цитадель" может стать первым глобальным проектом третьего тысячелетия и защитить нас от космической угрозы.

Арал, который мы теряем

А. Н. КОСАРЕВ,
доктор географических наук
МГУ им. М.В. Ломоносова
А. Г. КОСТЯНОЙ,
доктор физико-математических наук
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
В. Н. МИХАЙЛОВ,
доктор географических наук
МГУ им. М.В. Ломоносова



В мае 2003 г. в г. Льеже (Бельгия) откроется Международная конференция, посвященная проблемам крупных озер и внутренних морей, в том числе Аральского моря. По существу, это озеро, но по своим размерам и океанографическим условиям оно имеет право именоваться морем. На протяжении многих лет оно исследуется советскими и российскими учеными, а в последние десятилетия

привлекает внимание мирового научного сообщества, прежде всего потому, что ему угрожает гибель. Еще сравнительно недавно здесь был удивительный уголок природы: ярко-синее водное зеркало среди желтых песков пустыни. Дельты рек и толщу морских вод наполняли жизнь, акваторию оживляли рыболовные сейнеры, выходявшие на промысел из портов Аральска и Муйна-

ка. Сложно было предположить столь быстрое развитие драматических событий, связанных с судьбой Арала.

В ноябре 2002 г. на Аральском море работала совместная российско-узбекская экспедиция, получившая новые материалы о его современном состоянии. С помощью геодезических и океанографических измерений были определены высоты уровня воды и



Участники российско-узбекской экспедиции на берегу Аральского моря. Ноябрь 2002 г. Фото А. Костяного.

содержание в ней солей, исследованы биологические условия водоема. И хотя положение остается критическим, обнаружены некоторые признаки того, что экосистема Арала частично еще сохранилась.

ИЗ ИСТОРИИ АРАЛА

По характеру природных особенностей Аральское море часто сравнивают с Каспийским. Главный признак, объединяющий эти водоемы, — их замкнутость, изоляция от Мирового океана. Палеогеография, однако, показывает, что они кардинально различаются как по генезису, так и по возрасту. Каспий — реликт древнего океана Тетис. Возраст Каспия — порядка 10 млн. лет, Арал же примерно в тысячу раз моложе. Он образовался всего 10–20 тысячелетий назад и своим существованием обязан исключительно речному стоку, в сокращении которого — причина его гибели. Поступление речных вод за несколько тысячелетий в пустынную

эрозионную Аральскую котловину, их метаморфизация при водно-солевом обмене с атмосферой и подземными горизонтами привели к формированию озерно-морского водоема, не имеющего аналогов на нашей планете.

Все обстоятельства возникновения Аральской впадины, заполнения ее водой, формирования современного водоема изучены еще недостаточно, хотя основные этапы геологической истории известны. Эволюцию Арала определили геоморфологические (формирование котловины моря) и гидрологические (ее обводнение речным стоком) процессы. Их взаимодействие было весьма сложным. Важную роль в палеоистории Арала сыграли неоднократные миграции русла Амударьи и связанные с этим периодические обводнения и осушения Сарыкамышской котловины и древнего русла Узбой.

Геолог Б.И. Пинхасов (Институт ГИДРОИНГЕО,

Ташкент) в капитальном исследовании “Неоген Средней Азии” (2002) указывает, что впадина Аральского моря возникла при ведущей роли экзогенных процессов — эрозии, солевого выноса и дефляции (ветрового разрушения горных пород). Эти факторы создали около 2 млн. лет назад основные черты ее рельефа и окружающей Арало-Сарыкамышской низменности. Первозданная впадина Арала по размерам превосходила современную и представляла собой систему глубоких (150–200 м) котловин выдувания, выработанных в верхнем плиоцене. Ветровая эрозия была главным агентом формирования впадины Арала, а объем ветрового выноса составлял 15 тыс. км³.

В верхнем плиоцене зафиксированы сильные трансгрессии Каспия — акчагыльская (2–3 млн. лет назад) и апшеронская (0.7–2 млн. лет назад). В эти периоды разлившийся Каспий охватывал обширные пространства. В позднем акчагыле впадина Арал впервые заполняется водой. Обширное море соединяется с Туркменским заливом Каспия. С конца апшеронского периода разделенные Арал и Каспий развиваются самостоятельно.

Верхнеплиоценовое море отступило, оставив на месте будущего Арала рыхлые песчаные отложения. Начался новый этап разрушения горных пород (денудации), и к началу четвертичного периода впадина Арала оказалась уже почти сформированной, хотя и не заполненной водой. В районе Аральской впадины продолжались дефляционные процессы, временами здесь обособлялись небольшие осолоненные озерные бассейны. Несмотря на то что в четвертичный период существовала палео-Сырдарья, море не образовывалось до тех пор, пока в Аральскую впадину не стал поступать сток Амударьи.

В бакинское и хазарское время (от 400–500 тыс. до 250–300 тыс. лет назад) Амударья текла на запад, к Каспию. Около 18 тыс. лет назад (в конце неоплейстоцена) река повернула на север: началось обводнение Арало-Сарыкамышской низменности. Образовалось Аральское море. В тот период и в первой по-

ловине голоцена Амударья стекала в Сарыкамышскую впадину, а затем, по Узбою, – в Каспий и одновременно – в Аральское море. Это, по-видимому, уникальный случай, когда одна и та же река впадала сразу в два моря. Арал был маловодным, его уровень не поднимался выше абсолютной отметки 38–40 м. Около 4 тыс. лет назад Амударья полностью повернула к Аральскому морю. В условиях замкнутости впадины уровень воды становится выше во время древнеаральской трансгрессии и достигает абсолютной высоты 70–73 м. Около 2500 лет назад вода спала, образовалась абразионно-аккумулятивная терраса (58–60 м). В начале новой эры начинают формироваться Приаральская и Акчадарьинская дельтовые равнины, связанные с понижением зеркала Арала до абсолютных отметок 25–30 м, что указывает на глубокую “оксийскую” регрессию, по античному названию Амударьи – Окс. В последнее

тысячелетие отмечена но-воаральская трансгрессия (53–54 м).

В периодических колебаниях уровня Аральского моря за последние 4–4.5 тыс. лет известный советский климатолог А.В. Шнитников выделил три длительных многоводных периода, сменявшихся относительно маловодными. Всякий раз, когда Сарыкамышская впадина обводнялась, возникал сток по ныне сухому руслу Узбоя в Каспий. Размах колебаний уровня Арала достигал 6 м и более.

Колебания уровня Арала за последние 200 лет восстановлены академиком Л.С. Бергом, его данные дополнены наблюдениями, начатыми на гидрометеостанции Аральск в 1911 г. В конце XVIII в. уровень моря стоял на отметке около 53 м, затем он неоднократно менялся, но вплоть до 1905 г. не превышал ее.

За время инструментальных наблюдений (1911–83 гг.) выделяют периоды: естественный (1911–60 гг.) и современный – антропогенный, резко нестационарный. В первом периоде уровень моря относительно стабилен: размах межгодовых колебаний не более 1 м. О том, что произошло во втором периоде, надо сказать особо.



Полоса пены, образующейся при нагонных ветрах вдоль всего западного побережья Аральского моря, – один из признаков повышения солёности воды в Арале. Фото А. Костяного.

КАКИМ БЫЛО АРАЛЬСКОЕ МОРЕ

Практически не нарушаемая вмешательством человека жизнь Арала продолжалась до 1960 г. О благополучии моря можно говорить, в основном, в прошедшем времени.

Окруженный песчаными пустынями Средней Азии и Казахстана Арал расположен выше уровня Мирового океана на несколько десятков метров. В первой половине XX в., когда уровень Арала колебался около отметки 53 м, площадь водоема составляла 66 тыс. км², объем воды – 1060 км³, средняя глубина – 16 м, наибольшая – 69 м. Море протягивалось с юго-запада на северо-восток на 430 км, наибольшая ширина была примерно 290 км. Остров Коккарал отделял северо-восточную часть Арала (Малое море) от остальной акватории (Большое море). Самые большие глубины – в узкой ложбине, вытянутой вдоль западного берега водоема и отделенной от основной акватории грядой возвышений дна и островов. В обширной восточной части Арала глубины в основном не превышали 20 м. На юго-востоке насчитыва-

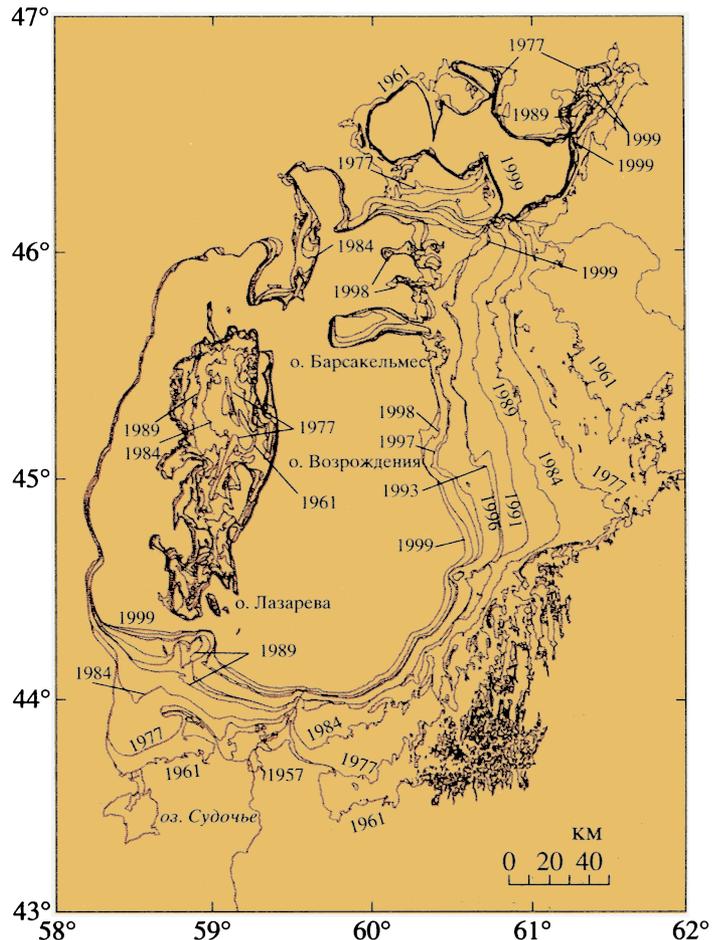
Изменение положения береговой линии и площади Аральского моря с 1957 по 1999 г. В 60-е гг. XX в. его уровень начал быстро понижаться, водоем стал менять очертания. По мере снижения уровня береговая линия сдвигалась к центру водоема и выравнивалась. Острова соединялись с берегом, многие заливы высыхали.

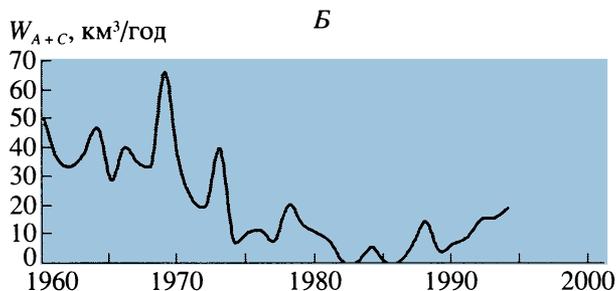
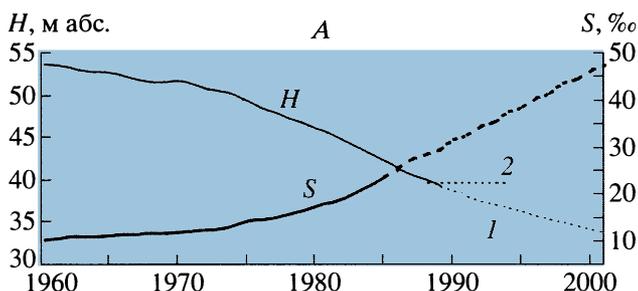
Зеленая водоросль кладофора на мелководье, обнаруженная экспедицией в ноябре 2002 г., – признак еще сохраняющейся в Аральском море жизни. Фото А. Костяного.



лось огромное количество небольших островков.

Климат Аральского моря резко континентальный. Зима – холодная, с неустойчивой погодой, лето сухое и жаркое. Температура воздуха над морем зимой от $-12...-14^{\circ}\text{C}$ до $28...35^{\circ}\text{C}$ – летом. Поступление реч-





ных вод (50–56 км³/год) и атмосферных осадков (8–10 км³/год) компенсировалось испарением с поверхности моря (62–66 км³/год), что обеспечивало устойчивость уровня водоема.

Несмотря на расположение Арала в южных широтах, на нем ежегодно устанавливался ледяной покров. Обычно лед появ-

лялся в середине ноября, сначала в северных и северо-восточных прибрежных районах. В открытом море лед можно было видеть в середине декабря, у западного побережья – в начале февраля. Прибрежную зону покрывал припай, а для открытых районов были характерны плавучие льды. Разрушение льда начиналось

Изменение в период с 1960 г. по 2000 г.: А – уровня Аральского моря (H, м абс.) и его частей (1 – Большое море, 2 – Малое море) и солёности воды (S, ‰); Б – суммарный сток Амударьи и Сырдарьи. С уменьшением речного стока растет солёность, а уровень моря понижается.

обычно во второй половине февраля на юге и в первой половине марта на севере.

Лед на Арале держался 4–5 месяцев, но иногда сохранялся до полугода. Летом интенсивный прогрев приводил к повышению температуры воды в августе до 23–25°C.

Солёность в Арале определяется поступлением речного стока, осадками, процессами испарения и льдообразования. До 1960 г. ее средние годовые значения изменялись от 9.4 до 10.5‰. Зимой она несколько повышалась при льдообразовании, а летом при наибольшем речном стоке понижалась. Но все это в пределах 0.2–0.3‰. Лишь в мелководных заливах (култуках) восточного побережья из-за сильного испарения и затрудненного водообмена с открытыми акваториями солёность в отдельные годы достигала 17–18‰ (иногда и более 80‰).

По солевому составу вода Арала представляет собой сильно измененный речной сток, питаю-



Участок недавно обсохшего дна Аральского моря. Фото А. Костяного.

щий море. Это промежуточный тип между гидрокарбонатно-кальциевыми водами суши и хлоридно-натриевыми – океанов и открытых морей.

Одна из отличительных особенностей гидрохимии Аральского моря – постоянно высокое содержание растворенного кислорода. Хорошее насыщение придонного слоя моря кислородом обеспечивала жизнедеятельность растительности на дне. В результате фотосинтеза вода у дна была пересыщена кислородом на 140–150%.

В Аральском море мало биогенных веществ, особенно фосфатов. Основным источником биогенных веществ для моря был сток Амударьи и Сырдарьи из-за преобладания высокогорного ледникового и снегового питания рек. Растворенного фосфора в водах этих рек в несколько раз меньше, чем в Доне или Волге. Благодаря высокой прозрачности и хорошей освещенности всех слоев воды активный фотосинтез возможен от поверхности до самого дна, где произрастает высшая донная растительность.

Несмотря на благоприятные условия, характерная особенность Аральского моря – бедность его флоры и фауны. Это объясняется изолированностью водоема и своеобразием его режима. В Арале отсутствуют многие группы животных, образующие популяции в других внутренних морях (например, в Каспийском и Азовском). Большинство видов рыб Арала пресноводного и со-

лоноватоводного происхождения не приспособлены к значительным изменениям условий существования.

Фитопланктон Арала составляли, по разным данным, всего 40–70 видов (в Каспии и Азове их более 180). Преобладали диатомовые и жгутиковые. В зоопланктоне – 25 видов, но свыше 70% массы приходилось на рачка диаптомуса. Это ограничивало использование пищевых ресурсов водоема. Зообентос насчитывал 48 видов, из них 20 – массовые, преимущественно двухстворчатые моллюски. Биомасса зообентоса, хотя и довольно значительная (в среднем около 20 г/м²), меньше, чем в Северном Каспии и в Азовском море.

В Аральском море обитало 20 видов рыб пресноводного генезиса. В основном это карповые (12 видов) и окуневые (3 вида). В естественных условиях общий улов рыбы составлял около 400 тыс. центнеров в год.

Неоднократно разрабатывались проекты повышения промысловой продуктивности Арала за счет акклиматизации массовых видов зоопланктона, зообентоса, рыб. В 1940–50-х гг. в море были поселены мальки каспийской севрюги, бычка, балтийской салаки. После этого использование зоопланктона резко возросло, и запасы его сократились.

При квазистационарном режиме в Приаралье сложилась своеобразная структура хозяйства, тесно связанная с морем (рыбо-

ловство, ондатроводство, морской транспорт). Море оказывало смягчающее влияние на климат окружающих территорий, само его существование благоприятно воздействовало на экологическую и социально-экономическую обстановку в регионе.

ПОСЛЕ 1961 ГОДА

На протяжении второй половины прошлого столетия значительно возросло безвозвратное изъятие стока Амударьи и Сырдарьи для ирригации. Водный баланс моря все более нарушался, и в 1961 г. началось его прогрессирующее усыхание. Почти полный разбор речного стока на нужды сельского хозяйства вызвал быстрое понижение уровня моря, сокращение объема вод, повышение солености. Темпы изменения природной среды в Аральском регионе оказались более быстрыми, чем предполагалось по оценкам специалистов.

За последние десятилетия Аральское море утратило многие черты своего естественного облика и уже мало чем напоминает прежний водоем. Уровень Арала с 1961 г. по 1989 г. понизился на 14 м, площадь акватории сократилась в два раза, а объем воды – в три раза. В 1988–89 гг. Арал разделился на два небольших остаточных водоема – Большое море и Малое море, пока еще сообщающиеся узким мелким проливом. В 1990-х гг. площадь Большого моря уменьшилась примерно на 12 тыс. км², объем воды – на 155 км³,

уровень понизился еще на 4 м (до 35 м). Средние глубины в Большом море в 1995 г. составляли 8.4 м, а в Малом море – 6.7 м. Российско-узбекская экспедиция установила осенью 2002 г., что уровень понизился до абсолютной отметки 30.5 м, а соленость превысила 80‰. Море, как и прежде, практически не получает питание речным стоком. В 1995–96 гг. сток Амударьи был не более 5, а Сырдарьи – 7–8 км³/год, к 2002 г. он еще сократился.

Беспрецедентные по масштабам последствия вмешательства человека в природные процессы целого региона впечатляют. В экосистеме Аральского моря произошли необратимые изменения, которые можно охарактеризовать как антропогенный экологический кризис. Негативные последствия деградации Арала отразились на климатических условиях региона. Зимой похолодало на 1.5–2.5°C, летом стало теплее на 1.5–2.5°C, а длительность вегетационного периода сократилась на 10–15 дней. Усохли сотни водоемов в Приаралье, дававших пищу животным. Многие острова присоединились к суше, да и сам Арал не только потерял свои привычные очертания, но уже почти разделился на три независимых водных объекта. Исчезли разветвленные дельты Амударьи и Сырдарьи. На месте обсохших площадей дна образовались озерно-болотные и солончаковые комплексы. В морской воде возросла концентрация практически всех солеоб-

разующих ионов. Высохшее дно Арала стало источником выноса солей, отравляющих природу на 300–500 км от берегов моря. Пыльные бури, зарождающиеся на бывшем дне Арала, зафиксированы при наблюдениях из космоса. В Приаралье увеличилось засоление прежде плодородных почв. Резко ухудшилось качество речных и подземных вод. Сильное повышение солёности привело к деградации эндемичной ихтиофауны (встречавшейся только в Арале). Море стало практически безжизненным: к 2000 г. выжило только три вида рыб: салака, камбала и атерина...

МОЖНО ЛИ СПАСТИ АРАЛ?

Печальная участь Арала не стала неожиданностью. Ее предвидели еще в начале 1960-х гг., но при оценке ситуации исходили в основном из экономических показателей. Думали, например, что сохранять в центре пустыни Аральское море (по существу, гигантский испаритель) – большое расточительство. Расчеты показывали, что потери, связанные с исчезновением Аральского моря, многократно окупятся при развитии орошаемого земледелия и полном использовании вод Амударьи и Сырдарьи. Однако нельзя руководствоваться лишь экономическими интересами при решении проблем Аральского моря.

Сейчас ясно, что восстановление Аральского моря в пределах 1960 г. не-

возможно. Обсуждается лишь вариант его сохранения на минимальном экологически допустимом уровне (на отметке 37–38 м), при котором водоем имеет единую акваторию. Но и такая ситуация весьма проблематична. Ведь для компенсации испарения морю необходимо около 30 км³/год воды. Причем эту воду надо выделить из стока Амударьи и Сырдарьи без ущерба для экономики Аральского региона. Намеченный комплекс организационно-хозяйственных мероприятий включает прежде всего рациональное использование, лимитирование и сбережение речного стока, оптимизацию водоснабжения сельхозугодий. По расчетам, в море поступит до 30–35 км³/год пресной воды, что позволит сбалансировать его уровень на 37–38 м. Для реализации указанных мероприятий необходим межгосударственный орган по экологии и водному хозяйству Арала, нужны средства международных фондов.

Обсуждаются возможности альтернативных источников пресной воды для бассейна Арала, хотя выбор невелик. Одна из идей – искусственная интенсификация таяния горных ледников в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. Однако, помимо технических сложностей, она может вызвать непредсказуемые последствия (эрозию, сели, оползни и др.) и в целом изменения в режиме поверхностного стока. Другой обсуждаемый

вариант – возврат к разработке грандиозного проекта переброски в Среднюю Азию части стока сибирских рек. Но еще в Советском Союзе он был отвергнут после длительной дискуссии и в современных условиях может рассматриваться лишь теоретически.

Кризисная экологическая и социальная обстановка, сложившаяся в Аральском регионе, привлекла внимание ученых и специа-

листов, широкой общественности разных стран. Проблемой Арала серьезно обеспокоены многие международные организации, включая такие авторитетные, как ЮНЕП, ЮНЕСКО, Мировой банк и другие. В последнее десятилетие проведены представительные конференции и совещания, а также создан ряд международных программ и проектов по проблеме Арала. Главная цель этих

акций – изучение причин кризисной обстановки в регионе и определение путей ее преодоления.

Статья написана при поддержке со стороны двух международных проектов: “Арал-Кум” – программы “Коперникус-2” (контракт № ICA2-CT–2000–10023) и проекта НАТО “Изменение климата в Аральском регионе: прошлые колебания и сценарии будущего”.

Информация

Катастрофа корабля “Колумбия”

Когда этот номер был готов к печати, пришло ужасное сообщение: **1 февраля 2003 г.** во время посадки американского космического корабля “Колумбия” погиб весь его экипаж.

Пилотируемый корабль “Колумбия” (“земля Колумба”), названный в честь Америки, – самый старый из серии кораблей типа “Спейс Шаттл”. Первый испытательный полет с экипажем он совершил 12 апреля 1981 г., открыв эру экспедиций на орбиту многоразовых транспортных кораблей. Несколько раз его ремонтировали, самая существенная модификация длилась с августа 1994 г. по октябрь 1995 г. Конструкция корабля была рассчитана на **50** запусков.

28-й полет КК “Колумбия” по программе STS-107 начался

стартом с космодрома Канавэрал 17 января 2003 г. Полет не предусматривал стыковки с Международной космической станцией. На борту “Колумбии” находился экипаж из семи человек, включая двух женщин: командир **Рик Хасбенд** (Ric Husband), пилот **Вилли МакКул** (Willie McCool) и специалисты по полезной нагрузке (выполняют исследования на орбите) **Майкл Андерсон** (Michael Anderson), **Калпана Чаули** (Kalpana Chawla), **Дэвид Браун** (David Brown), **Лоурель Кларк** (Laurel Clark), первый израильский астронавт **Илан Рамон** (Ilan Ramon). В течение 16-суточного полета экипаж выполнил в лабораторном модуле “Спейсхэб” более 30 экспериментов в области медицины, биологии, биотехнологии и технологии. Завершив программу, 1 февраля 2003 г. корабль пошел на посад-

ку. В 16 ч 59 мин по московскому времени, за 16 мин до расчетного времени посадки, на высоте 63 км при скорости полета 5.5 км/с произошло внезапное разрушение корабля. Обломки “Колумбии” разбросало на территории штата Техас на площади около 400 км². Найдены останки всех членов экипажа. Была срочно создана комиссия по расследованию причин катастрофы. Полеты оставшихся кораблей “Спейс Шаттл” (“Дискавери”, “Атлантис” и “Индевор”) отложены.

До выяснения причин аварии экипажа на МКС будут летать на российских КК “Союз ТМА”, а обслуживание осуществят грузовые корабли серии “Прогресс”.

Трагедия “Колумбии” потрясла весь мир.

Поздравляем юбиляра

Рашид Алиевич Сюняев

(к 60-летию со дня рождения)

1 марта 2003 г. исполнилось 60 лет академику Рашиду Алиевичу Сюняеву – ученому, с именем которого связан ряд фундаментальных результатов теоретической астрофизики и космологии, вошедших в современные учебники и университетские курсы во всем мире.

Р.А. Сюняев родился в Ташкенте в семье уроженцев Пензенской губернии – инженера-строителя Али Сюняева и фармацевта Саиды Давлет-Кильдеевой. Али Сюняев – человек разнообразных интересов, хорошо знавший и любивший историю, литературу, поэзию и глубоко уважавший науку. Ссылка семьи не позволила ему посвятить себя этим вопросам, но всю жизнь он занимался самообразованием. Именно отец оказал решающее влияние на интересы и мировоззрение Р.А. Сюняева. Окончив среднюю школу в Ташкенте, Р.А. Сюняев поступил в Московский физико-технический институт, который закончил с отличием в 1966 г.

В 1965 г. произошла встреча Рашида Алиевича с академиком Яковом Борисовичем Зельдовичем, предопределившая дальнейшую его судьбу. С этого момента он – студент-дипломник, а затем аспирант Я.Б. Зельдовича в Институте прикладной математики (ИПМ) АН СССР. Почти ежедневное общение с Я.Б. Зельдовичем на протяжении более чем двадцати лет стало главным в формировании Р.А. Сюняева как ученого, работающего на стыке теории и эксперимента. Работа с Я.Б. Зельдовичем требовала полной

самоотдачи, но приносила радость ежедневного познания нового. Жизнь молодого ученого в этот период была яркой и насыщенной. Важнейшим элементом этих лет были семинары по релятивистской астрофизике в ГАИШ МГУ, проходившие в конце 60-х – начале 70-х гг. под совместным руководством Я.Б. Зельдовича, В.Л. Гинзбурга и И.С. Шкловского. Был и Институт теоретической и экспериментальной физики с лекциями и семинарами с участием В.Б. Берестецкого, Л.Б. Окуня и К.А. Тер-Мартirosяна. Была и своя, крайне интересная творческая атмосфера Института прикладной математики конца 1960-х гг., когда там работали М.В. Келдыш, И.М. Гельфанд, А.А. Самарский, Д.Е. Охочимский, В.С. Имшенник. Это были годы бурного развития астрофизики и космологии, полные неожиданных открытий, новых идей и напряженного труда. В 1968 г. Р.А. Сюняев защитил в МГУ кандидатскую диссертацию, а в 1973 г., работая в отделе теоретической астрофизики ИПМ, – диссертацию на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

Научные интересы Р.А. Сюняева охватывают широкий круг астрофизических проблем – от элементарных процессов до физической космологии. Неотъемлемой частью современной астрофизики стали “стандартная” теория дисковой аккреции на черные дыры и нейтронные звезды (Шакура и Сюняев, 1973, 1976), формула Сюняева–Титарчука (1980) для спектра излучения, формирую-

Академик Я.Б. Зельдович и Р.А. Сюняев на конференции в Казанском государственном университете (80-е годы).

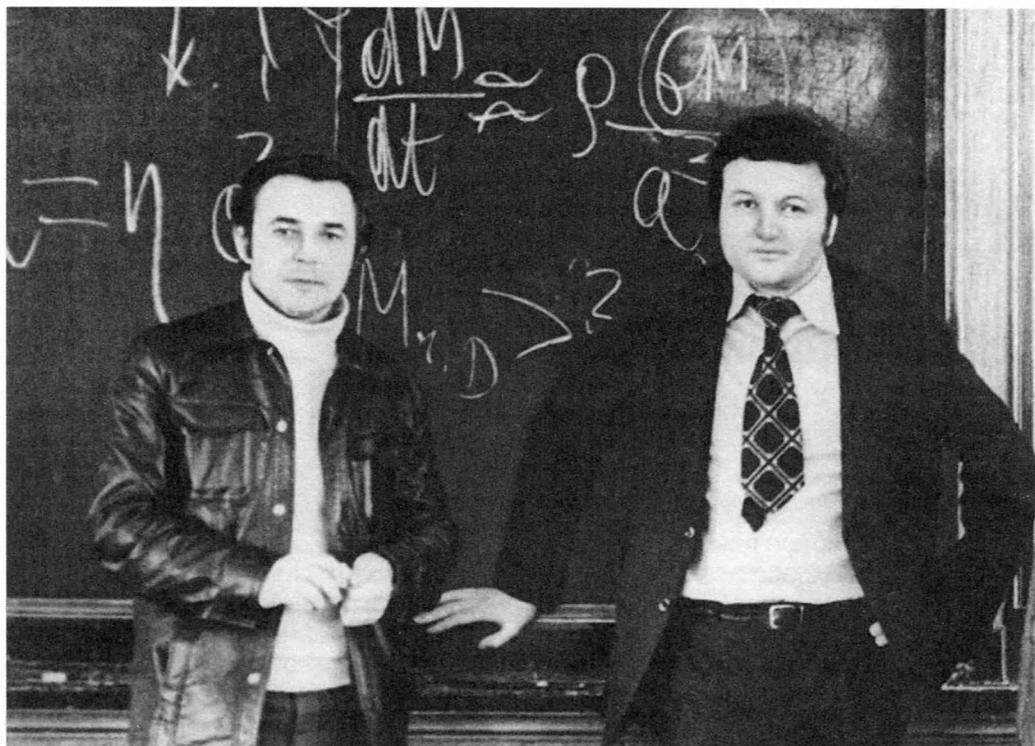


щегося при комптонизации низкочастотных фотонов в горячей плазме, эффект Сюняева–Зельдовича (1972), позволяющий использовать скопления галактик в качестве мощного инструмента наблюдательной космологии. Студенты, изучающие астрофизику во всем мире, узнают имя Р.А. Сюняева по этим результатам, вошедшим во все учебники и курсы.

Теория аккреционных дисков Шакуры–Сюняева давно стала общепринятой при описании переноса вещества и энерговыделения в тесных двойных системах и при аккреции на сверхмассивные черные дыры. В ее основе лежит предположение, что турбулентная вязкость является основным механизмом переноса углового момента в аккреционном диске. Лишь сейчас, почти тридцать лет спустя, с появлением суперкомпьютеров, стали возможны численные магнито-гидродинамические расчеты, подтвердившие обоснованность и применимость такого подхода. Статья Н.И. Шакуры и Р.А. Сюняева “Черные дыры в двойных системах. Наблюдательные проявления”, написанная в 1973 г., – одна из трех наиболее цитируемых в современной мировой астрофизике (среди почти миллиона работ). Теория альфа-дисков Шакуры–Сюняева – яркий пример того, как появление модели совпало по времени с интенсивным развитием наблюдательной рентгеновской астро-

номии. Важно и то, что теория легко может быть применена не только к “обычным” черным дырам в двойных звездных системах, но и к аккреции на сверхмассивные черные дыры массой в сотни миллионов солнечных, обнаруженные в активных ядрах галактик. Современная теория аккреции интенсивно развивается и все еще далека от своего завершения, однако “стандартный” диск Шакуры–Сюняева остается ее краеугольным камнем.

Аккрецирующие нейтронные звезды и черные дыры в двойных звездных системах наблюдаются как мощные рентгеновские и гамма-источники (рентгеновские двойные). Спектр рентгеновского излучения как от таких систем, так и от аккрецирующих сверхмассивных черных дыр в активных ядрах далеких галактик имеет три основные компоненты: сравнительно мягкое излучение аккреционного диска; жесткое излучение в рентгеновском и гамма-диапазонах; излучение, отраженное от диска. Теория Шакуры–Сюняева позволяет предсказать форму спектра мягкого излучения диска. Основной механизм формирования жесткого рентгеновского и гамма-излучения – комптонизация низкочастотных фотонов (например, излученных аккреционным диском) на горячих электронах в непосредственной близости от релятивистского объекта. Формула Сюняева–



С момента опубликования первых работ Я.Б. Зельдовича и Р.А. Сюняева, посвященных эффекту понижения яркости микроволнового фона в направлении на богатые скопления галактик, прошло

Соавторы "стандартной" теории дисковой аккреции Н.И. Шакура и Р.А. Сюняев. ГАИШ МГУ, 70-е годы.

тридцать лет. За это время эффект Сюняева – Зельдовича превратился из красивейшей теоретической идеи в один из наиболее продуктивных методов современной наблюдательной космологии, открывающий возможность определения основных космологических параметров, в том числе определения роли "темной энергии" во Вселенной и прямого измерения постоянной Хаббла. "Эффект" обнаружен в направлении почти ста скоплений галактик. В 1980 г. Р.А. Сюняев и Я.Б. Зельдович показали, что наблюдения реликтового излучения в направлении скоплений галактик позволяют измерять и их пекулярные скорости движения относительно фонового излучения (кинематический эффект). Исследование различных проявлений "эффекта" входит в наблюдательную про-

грамму крупнейших радиотелескопов мира. Спутники и новые наземные телескопы на Южном полюсе и в Чили смогут обнаружить и использовать для космологии десятки тысяч скоплений, не доступных при наблюдении другими методами.

В 1968 г. Р.А. Сюняев, совместно с Я.Б. Зельдовичем и В.Г. Куртом, рассчитав кинетику рекомбинации водорода в ранней Вселенной, показал, что данный процесс определяется двухфотонным распадом уровня $2s$. В 1970 г. Р.А. Сюняев и Я.Б. Зельдович отметили важнейшее влияние задержки рекомбинации на формирование первичных угловых флуктуаций реликтового излучения. В 1969–70 гг. Р.А. Сюняев и Я.Б. Зельдович детально исследовали термализацию реликтового излучения и формирование планковского спектра в ранней Вселенной. Они показали, что любое энерговыделение после стадии электрон-позитронной аннигиляции и окончания ядерных реакций должно вести к специфическим искажениям в спектре микроволнового фонового излучения. Р.А. Сюняев и Я.Б. Зельдович (1970) предсказали существование акустических (доплеровских) пиков в угловом распределении реликтового излучения и назвали их Сахаровскими осцилляциями. Положение и относительная интенсивность первых акустических пиков определяются значениями ключевых параметров Вселенной: постоянной Хаббла, плотности барионов, темной материи и темной энергии во Вселенной. В результате баллонных экспериментов BOOMERANG и MAXIMA-1 в 2000 г. были обнаружены первые доплеровские пики. Спутник "MAP" (запущен 30 июня 2001 г., NASA) и перспективный спутник "Planck Surveyor" (ESA) вместе с планируемыми наземными экспериментами позволяют детально исследовать эти пики. Р.А. Сюняев (1977) первым рассмотрел флуктуации реликтового излучения при вторичной ионизации материи во Вселенной, оценил их амплитуду и угловой масштаб.

В 1968 г. Р.А. Сюняев предсказал существование зон в галактиках, ионизованных внешним излучением, и показал, что наблюдения нейтрального водорода в периферийных областях галактик мо-

гут дать информацию о потоке ионизирующего фонового излучения. Совместно с Е.В. Левичем в 1970 г. он показал важность комптоновского нагрева и охлаждения в астрофизических условиях, ввел понятие индуцированного нагрева и индуцированного давления света, связанного с комптоновским рассеянием вблизи ярких радиоисточников. В том же году Р.А. Сюняев продемонстрировал возможность Бозе-конденсации фотонов в спектрах ярких радиоисточников в процессе индуцированного комптоновского рассеяния.

В 1973 г. Т.М. Энеев, Н.Н. Козлов и Р.А. Сюняев выполнили пионерские численные расчеты приливного взаимодействия галактик. Р.А. Сюняев и Ю.Н. Гнедин (1974) предсказали существование циклотронных линий в рентгеновских спектрах аккрецирующих рентгеновских пульсаров. Совместно с В.М. Лютым и А.М. Черепашуком (1973, 1976) было дано объяснение оптических фотометрических эффектов, наблюдаемых в тесных двойных рентгеновских системах Her X-1=HZ Her (рентгеновский нагрев звезды и диска) и Cyg X-1 (приливное искажение поверхности нормальной звезды). М.М. Баско и Р.А. Сюняев (1973) первыми рассмотрели эффекты взаимодействия рентгеновского излучения с поверхностью нормальной звезды в тесной двойной системе – нагрев поверхности звезды, рентгеновское отражение и формирование индуцированного звездного ветра. В 1975 г. Р.А. Сюняев и А.Ф. Илларионов продемонстрировали важность эффекта "пропеллера" в двойных системах, содержащих нейтронную звезду с сильным магнитным полем.

В 1974 г. по инициативе академика Р.З. Сагдеева в Институте космических исследований (ИКИ) АН СССР создан Отдел теоретической астрофизики под руководством Я.Б. Зельдовича. До 1982 г. Р.А. Сюняев заведовал лабораторией в этом отделе. В 1982 г. Отдел теоретической астрофизики был преобразован в Отдел астрофизики высоких энергий, который возглавил Р.А. Сюняев. Изменение в названии отдела отражало, в частности, и то, что теперь значительная часть времени и сил уходила на ра-



боту над космическими экспериментами в рентгеновском и гамма-диапазонах. Для астрофизика-теоретика Р.А. Сюняева это был совершенно незнакомый мир, полный новых проблем. Напряженная работа в последующие 10 лет дала свои плоды – запущены орбитальные обсерватории “Рентген” (на модуле “Квант” космической станции “Мир”) и “Гранат”. Открытия, сделанные этими обсерваториями, стали несомненным успехом отечественной экспериментальной астрофизики. Обсерваторией “Рентген” открыто жесткое рентгеновское излучение от Сверхновой 1987А в Большом Магеллановом Облаке. Гамма-излучение, возникающее при распаде радиоактивного ^{56}Co , синтезированного при взрыве звезды, комптонизируется при прохождении через массивную разлетающуюся оболочку, что приводит к появлению уникального по форме спектра. Обсерватория “Гранат” известна своими результатами по картографии центральной зоны Галактики в жестких рентгеновских лучах, открытием низкочастотных осцилляций потока рентгеновского излучения от аккрецирующих черных дыр и многим

Академики Я.Б. Зельдович и А.Д. Сахаров и Р.А. Сюняев на Международной конференции по рентгеновской астрономии и космологии. Москва, 1987 г.

другим. Десятки рентгеновских источников носят теперь имена этих обсерваторий, среди них есть такие уникальные объекты, как GRS 1915+105 – первый в Галактике микроквазар, KS1731-260 – рентгеновский барстер – один из первых, в котором был измерен период вращения нейтронной звезды (1.6 мс). В 2000 г. за результаты наблюдений черных дыр и нейтронных звезд приборами орбитальной обсерватории “Гранат” Р.А. Сюняев получил Государственную премию России.

17 октября 2002 г. РН “Протон” выведена на орбиту Международная астрофизическая лаборатория гамма-лучей “Интеграл”, созданная ESA совместно с Росавиакосмосом и NASA. “Интеграл” позволит продолжить исследования, начатые обсерваториями “Рентген” и “Гранат”. Р.А. Сюняев – научный руководи-

тель этого проекта от России. По соглашению с ESA российские ученые получат 25% наблюдательного времени обсерватории.

Работы Р.А. Сюняева по астрофизике высоких энергий и космологии отмечены многими международными премиями и наградами. Среди них премия Бруно Росси Американского астрономического общества (1989), Золотая медаль Королевского астрономического общества (1995), Робинсоновская премия по космологии Университета Ньюкастла (1995), Золотая медаль сэра Мессии Королевского общества и КОСПАР (1998), Золотая медаль Катерин Вольф Брюс Тихоокеанского астрономического общества (2000) и многие другие. В 2002 г. Р.А. Сюняев получил премию РАН имени Александра Фридмана по гравитации и космологии, в 2003 г. – премию Хайнемана по астрофизике Американского астрономического общества и Американского института физики.

В 1984 г. Р.А. Сюняев избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, в 1992 г. – действительным членом Российской академии наук. Он также член Академии наук Европы, иностранный член Национальной академии наук США, иностранный член Королевского астрономического общества, почетный член Американского астрономического общества, иностранный член Американской академии наук и искусств, почетный член Академий наук Татарстана и Башкортостана,

член Общества имени Макса Планка, ряда других академий и обществ.

Р.А. Сюняев заведует лабораторией Теоретической астрофизики в ИКИ РАН и одновременно – директор Института астрофизики Общества имени Макса Планка (ФРГ). В течение 25 лет он преподавал в своей alma mater – Московском физико-техническом институте. Он – почетный профессор Казанского университета и Университета Людвиг Максимилиана в Мюнхене.

Р.А. Сюняев, со свойственной ему энергией, продолжает работать над самыми разными проблемами современной астрофизики. Теория пограничного слоя при аккреции на нейтронные звезды, физика квазаров и микроквазаров, рентгеновские двойные и звездообразование в далеких галактиках, флуктуации микроволнового фона – вот далеко не полный перечень его интересов сегодня.

Друзья, коллеги и ученики сердечно поздравляют Рашида Алиевича с юбилеем, желают ему новых идей и открытий.

*М.Р. Гильфанов,
С.А. Гребнев,
Е.М. Чуразов*

Редколлегия и редакция журнала “Земля и Вселенная” присоединяются к поздравлениям, желают Р.А. Сюняеву, одному из постоянных авторов нашего журнала, здоровья и новых творческих успехов.

Информация

Научный форпост в точке Лагранжа

Продолжаются споры о приоритете в дальнейших исследованиях космоса. Чья эффективность выше: автомата или человека? Параллельно обсуждается следующий шаг в освоении Сол-

нечной системы: возвращение на Луну для создания обитаемых научных лабораторий либо пилотируемая экспедиция на Марс с высадкой на его поверхность.

В октябре 2002 г. на конференции по проблемам стратегии дальнейшего изучения Вселенной в Хьюстоне (штат Техас) руководитель отдела научной технологии NASA Х. Тронсон предложил создать постоянно действующую научную станцию в точке либрации, находящейся в 100 тыс. км от Луны. На этот аванпост, максимально автоматизированный, предполагается

доставлять сменяемые экипажи для работы. Он станет надежной перевалочной базой при полетах на Луну и Марс, а также центром постоянной связи с экипажами лунных и марсианских экспедиций. На станции в точке Лагранжа можно производить настройку и ремонт приборов, в том числе космических телескопов.

В течение ближайших двух лет NASA детально разработает рекомендации по целесообразности дальнейших работ.

Science, 2002, 298, 35

Григорий Александрович Гамбурцев

(к 100-летию со дня рождения)

Выдающийся русский геофизик академик Григорий Александрович Гамбурцев, 100-летие со дня рождения которого отмечается 23 марта 2003 г., родился в Санкт-Петербурге, в дворянской семье потомственных военных. Дед – боевой генерал, участник Крымской войны и обороны Севастополя 1856 г.,

отец – генерал царской армии, после революции работал в Главном управлении военных учебных заведений РККА.

Григорий Гамбурцев поступил учиться в Московский государственный университет, на физико-математический факультет, который окончил в 1926 г. по специальности “физика”. Им пережиты гражданская и Великая Отечественная войны, годы репрессий, послевоенных трудностей и энтузиазма, период бурного расцвета советской науки. Ученик великого физика академика П.П. Лазарева, он стал одним из основоположников геофизики в нашей стране. Г.А. Гамбурцев работал в период, когда уже крупный вклад в сейсмологию внесли академики Б.Б. Голицын и другие ученые, но разведочная геофизика тогда еще только зарождалась.

Менее чем за 30 лет творческой деятельности (он ушел из жизни в 1955 г., когда ему было всего 52 года) Г.А. Гамбурцевым созданы фундаментальные труды в области сейсмологии и гравиметрии, основана школа сейсморазведки. Выполнены работы в направлении комплексного решения крупных геофизических проблем, теории распространения сейсмических волн, геофизических методов исследований, теории и



Григорий Александрович Гамбурцев (1903–1955).

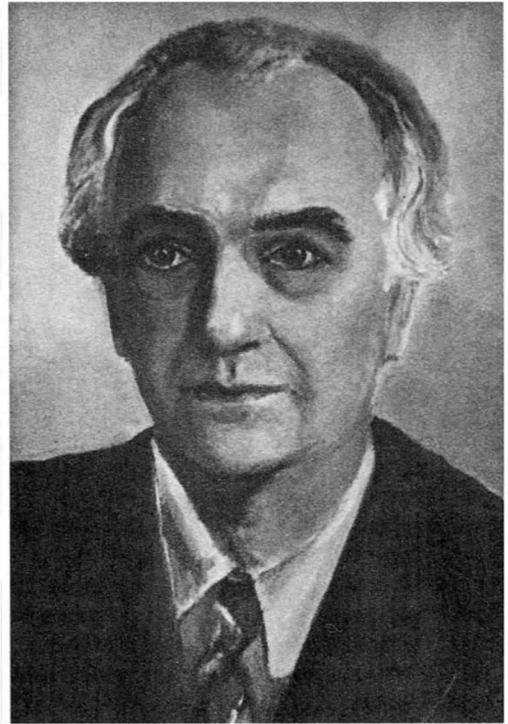
конструирования разных видов сейсмической аппаратуры; созданы новые методы поиска и разведки месторождений нефти, газа, железных и урановых руд, других полезных ископаемых, строения Земли, прогноза землетрясений и идентификации ядерных взрывов.

“С ГЛОБАЛЬНЫХ ПОЗИЦИЙ
БОЛЬШОЙ ФИЗИКИ...”

Когда Григорию Александровичу было всего 18 лет, состоялось его знакомство с П.П. Лазаревым, привившим ему любовь к физике. Первые три статьи молодого ученого были связаны с теорией оптики; по мнению современных физиков, они не потеряли актуальности и по сей день. Но совместная с П.П. Лазаревым работа на Курской магнитной аномалии (КМА) окончательно определила дальнейшие направления изысканий Г.А. Гамбурцева – сначала гравиметрия и магнитометрия, потом сейсмические методы исследования Земли. Развитию его таланта способствовало сотрудничество с известными физиками – также учениками П.П. Лазарева – С.И. Вавиловым, М.А. Леонтовичем, В.В. Шулейкиным, Б.В. Дерягиным...

Выдающийся русский ученый-энциклопедист А.А. Ляпунов писал в 1973 г.: “На меня всегда производило огромное впечатление то, как Григорий Александрович стремился подойти к процессам, протекающим в земном шаре, и в первую очередь в его верхних слоях, с глобальных позиций большой физики. У него было стремление воспринять процессы, текущие в земном шаре, как некоторое целостное физическое явление...”

Академик В.Н. Страхов в статье, посвященной 80-летию со дня рождения Г.А. Гамбурцева, отметил: “Работать в нескольких областях геофизики и в каждой из них оставить неизгладимый след удалось лишь очень небольшому кругу выдающихся талантов. К их числу, бесспорно, принадлежит и Г.А. Гамбурцев. Признан-



ный основоположник современных сейсмических методов разведки и исследований земной коры, он является также классиком в области теории интерпретации потенциальных полей – гравитационных и магнитных аномалий... Склонность Г.А. Гамбурцева именно к физическому эксперименту с неизбежностью привлекла его к работе в области сейсмологии...”

СЕЙСМОРАЗВЕДКА – ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ
СЕЙСМОЛОГИЯ

Началом пути Г.А. Гамбурцева в науку о Земле, как и для многих геофизиков старшего поколения, стали исследования КМА. С помощью приборов, испытанных в 1929–30 гг. в Московской области и на КМА, была проведена детальная микросейсморазведка рудосодержащих залежей. В 1931 г. под руководством Г.А. Гамбурцева на железорудных месторождениях КМА проведена детальная съемка поверхности кристаллических пород. Тогда на площади около 1 км² был определен рельеф кристаллических по-

род, содержащих на глубине 80–150 м богатую руду. Двумя весьма простыми сейсмографами системы Гамбурцева с переносом пунктов взрыва вдоль профиля удалось выделить включения особо богатых, но слабо магнитных железных руд. Результаты Г.А. Гамбурцева блестяще подтвердились при бурении в районе месторождения. Эти исследования признаны классическими по детальности сейсморазведки.

В 30-х гг. XX в., работая в системе Главнефти, Г.А. Гамбурцев занимался созданием теории аппаратуры, конструированием ее основных узлов, разработкой новых и усовершенствованием существующих методов наблюдений и интерпретации их результатов. Одновременно он преподавал в Московском геологоразведочном институте (МГРИ).

В 1937–38 гг. вышел в свет его знаменитый учебник для вузов “Сейсмические методы разведки”, включивший ряд оригинальных авторских разработок. Он долгое время служил руководством для практических геофизиков.

Сформировалась “школа Гамбурцева”, объединившая его сотрудников. Многие из них впоследствии сами стали во главе научных групп, руководя институтами, кафедрами, лабораториями. Это, например, член-корреспондент АН СССР Ю.В. Ризниченко, директор института ВНИИГеофизика М.К. Полшков, профессора Л.А. Рябинкин, И.С. Берзон, И.И. Гурвич, академик Н.Н. Пузырев.

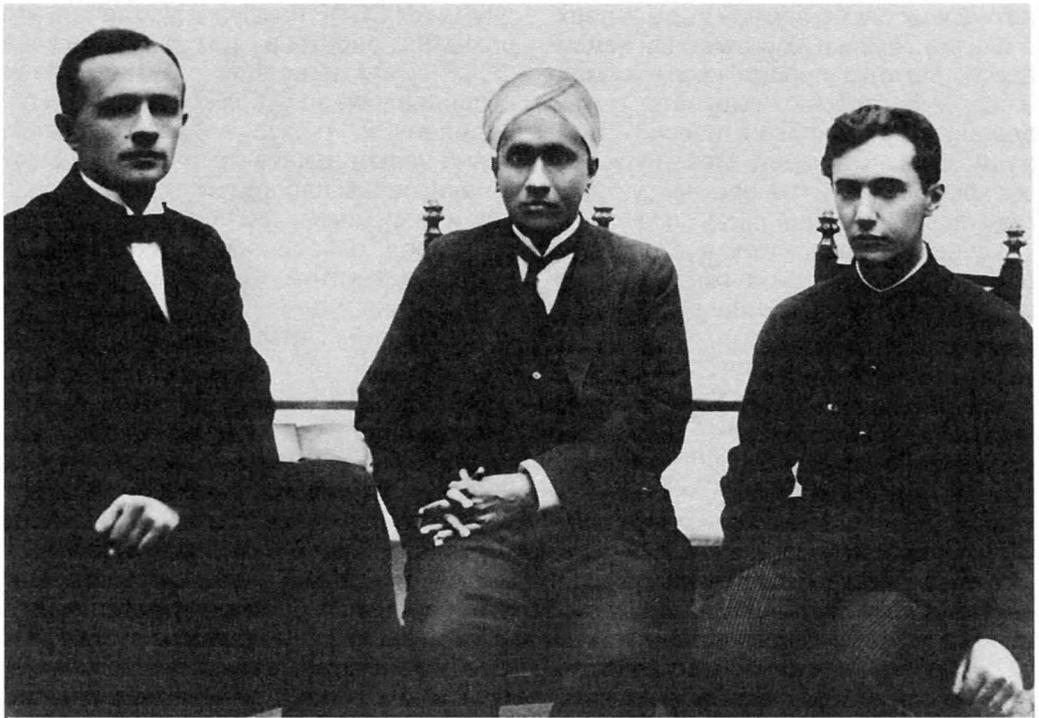
Г.А. Гамбурцеву принадлежат различные приемы решения обратных кинематических задач, в том числе определение скоростной характеристики среды. Им впервые последовательно изложена теория годографов отраженных и преломленных волн, предложена оригинальная методика изображения систем наблюдений на обобщенной плоскости. Она используется и в настоящее время. Задолго до создания современных способов уплотнения динамического диапазона Г.А. Гамбурцев высказал идею регулировки чувствительности регистрирующей аппаратуры во времени, обосновал необходимость частотной фильтрации отраженных волн, пространственной селекции волн по направлению их прихода и

смещения, разработал методику борьбы с поверхностными и звуковыми волнами.

Зимой 1933–34 гг. Г.А. Гамбурцев, Л.А. Рябинкин, Л.С. Вейцман впервые в СССР зарегистрировали на Байкале отраженные волны. Метод отраженных волн (МОВ), как основной в сейсморазведке, стал предметом особенного внимания Гамбурцева: он совершенствовал регистрирующую аппаратуру, приемы обработки и интерпретации.

В военные годы Григорий Александрович занимался с сотрудниками разработкой корреляционного метода преломленных волн, нового для сейсмической разведки. Эти изыскания были запланированы еще до войны и проводились в Башкирии (“Второе Баку”). Метод был внедрен в промышленность и до сих пор успешно применяется. На его основе стало осуществляться глубинное сейсмическое зондирование (ГСЗ), позволяющее изучать строение глубоких частей Земли – не только в пределах земной коры, но и в верхней мантии. Оно приблизило решение проблемы прогноза землетрясений, которая приобрела актуальность после Ашхабадской катастрофы 1948 г. Г.А. Гамбурцев считал сейсмологию и сейсморазведку единой наукой, видя их отличия лишь в масштабах и источниках возбуждения. Вместе они могут сделать очень многое.

Методы ведения сейсмической разведки при помощи искусственных источников, имеющие как фундаментальное, так и прикладное значение, Гамбурцев объединил понятием “экспериментальная сейсмология”. Это направление возникло из потребностей всестороннего изучения геологической среды. Термин “сейсморазведка” подчеркивает прикладное значение этой науки. Метод отраженных волн, уже известный прежде, Гамбурцев с учениками развили и внедрили в промышленность. Корреляционный метод преломленных волн расширяет возможности сейсморазведки в целях изучения строения среды. Метод высокочастотной (100–200 Гц) сеймики (ВЧС) возник из необходимости определять строение тонкослоистых залежей урановых и других руд. Метод ГСЗ с использованием низких частот (5–15 Гц) создан в связи с исследованием строе-



Г.А. Гамбурцев, индийский физик нобелевский лауреат Ч. Раман и В.В. Шулейкин. 1924 г.



Слева направо: Л.С. Вейцман, И.П. Косминская, Г.А. Гамбурцев, Е.В. Карус. Башкирия, 1943 г.

ния глубоких слоев земной коры и верхней мантии Земли и их временной изменчивости. Методы поперечных и обменных волн позволяют получать новые сведения о строении и физических свойствах исследуемых сред. Метод удаленных взрывов (МУВ, теперь метод сейсмического просвечивания) позволяет исследовать горизонтальные неоднородности геологической среды, он хорош для сред с мозаичным строением (терминология Гамбурцева). Каждый из методов требовал физически обоснованных аппаратных и методических разработок. Их осуществил Г.А. Гамбурцев со своими многочисленными учениками.

СЕЙСМОЛОГИЯ И ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

После войны в жизни и творчестве Г.А. Гамбурцева происходят крупные изменения. В 1946 г. его избирают членом-корреспондентом АН СССР, а в 1953 г. – академиком. В 1946 г. при слиянии двух институтов – Теоретической геофизики и Сейсмологического – был образован Геофизический институт АН СССР (ГЕОФИАН). Его директором стал академик О.Ю. Шмидт.

В 1948 г. произошло Ашхабадское землетрясение, после которого было принято постановление правительства об организации работ по прогнозу землетрясений. В конце 1948 г. Отто Юльевич предложил Г.А. Гамбурцеву возглавить ГЕОФИАН. О.Ю. Шмидт тогда болел и редко бывал в Институте. Григория Александровича он, по-видимому, считал единственно достойным кандидатом на пост директора. Гамбурцев был озадачен, но и вдохновлен. Он надеялся, что у него появятся новые возможности, он сможет привлечь к работе ученых разных специальностей, но, по-видимому, не представлял, какую далекую от науки борьбу ему придется вести.

В проблему прогноза включалось предсказание не только места и максимальной силы землетрясения (сейсмическое районирование), но и времени возникновения, что являлось наиболее трудной и наименее исследованной частью проблемы. В совместном с В.В. Белоусовым докладе на заседании Президиума

АН СССР Гамбурцев отмечал, что до 1949 г. работы в этом направлении в СССР почти не велись, а разрозненные исследования за рубежом не давали определенных результатов. Соответственно новым задачам в Институте были организованы лаборатории, занимающиеся измерениями наклонов и деформаций пород, сейсмическими и акустическими предвестниками, лаборатории тектонофизики, моделирования сейсмических явлений. Потребовались расширение сети сейсмических станций, создание новой аппаратуры, проведение комплексных экспедиционных исследований, лабораторные и теоретические разработки в области сейсмологии, теории упругости, геологии, тектонофизики.

Работы координировал Межведомственный Совет по сейсмологии и сейсмостойкому строительству при Президиуме АН СССР, основанный в 1949 г. Г.А. Гамбурцевым, ставшим его первым председателем. За сравнительно короткое время Совет объединил и в дальнейшем координировал все работы по прогнозу землетрясений, сейсмостойкому строительству и сейсмической службе в СССР. Деятельность Совета и лично Г.А. Гамбурцева сыграла большую роль в организации и развитии исследований геофизических и сейсмологических институтов и лабораторий при республиканских Академиях наук.

Проблему прогноза землетрясений Г.А. Гамбурцев рассматривал как комплексную геолого-геофизическую. Для ее решения необходимо было в первую очередь исследовать физические и геологические условия возникновения землетрясений, проследить различные формы их зарождения, подготовки и проявления. Эти вопросы сопрягаются с рядом наук – физико-математических, геологических, технических. Г.А. Гамбурцев составлял программу крупных комплексных исследований во всесоюзном масштабе, которая включала теорию, полевые и лабораторные эксперименты на моделях при высоких температурах и давлениях. Полевые наблюдения проводились с привлечением методов сейсмологии, гравиметрии, геологии, геодезии и геоморфологии.

Он не ждал быстрого решения проблемы, понимая ее как большую ком-



Во время экспедиции в районе Кривого Рога. Г.А. Гамбурцев (слева), геофизики М.И. Раç-Хизгия, А.М. Епинатьева. 1948 г.



Г.А. Гамбурцев читает лекцию о сейсмических швах. Казахстан, Талгар, 1953 г.

плексную задачу. Он развивал генетический подход, который должен был объяснить геологические и физические причины, определяющие место, время и силу землетрясений, но при этом не отрицал значение сейсмостатистики.

Г.А. Гамбурцеву принадлежит теория сейсмических швов – глубинных разрывов – возможно, частично залеченных. Они подвергаются последующим разрушениям легче, чем блоки, и в них, как правило, располагаются очаги землетрясений. При медленных относительных смещениях соседних блоков происходит вначале едва заметное и неравномерное для разных участков шва накопление сдвиговых напряжений, а затем быстрое разрешение их в том месте шва, где они превзошли предел прочности. Энергия землетрясения в основном определяется не напряжением, а размерами очага: у крупных землетрясений очаги большого объема, а у слабых – мало. Одним из наиболее вероятных механизмов образования очага большого объема (и – крупного землетрясения!) Гамбурцев считал процесс “вспарывания” сейсмического шва, когда разрыв, образовавшийся в одном месте шва, ведет к разрыву значительной его части. Условия, при которых это возможно, скорее всего, подготавливаются предшествующими слабыми землетрясениями в том же шве или в соседних, благодаря чему происходит концентрация напряжений в новых местах, а также, вероятно, и понижение прочности шва. Развивая теорию сейсмических швов, Гамбурцев выдвинул гипотезу о приуроченности очагов сильных землетрясений к зонам глубинных разрывов. Близость землетрясений к сейсмическому шву – показатель потенциальной сейсмичности всего шва. Она свидетельствует о постоянстве сейсмического режима для системы швов в течение нескольких сот лет. В то же время он допускал и нестабильность сейсмического режима во времени и в пространстве.

Самые, казалось бы, обнадеживающие результаты, получаемые им, Г.А. Гамбурцев воспринимал с большой осторожностью, к которой призывал и других исследователей. В частности, он предостерегал от

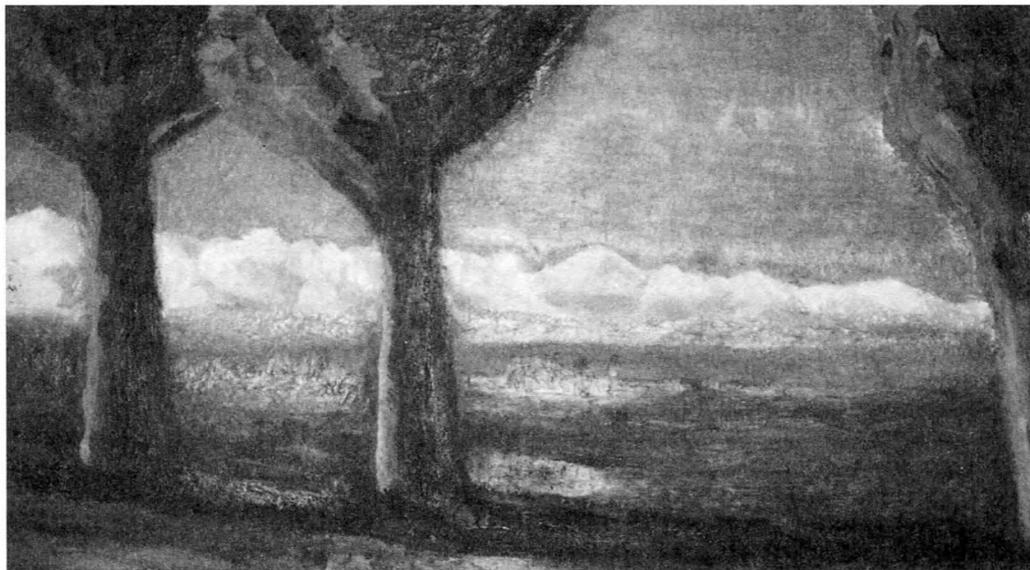
эйфории по поводу обнаружения предвестников землетрясений по временным рядам малой продолжительности.

На основе далеко не полных данных Г.А. Гамбурцев сумел отметить те особенности медленных движений земной коры, которые могут иметь значение для прогноза времени землетрясения. Это акустические предвестники, изменение характера микросейсм глубинного происхождения; миграция слабых очагов и ориентация их механизмов; сейсмическое затишье; изменение напряжений в земной коре; усиление сейсмической активности; изменение скоростей сейсмических волн на разных глубинах; изменение электрических, магнитных и гравитационных полей, а также уровня подземных вод. Новые задачи требовали подходов, которых до тех пор не знала сейсмология. Но главное – исследования должны быть комплексными.

Однако и сейчас, в начале XXI в., проблема прогноза землетрясений еще далека от решения. Сейсмологи слишком увлеклись поисками отдельных предвестников и часто используют “кусочные” материалы, полученные в короткие промежутки времени, выбирают участки временных рядов с выраженными аномалиями, которые зачастую всего лишь фрагменты фона.

РОДИВШИЙСЯ ДЛЯ НАУКИ

Прослеживая жизненный путь Григория Александровича, испытываешь одновременно чувство восхищения и глубокой горечи. Это был человек, родившийся для науки. Богатство его души и ума, колоссальная внутренняя сила и уверенность в своей правоте позволяли ему руководить большими коллективами ученых и практиков. Но он был полностью поглощен творчеством и поисками неведомого. Отдыха у него практически не было. В отрешенности от быта, в приверженности только науке, наконец, в особом таланте – ключ к его феномену. Административная работа, к которой, как он считал, у него не было ни способностей, ни склонности, не приносила ему радости – только заботы и огорчения. И тем не менее в последние



Вид на хребет Заилийский Ала-Тау с шоссе Алма-Ата–Талгар. В этом районе велись работы методом глубинного сейсмического зондирования земной коры. 1954 г. Картон, масло. Работа Г. А. Гамбурцева.

годы жизни пришлось руководить крупнейшим институтом. То, что он был беспартийным, естественно, создавало определенный дискомфорт. Освободиться от него как-то помогало хобби – рисование, фотографирование. Делал это с большим вкусом и удовольствием. Всего две небольшие картины написал он – горный пейзаж (вид на заснеженные вершины Заилийского Алатау) и автопортрет...

По воспоминаниям профессора Г.Н. Петровой, в последние год–два до кончины у него возникли трения с партбюро. Особенно это проявилось после публикации в

“Правде” клеветнической статьи, направленной на беспартийных руководителей Института – директора Г.А. Гамбурцева и его заместителя В.В. Белоусова. Далее потянулась длинная цепь тревожных заседаний, комиссий, проверок...

Григорий Александрович скоропостижно скончался 28 июня 1955 г. во время заседания Президиума АН СССР, где делал доклад о разделении Геофизического института на три самостоятельных института.

Российские ученые продолжают развивать идеи выдающегося геофизика. Последователи Г.А. Гамбурцева присвоили его имя нефтеносной гряде на Европейском севере России, подледному горному хребту в Антарктиде.

*А.Г. ГАМБУРЦЕВ,
доктор физико-математических наук
Институт физики Земли
им. Г. А. Гамбурцева РАН*

Джеймс Хопвуд Джинс

(к 125-летию со дня рождения)

11 сентября 2002 г. исполнилось 125 лет со дня рождения выдающегося английского астронома и физика Джеймса Джинса. Его имя известно с 20-х гг. XX в. как профессиональным ученым, так и широким кругам образованной публики разных стран мира. И в этом нет ничего удивительного, весь Джинс был не только крупным ученым, автором важнейших работ в области теоретической физики и астрофизики, но и талантливым популяризатором науки. Многообразие его

научных интересов и глубокая философская интерпретация достижений науки в сочетании с художественным стилем изложения делали научно-популярные работы Джинса классическими образцами произведений подобного жанра. Некоторые из них, например “Вселенная вокруг нас” и “Движение миров”, в начале 30-х гг. переведенные на русский язык и изданные в СССР, познакомили советского читателя с достижениями зарубежной астрофизики.

В историю науки Джеймс Джинс вошел как один из создателей нового научного направления – теоретической астрофизики. Он стоял в ряду первых физиков-теоретиков, начавших работать в области астрономии и привнесших в нее аппарат теоретической физики как метод научного исследования небесных объектов.

Уже в раннем детстве проявились незаурядные способности Джеймса. В три года он понимал, какое время показывают часы, к четырем годам уже свободно читал. Особенно Джеймс увлекался действиями с числами. Он их легко запоминал и в семь лет забавлялся тем, что перемножал номера лондонских кэбов. Его также интересовали различные механизмы и больше всего часовые. На детских рисунках Джеймса можно увидеть часы всех типов. Сохранились сочинения, написанные им в 8–9 лет по истории Англии и о часах.

Джинс очень любил музыку. У него оказался абсолютный слух, и его стали обучать игре на рояле. В 12 лет он уже

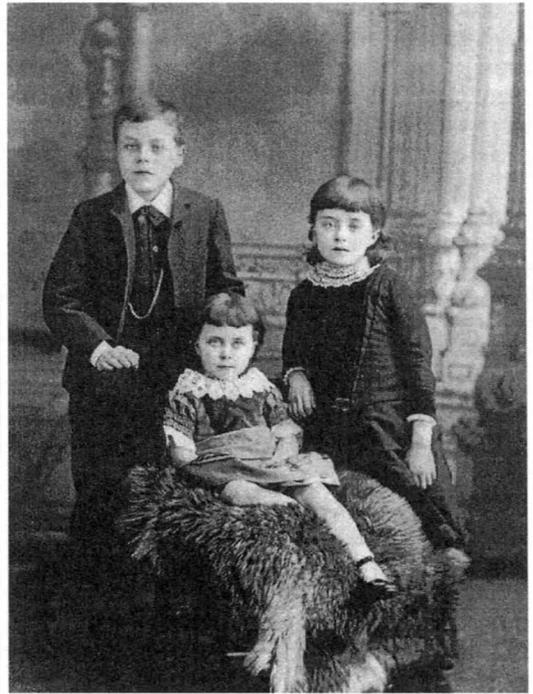


Дж.Х. Джинс (1877–1946).

неплохо играл и на органе. Его любимым композитором был И.-С. Бах.

Успешно окончив Тейлоровскую коммерческую школу, Джинс в 1896 г. блестяще сдал вступительные экзамены и был зачислен в Тринити-колледж Кембриджского университета. В октябре 1901 г. его избирают членом Тринити-колледжа, в 1903 г. присваивают степень магистра, а в 1904 г. назначают на должность лектора по математике, которую он занимает до отъезда в Принстон в 1905 г. В эти годы Джинс написал ряд основополагающих научных работ: по механизму излучения, кинетической теории газов, радиоактивности и теории излучения абсолютно черного тела. Джинс высказал правильную догадку о том, что естественная радиоактивность не вызвана внешними причинами, а является свойством материи. Его работа 1905 г. по теории равновесного излучения вызвала, по словам П. Эренфеста, "ультрафиолетовую катастрофу" и тем самым способствовала признанию теории М. Планка. Под влиянием профессора Дж. Дарвина Джинс обратился к астрономической тематике. Вышли в свет его статья "Равновесие вращающихся жидких цилиндров" (1902), а также фундаментальная работа по гравитационной неустойчивости "Устойчивость сферической туманности" (1902).

В первой из них Джинс рассматривает сложный вопрос устойчивости вращающихся самогравитирующих равновесных конфигураций в упрощенном двухмерном случае, в котором трехмерные тела представляются цилиндрами. Двухмерность задачи позволила использовать теорию функций комплексных переменных. Джинс решил уравнения равновесия при условии их вращения с различной угловой скоростью и получил серии конфигураций. По мере роста скорости, как показал Джинс, двухмерный аналог серии сфероидов Маклорена сменяется серией аналогов эллипсоидов Якоби, а затем грушевидных фигур. Хорошее совпадение результатов в двух- и трехмерном вариантах дало возможность Джин-



су распространить аналогию и на высокие значения угловой скорости (быстрое вращение), для которых не существовало результатов в трехмерном варианте. Двухмерная серия грушевидных фигур заканчивалась делением на две эллипсоидальные конфигурации. В этой работе был сделан вывод о неустойчивости грушевидных фигур равновесия и о делении их при достаточно высокой угловой скорости вращения на две фигуры.

Вторая работа заложила основы теории гравитационной неустойчивости, на которой построены современные космогонические представления. В ней впервые математически поставлена и решена в рамках теории малых возмущений задача об устойчивости равномерного распределения вещества. Джинс учитывал два фактора: тяготение, стремящееся собрать вещество в отдельные сгустки, и давление, стремящееся выровнять неоднородности, равномерно распределить вещество. Он показал, что неустойчивость наступает при возмущениях, превышающих некоторую величину, характеризующую размер неоднородности. Эта величина названа джинсовской длиной волны.

Работа Джинса “Устойчивость сферической туманности” – и поныне основополагающая в теории происхождения звезд. И.С. Шкловский писал, что Джинсовская “теория гравитационной неустойчивости красной нитью проходит через всю современную космогонию”.

В 1904 г. вышла в свет первая монография Джинса – “Динамическая теория газов”, которая неоднократно переиздавалась и служила популярным учебником для студентов и справочником для исследователей в течение многих десятилетий. В ней, в частности, развита теория диссипации атмосферы, составляющая основу современной теории планетных атмосфер.

С 1905 г. Джеймс Джинс – профессор прикладной математики Принстонского университета в Нью-Джерси (США). Он читает лекции студентам старших курсов и продолжает исследовательскую работу. Его разнообразные научные интересы включают вопросы теории излучения и статистической физики, проблему устойчивости подводных лодок. В Принстоне Джинс написал монографии “Теоретическая механика” и “Математическая теория электричества и магнетизма” – прекрасные учебники, послужившие, подобно его первой книге, не одному поколению студентов. В 1906 г. Джинса избирают членом Лондонского Королевского общества. Это очень высокая оценка научных достижений 28-летнего ученого. Тогда же в его жизни происходит событие, сделавшее его материально независимым человеком. Он получил возможность все свое время посвящать научным изысканиям. 11 сентября 1907 г. Джеймс Джинс и Шарлотта (Чарли) Тиффани Митчелл – внучка Чарльза Льюиса Тиффани, основателя и президента всемирно известной ювелирной компании, совершили обряд бракосочетания. Супруга Джинса была очаровательной женщиной, к тому же обладала поэтическим даром. В 1934 г., уже после смерти Чарли, Джеймс Джинс опубликовал в издательстве Кембриджского университета ее поэтический сборник “Driftweed”.

В Принстоне Джинс оставался до 1909 г., затем вместе с женой вернулся в

Англию. Его пригласили занять вакансию Стоксовского лектора по прикладной математике в Кембриджском университете. Он преподает и проводит теоретические исследования излучения, движения электронов и строения атома. Авторитет его в этих областях столь высок, что он был приглашен в числе других 23 выдающихся физиков мира на I Сольвеевский конгресс, проходивший с 30 октября по 3 ноября 1911 г. в Брюсселе.

Вскоре Джинс оставил преподавательскую деятельность и приступил к теоретическим исследованиям в области астрономии и астрофизики, все более глубоко проникая в проблемы астрономической науки. В исследованиях в области звездной динамики Джинс использовал математический аппарат, известный ему по работе в области кинетической теории газов. В звездной динамике закон постоянства фазовой плотности стал называться теоремой Джинса, а его монография “Проблемы космогонии и звездной динамики”, в 1917 г. получившая премию им. Адамса Кембриджского университета, долгие годы считалась одним из основных руководств в этой области.

В ней были подытожены фундаментальные исследования фигур равновесия вращающихся самогравитирующих масс как несжимаемых, так и, что особенно ценно, сжимаемых. Джинс также решил проблемы, привлекавшие математиков со времен К. Маклорена. Например, идея Джинса об истечении вещества с экватора звезды привела в 1931 г. О. Струве к интерпретации особенности спектра β -звезды как быстро вращающейся звезды с окружающей ее по экватору газовой туманностью.

При изучении приливной задачи Джинс получил серию равновесных конфигураций в виде вытянутых сфероидов, именуемых “сфероиды Джинса”.

Исследуя неоднородные конфигурации, Джинс пришел к выводу, что модель Роша исчерпывает возможные случаи точного интегрирования уравнений равновесия. Однако для политропных газовых масс он также получил равновесные фигуры, сжатые у полюсов. Эти фигуры, по аналогии со сфероидами Маклорена и

эллипсоидами Якоби, он назвал соответственно псевдосфероидами и псевдоэллипсоидами. Форма псевдосфероидов Джинса впоследствии достаточно строго изучена для случая малых деформаций Чандрасекаром.

Очевидно, что сжимаемые неоднородные конфигурации гораздо более близки по структуре к реальным небесным телам, чем однородные, рассмотрение которых имеет чисто математический интерес. При вручении Джинсу Золотой медали Королевского астрономического общества его президент А. Эддингтон подчеркнул: “Недостаточно иметь дело с теоретическими жидкими массами. Астроном желает знать, как изменятся результаты, когда мы примем во внимание неоднородность или газообразность действительных звезд”.

Работы Джинса по теории фигур вращающихся конфигураций оказали сильное влияние на его космогонические представления. Большую известность принесла Джинсу приливная гипотеза образования Солнечной системы, предложенная им в 1916 г.

Для того чтобы объяснить малый момент количества движения Солнца по сравнению с орбитальным моментом количества движения планет, он предположил возможность близкого прохождения некой звезды относительно Солнца и ее катастрофического приливного воздействия. Уровень развития науки в то время позволял Джинсу математически развивать космогоническую гипотезу, анализируя лишь довольно формальные схемы. Уже в 30–40-х гг. прошлого века она подверглась аргументированной критике в работах Г.Н. Рессела, а также Н.Н. Парийского и Н.Ф. Рейн, решивших ограниченную гиперболическую задачу трех тел и показавших несостоятельность модели Джинса с чисто динамической точки зрения.

Хотя гипотеза Джинса, как и все “катастрофическое направление”, осталась в стороне от магистрального пути развития космогонии, нельзя сказать, что она не оказала на эту область астрономии никакого влияния.

Так, известный английский геофизик Г. Джеффрис, модифицируя гипотезу

Джинса, предположил столкновение Солнца и звезды. А это, по-видимому, подтолкнуло к мысли об образовании Луны в результате столкновения Земли с крупным телом (гипотеза мегаимпакта) американского геолога Р.А. Дали, который высказал ее во втором издании своей монографии “Изверженные породы и глубины Земли” (1933). В первом же издании книги (1914) вопрос о происхождении Луны вообще не обсуждался. Геолог Дали, скорее всего, был знаком с трудами ведущего геофизика первой половины XX в. Г. Джеффриса, а первые два издания его фундаментальной монографии “Земля, ее происхождение, история и строение”, вышедшие соответственно в 1924 г. и 1929 г., отражали космогонические идеи автора.

В современной теории мегаимпакта имеет место синтез “катастрофической” и “планетезимальной” гипотезы. Этот сценарий образования Луны представляется сегодня наиболее вероятным.

В 1918 г. Джинс приобрел старинное поместье Кливленд-Лодж вблизи г. Доркинг. К дому был пристроен большой зал, в котором установили орган. Джинс больше времени стал уделять музыке. Но играл он только для своего удовольствия и никогда не выступал перед посторонними слушателями.

В 1919 г., вскоре после награждения Золотой медалью Королевского общества, Джинса избрали на должность секретаря Общества, в которой он пребывал в течение десяти лет. Став весьма влиятельной фигурой, Джинс во многом определял научную политику. Особенно успешно он сотрудничал с лордом Резерфордом, президентом Королевского общества в 1925–30 гг.

В 1924 г. Дж.Э. Хейл предложил Джинсу стать научным консультантом обсерватории Маунт-Вилсон (США). Джинс высоко ценил эту почетную должность и занимал ее до 1944 г. В 1925–27 гг. он также президент Королевского астрономического общества.

Дж. Джинс продолжает теоретические исследования в области астрофизики. Джинс не мог удовлетвориться только изучением звездных движений. Его интересовали источники энергии излуче-



Поместье Кливленд-Лодж, приобретенное Джинсом в 1918 г.

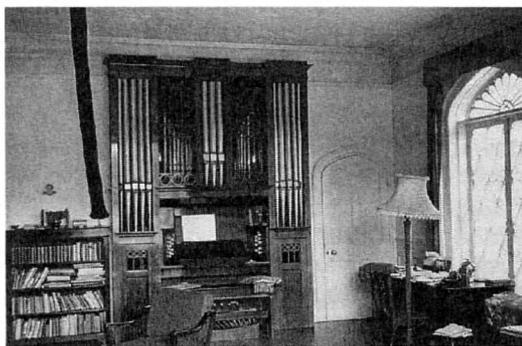
ния и внутреннее строение звезд. Несмотря на то что предположения Джинса об аннигиляции вещества или радиоактивности гипотетических сверхтяжелых трансурановых элементов как источниках звездной энергии оказались неверными, в его исследованиях внутреннего строения звезд содержался ряд верных положений, оказавших значительное влияние на дальнейшее развитие науки.

В своих работах Джинс развивает теорию Лейна–Риттера–Эмдена о равновесных конфигурациях звезд с политропным уравнением состояния вещества. Еще в 1917 г. он высказал мысль о том, что при температурах, до которых нагреты звезды, их вещество должно нахо-

диться в ионизованном состоянии. Как известно, построением моделей звезд в 20-е гг. активно занимался А. Эддингтон. После первого обсуждения его модели в Королевском астрономическом обществе Джинс и Линдеман (лорд Черуэлл) пересмотрели оценку среднего молекулярного вещества звезды с 54 до 2 – наиболее подходящего значения для всех сильно ионизованных химических элементов, за исключением водорода. Тогда еще не были известны истинные обилия химических элементов в звездах, тем не менее подобная редукция позволила продвинуться вперед в построении стандартной модели звезды.

Джинс также показал, что перенос тепла механизмом теплопроводности не объясняет мощного излучения с поверхности Солнца и звезд. Он справедливо полагал, что основная часть энергии в звезде переносится с помощью механизма лучистой теплопроводности.

Кроме того, он обнаружил, что вследствие сильной ионизации могут нарушаться законы идеального газа для вещества звезды: “Это состояние может быть описано как жидкое или полужидкое”. И если замечания Джинса к эддингтоновской модели звезды как находя-



Барочный орган в Кливленд-Лодж, на котором любил играть Джеймс Джинс.

щегося в равновесии газового шара можно считать несущественными, то этот его прогноз подтвердился при исследовании эволюции белых карликов.

Пример глубокой проницательности Джинса – работа “О вязкости излучения и вращении астрономических масс” (1926). Казалось естественным, что излучение переносит момент, что оно оказывает давление, но, как показал Джинс, при градиенте скорости движения вещества в звезде излучение при переносе момента от одного слоя к другому будет создавать действие кажущейся вязкости, сглаживая тем самым градиент скорости. По его оценкам, в звездах вязкость излучения сравнима с обычной вязкостью газа. Джинс, предположив, что этот механизм может возмущать вращение небесного объекта как твердого тела, впервые теоретически обосновал возможность дифференциального вращения. Сегодня установлено, что такой характер вращения присущ и Солнцу, и планетам-гигантам.

Результаты своих исследований Джинс подытожил в фундаментальной монографии “Астрономия и космогония” (1928), опубликованной в издательстве Кембриджского университета.

В том же году Джеймс был возведен в рыцарское достоинство за заслуги перед наукой и Королевским обществом. В последующие годы он занимался популяризацией научных знаний. К славе Джинса-ученого прибавилась слава Джинса – популярного писателя. Его книги переведены на многие языки мира. В СССР в 30-х гг. Джинс был одним из наиболее известных зарубежных астрономов. В 1932 г. появилась его “Вселенная вокруг нас” в прекрасном переводе Н.И. Идельсона, а в 1933 г. – “Движение миров” под редакцией А.А. Михайлова.

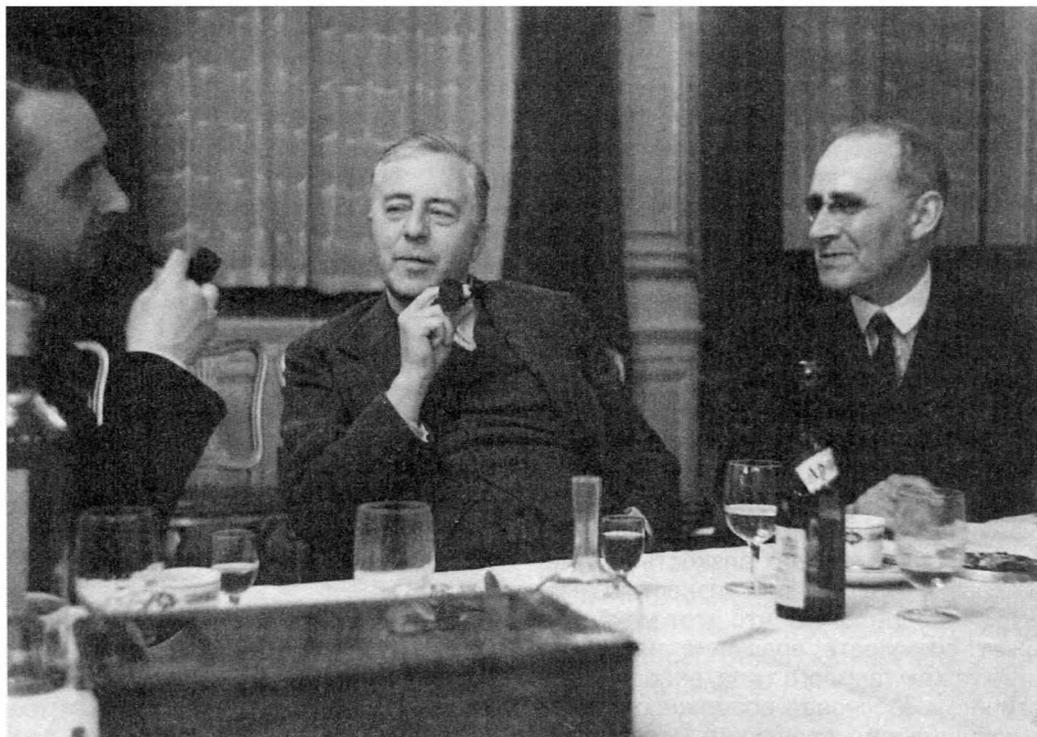
После смерти Чарли Джинс в 1935 г. женился на Сьюзи Хокк, австрийской органистке с мировой известностью. Она подала идею написать книгу, в которой музыка рассматривалась бы с научной точки зрения. “Наука и музыка” (1937), содержащая главы по теории чистых то-



нов, натуральной гармонии, структуре музыкальных инструментов, акустике концертных залов, а также истории музыки, пользовалась широкой известностью.

В 1935 г. сэр Джеймс Джинс избран директором Королевской академии музыки. В течение последующих десяти лет он, кроме того, – профессор астрономии Королевского института в Лондоне.

В 1938 г. Ассоциация консерваторов, выпускников Кембриджского университета, предложила Джинсу выставить свою кандидатуру на следующих парламентских выборах. Джинс, хотя и отказался от этого предложения, но в достаточно лаконичной форме высказал свои политические взгляды. Причисляя себя к национальным консерваторам, он всегда отдавал свой голос консервативным или национальным кандидатам в члены парламента: “Абстрактно я не чувствую симпатии ни к фашизму, ни к социализму, так как оба влекут за собой посягательство на свободу, которой мы все так дорожим”. И далее: “Демократия в абстрактном смысле – плоха, но когда я также ду-



С. Робертс, Дж. Джинс и А. Эддингтон в Клубе Королевского астрономического общества.

маю, что представляет собой альтернатива демократии, то это тоже плохо”.

В конце жизненного пути абстрактным вопросам бытия Джинс уделяет больше внимания: “...астрономия может сказать свое слово в волнующем вопросе об отношении человеческой жизни ко Вселенной, в которую она заключена, о началах, значении и судьбах человеческого рода. Двенадцать веков тому назад Бэда Достопочтимый в поэтическом сравнении уподобил человеческую жизнь полету птицы через теплый зал, в котором пируют люди, в то время как снаружи бушует зима: “Птица укрывается от бури на короткое мгновение, и немедленно она из холода попадает опять в холод. Так и человеческая жизнь появляется на один миг, но о том, что было до нее, и о том, что будет за ней, мы не знаем ничего. И поэтому, если новое учение открывает нам нечто достоверное, оно заслуживает, по-видимому, чтобы мы приняли его”.

Эти слова, сказанные первоначально с иной целью, выражают, пожалуй, в чем главный интерес астрономии в наши дни.

Человек,

От темноты к темноте

Зная лишь жизни узкий просвет,
жаждет глубже проникнуть в прошлое
и будущее, чем это позволяет его короткое бытие на Земле...

Прежде чем человек сможет понять самого себя, он должен познать Вселенную, из которой он черпает все восприятия своих чувств. Он стремится исследовать Вселенную в пространстве и во времени, ибо он является частью ее и она есть часть его самого”.

16 сентября 1946 г. Джеймс Хопвуд Джинс скончался в своем имении Кливленд-Лодж. Осенью 2000 г. на доме, где жил и работал выдающийся ученый, была установлена мемориальная доска.

А.В. КОЗЕНКО,

доктор физико-математических наук

Природные катастрофы: три научных форума

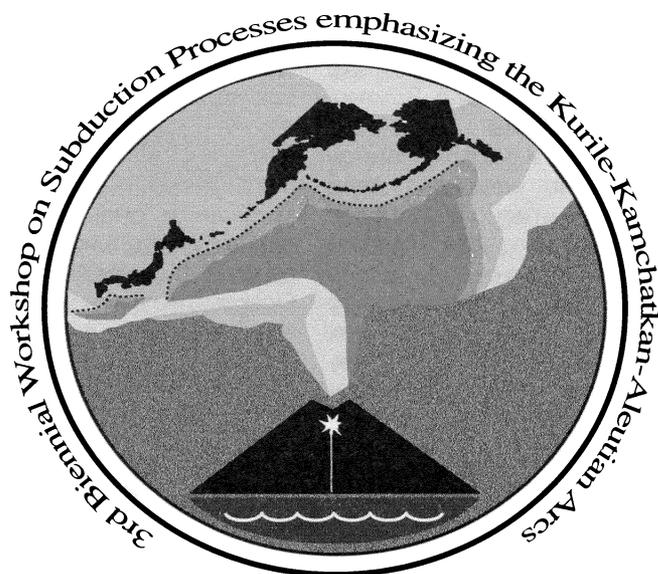
Одна за другой следуют на нашей динамичной планете природные катастрофы: землетрясения, вулканические извержения, наводнения...

Геофизики озабочены проблемой поиска закономерностей проявления природных катаклизмов. Именно этой теме посвящены три крупных международных научных форума, прошедших в 2002 г. На них рассмотрены последние достижения в изучении природных катастроф.

КОНФЕРЕНЦИЯ НА АЛЯСКЕ

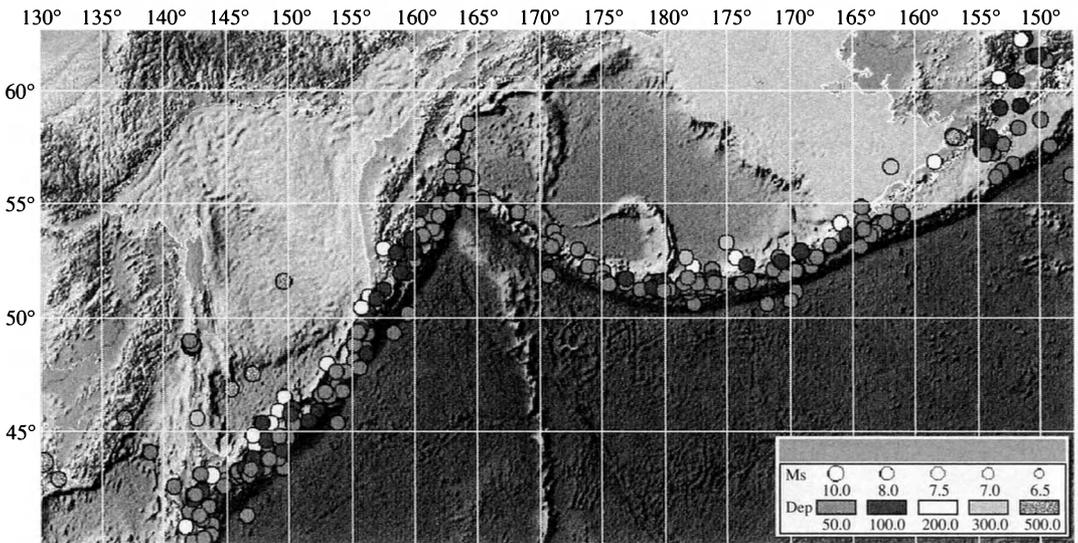
В июне 2002 г. на большую Международную конференцию в г. Фэрбенксе, столице штата Аляска, собрались ученые и специалисты из США, России, Японии и Италии, объединенные интересом к современным геодинамическим процессам в зоне Алеутско-Камчатско-Курильской островной дуги. В этой части огненного кольца Тихого океана, протянувшейся от Аляски через Камчатку к острову Хоккайдо, нередко отмечаются такие проявления глубинных геодинамических процессов, как извержения вулканов, землетрясения, цунами.

Относительно тонкая океаническая кора (всего 20–30 км) погружается под край толстой континен-



Fairbanks, Alaska
June, 2002

Эмблема Международной научной конференции, состоявшейся в июне 2002 г. в г. Фэрбенксе (Аляска, США).



Очаги землетрясений с магнитудой ≥ 5 в Тихоокеанском регионе (1998–2000 гг.).

тальной коры, вызывая к жизни мощные тектонические и магматические процессы. Таинственные мантийные плюмы (потоки расплава из недр Земли), будоражащие фантазию геологов, и расплавленное вещество внешнего ядра Земли активно действуют именно в северо-западной части Тихого океана. Здесь происходят грандиозные столкновения соседних тектонических плит земной коры, а острова и прибрежные участки материков перемещаются по поверхности геоида со скоростью до 10 мм/год.

Конференция проходила на территории Университета штата Аляска, живописно раскинувшегося на высоком холме на окраине Фэрбенкса. Аудитории университета, помещения Аляскинской вул-

канологической станции, Международного центра арктических исследований и здание Музея гостеприимно распахнули свои двери для 150 участников конференции. Российскую науку представляли примерно 20 ученых из Петропавловска-Камчатского (близкие соседи!), Владивостока, Якутска, а также из Москвы и Санкт-Петербурга.

Вызывает восхищение кипучая и очень эффективная деятельность организатора и председателя Оргкомитета конференции профессора-вулканолога Джона Айкельбергера с внешностью ироничного и обаятельного гнома. Он — центр притяжения для студентов и аспирантов не только Университета Аляски, но и научной молодежи из Петропавловска-Камчатского, Якутска и даже МГУ. Ближайший помощник и аспирант профессора Павел Избеков, приехавший на Аляску из Якутска шесть лет назад,

полностью адаптировался здесь. Он много потрудился для подготовки данной конференции. Эта встреча — уже третье по счету собрание ученых, занимающихся геодинамикой, вулканизмом и сейсмичностью зоны субдукции Тихого океана. Две предыдущие конференции проходили в Петропавловске-Камчатском и Саппоро (Япония). Среди участников теперешней — руководители прошлых форумов профессор сейсмологии Миноура Касахара из Университета Саппоро и профессор-вулканолог Борис Иванов, директор Института вулканической геологии и геохимии Дальневосточного отделения (ДВО) РАН из Петропавловска-Камчатского. Приятно отметить участие многих молодых ученых из России, сделавших доклады на английском языке. На конференции были рассмотрены различные типы образования вулканов, механизмы извержений, химический состав извержен-



Участники конференции на геологической экскурсии. Окрестности Фэрбенкса, Аляска.

ных пород и включений в расплавы, движение продуктов вулканических извержений, особенности подводного вулканизма, распространение выбросов вулканического пепла и газов в атмосфере, методы определения возраста палеовулканических осадков. Особое внимание обращено на мониторинг вулканов по данным космических снимков. В частности, российская «команда» под руководством директора Камчатской опытно-методической сейсмологической

партии Геофизической службы РАН Е.И. Гордеева сделала немало оригинальных сообщений. Проблемы обнаружения сейсмоакустической эмиссии на этапе подготовки землетрясений и вулканических извержений, новые результаты в исследовании вулканического «дрожания» породного массива, использовании специальных антенн, регистрирующих сейсмический шум, и гидроакустических антенн для локации областей подготовки океанического землетрясения —

вот далеко не полный перечень обсуждавшихся направлений исследований.

Заседания перемежались полевыми экскурсиями. Были организованы поездки к горячему источнику Чина-Ривер, базальтовому карьеру, на золотодобывающее предприятие, к специфическим выходам андезитовых пород и отложениям вулканических пеплов. Экскурсия по реке Танана на старинном колесном пароходе и просальный ужин в огромном зале бывшей насосной станции, рядом с которой еще сохранились столетней давности гидромониторы, стали заключительным аккордом знакомства с гостеприимной Аляской, некогда принадлежавшей России.

НАУЧНАЯ ШКОЛА

По дуге Алеутских островов Тихоокеанский огненный пояс спускается к полуострову Камчатка. Там, в г. Петропавловске-Камчатском, 10–15 сентября 2002 г. состоялась научная школа «Локальные цунами: предупреждение и уменьшение риска». Она привлекла большое число специалистов из самых разных стран. Заявки и доклады прислали ученые из США, Японии, Кореи, Италии, Франции, Норвегии, Коста-Рики, Индонезии, Французской Полинезии и даже из Новой Зеландии.

Главные спонсоры конференции – Межправительственный океанографический комитет ЮНЕСКО, Российский фонд фундаментальных исследований и Российская академия наук. Организаторы конференции – Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова и Камчатская опытно-методическая сейсмологическая партия Геофизической службы РАН.

Быстрое распознавание локальных цунами – сегодня одна из наиболее насущных задач службы предупреждения о цунами. В случае удаленных цунами сигнал о грозящей опасности поступает спустя всего 10 минут после землетрясения. Для местных же или локальных цунами, возникающих вблизи побережья, промежуток времени между предупреждающей сейсмической волной и поражающей волной цунами оказывается фатально коротким. Волна цунами, возникшая в 30–40 км от берега, спо-



Эмблема Международной научной школы "Локальные цунами..." в г. Петропавловске-Камчатском (сентябрь 2002 г.).

собна обрушиться на береговую линию уже через 3 минуты.

Международный форум в Петропавловске-Камчатском совпал с 50-летней годовщиной сильнейшего землетрясения и катастрофического цунами в Тихом океане, разразившегося 5 ноября 1952 г. у берегов Камчатки и Северных Курил. Нахлынувшая со стороны океана волна высотой более 15 м практически полностью уничтожила

г. Северо-Курильск на острове Парамушир и все постройки на соседнем острове Шумшу, погибло более 2000 человек. С воспоминаниями об этом событии выступил капитан 1-го ранга в отставке А.Е. Абаев (в 1952 г. – капитан гидрографического судна, которое по приказу командующего флотилией немедленно направилось к месту катастрофы и прибыло к острову Парамушир через 10 ч после удара цунами). По словам капитана, увиденное произвело на него более оглушительное впечатление, чем все, что он пережил во время войны.

Организаторы "научной школы" – координационная группа цунами при ЮНЕСКО. В подготовке школы приняли участие сопредседатели Оргкомитета конференции доцент МГУ, кандидат физико-математических наук М.А. Носов и директор Камчатской опытно-методической сейсмологической партии Геофизической службы РАН, доктор физи-

Таблица

ДАННЫЕ О ПОСЛЕДНИХ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ И ЦУНАМИ

№	Дата	Район события	Магнитуда землетрясения, М	Высота волны, м	Количество жертв, чел.
1	12/12/1992	Индонезия, Флорес	7.5	26.2	1500
2	12/07/1993	Япония, Окушири	7.7	31.7	330
3	02/06/1994	Индонезия, Ява	7.8	13.0	250
4	04/10/1994	Россия, Шикотан	8.3	9.0	11
5	14/05/1995	Индонезия, Тимор	6.9	4.0	11
6	17/02/1996	Индонезия, Иниан Джай	8.1	7.7	96
7	17/07/1998	Папуа Новая Гвинея, Аитапе	7.1	15	2182
8	17/08/1999	Турция, Измит	7.5	2.5	Около 10 тыс.
9	13/01/2001	Сальвадор	7.7	5.0	5
10	23/06/2001	Перу, Камана	8.3	8.6	50

ко-математических наук Е.И. Гордеев. Председателем Международного научного комитета конференции был избран директор Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН С.С. Лаппо, а его заместителями – профессор Джоуди Бурджва из Университета штата Вашингтон (г. Сиэтл) и профессор Б.В. Левин из Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН.

На заседаниях председательствовал директор Института вулканологии ДВНЦ РАН академик А.Д. Федотов. Среди 138 участников – ученые из 12 стран мира (Великобритания, Италия, Канада, Турция, США, Норвегия, Новая Зеландия, Греция и др.). Программа конференции включала три пленарных заказных доклада, а также сессии по цунами 1952 г., моделированию локальных и региональных цунами, полевым исследованиям отложений палеоцунами, сейсмическим и гидроакустическим методам в изучении и обнаружении цунами, вызванных оползнями и извержениями вулканов. Особое внимание обращено на совершенствование системы оповещения о цунами. Несколько самостоятельных докладов принадлежали студентам и аспирантам из Владивостока, Южно-Сахалинска, Нижнего Новгорода и Москвы.

Особенно важными в научном и практическом отношении были доклады В.К. Гусякова и Е.В. Сасоровой. Руководитель лабо-



Эмблема научного форума по природным катастрофам, состоявшегося в Анталии (Турция) в октябре 2002 г.

ратории цунами Института вычислительной математики и математической геофизики СО РАН (Новосибирск) доктор физико-математических наук В.К. Гусяков представил последнюю версию исторической базы данных цунами (<http://tsun.sssc.ru/htdbpac>), созданной при поддержке ЮНЕСКО. База позволяет осуществлять работу в интерактивном режиме.

Второй доклад подготовила лаборатория цунами им. академика С.Л. Соловьева Института океанологии РАН (при участии специалистов Института прикладной физики РАН (Нижний Новгород) и ЦНИИ "Морфизприбор" (Санкт-Петербург). Группа авторов под руководством кандидата технических наук Е.В. Сасоровой предложила разработку нового оригинального метода гидроакустической локации области подготовки океанического землетрясения. Ими впервые обнаружены гидроакустические сигналы, генерируемые микроземлетрясениями, которые возникают в приповерхностной части дна за несколько десятков минут

до главного удара. Дальнейшее развитие этих исследований может привести к созданию новых технических средств, способных существенно повысить эффективность системы предупреждения о локальных цунами.

Весьма большой интерес не только для научного мира, но и для всех слоев общества представляют исследования, проделанные научным сотрудником Института вулканической геологии и геохимии, кандидатом географических наук Т.К. Пинегиной и ее коллегой профессором Д. Бурджва. В результате проведенных в последние 5 лет экспедиционных полевых изысканий на Восточном берегу Камчатки обнаружены следы отложений, датирующих более 50 катастрофических палеоцунами; каталог зарегистрированных цунами расширен на 10 000 лет назад. Эти исследования дали бесценный материал для эффективного статистического прогноза цунами. По докладам Камчатской конференции намечено издание сборника статей на русском и английском языках.

КОНФЕРЕНЦИЯ В ТУРЦИИ

Научный форум по природным катастрофам, прошедший в Анталии (Турция) в октябре 2002 г., организован Международным обществом по предотвращению природных катастроф (Natural Hazards Society). Это общество, получившее за последнее 10-летие большую изве-

стность, издает международный журнал “Природные катастрофы” (главный редактор Герасимус Пападопулос), просветительскую литературу для населения, различные научные труды. В 2001 г. общество при участии издательства “Клювер” и Института океанологии РАН выпустило в свет (на английском языке) большую монографию академика С.Л. Соловьева с соавторами “Цунами в Средиземном море. 2000 B.C. – 2000 A.D.”.

Конференция в Анталии собрала около 200 ученых из Австралии, Армении, Греции, Канады, Норвегии, США, Японии и других

стран, которые представили свои доклады на самые различные темы, связанные с геологическими, вулканическими, геофизическими, гидросферными, атмосферными, ионосферными катаклизмами. Работали три секции: социологическая (вопросы оценки риска катастроф различного типа), сейсмологическая и секция цунами и наводнений.

Делегаты от России выступили с докладами о подводных оползнях на Черном море и наводнениях в Тихоокеанском регионе. Большой интерес вызвала информация об организации баз данных о

катастрофических явлениях на Дальнем Востоке, а также впервые выполненный анализ исторических катастроф за последние 10 тыс. лет.

Российская делегация предложила следующую конференцию по природным катастрофам в 2004 г. провести в Москве. Другая кандидатура – Индия. Международному Комитету предстоит сделать выбор.

Б.В. ЛЕВИН,
доктор

физико-математических наук,
профессор
Институт океанологии
им. П.П. Шириова РАН

Информация

Планы NASA по изучению Марса

В 2003–15 гг. NASA предполагает каждые два года посылать на Марс автоматические самоходные аппараты для геологических и атмосферных исследований, отправлять образцы грунта и проб воздуха на Землю, а также создать систему связи с помощью марсианских искусственных спутников. Все эти планы должны реализовываться при участии международной кооперации.

На 30 мая и 25 июня 2003 г. намечены запуски двух американских средних марсоходов “MER”, а на 23 мая 2003 г. – европейской АМС “Mars Express” для исследований с орбиты Марса и британской посадочной станции

“Beagle-2”. 8 августа 2005 г. предусматривается старт АМС “Mars Reconnaissance Orbiter” (NASA совместно с Италией), которая должна выйти на орбиту Марса для высокдетальной фотосъемки планеты. На сентябрь 2007 г. планируют четыре запуска: три американские АМС “Mars Smart Lander” (мобильная долговременная автоматическая научная лаборатория), “Mars Competed Scout” (малая посадочная станция), “Mars Telecommunications Orbiter” (спутник-ретранслятор для связи с посадочными станциями и марсоходами, при участии Италии) и французский орбитальный аппарат с четырьмя малыми посадочными научными станциями “Mars CNES Orbiter”. Планируются старт 4 октября 2009 г. АМС “Mars Science Orbiter” (США–Италия) для проведения детальной радиолокационной съемки поверхности Марса с орбиты и запуск в этом же году двух малых марсоходов “Exomars” по поиску там следов жизни. На октябрь 2011 г.

намечены запуски двух АМС по программе доставки образцов марсианского грунта – посадочного комплекса со взлетной ступенью и орбитальной станции. После посадки на Марс предполагается взять в нескольких местах образцы грунта, затем капсула с ними стартует во взлетной ступени. На околомарсианской орбите будет произведена стыковка с искусственным спутником планеты, капсула с грунтом на возвращаемой ракете стартует к Земле, и через полгода спускаемый аппарат совершит мягкую посадку. В августе–сентябре 2014 г. планируются старты четырех АМС – телекоммуникационного спутника Марса, спутника для изучения атмосферы и комплекса из орбитальной и посадочной станции по доставке марсианского грунта.

Spaceflight, 2002, **44**, 7
Новости космонавтики,
2002, № 3

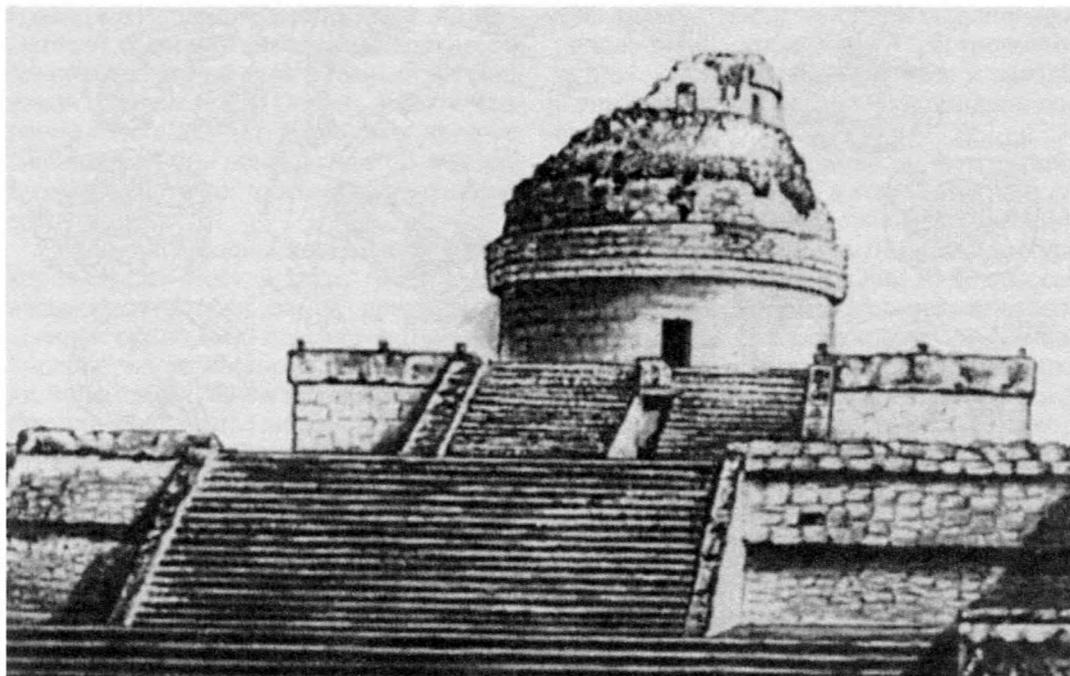
Древняя астрономия Нового и Старого Света

Каким можно представить себе развитие астрономии с древнейших времен? По-видимому, древнейшие следы астрономии, которыми мы располагаем, — насечки на предметах для счета дней по лунным фазам. Они восходят к палеолиту. Далее мы находим сооружения, на которых указаны направления на точки восхода (захода) Солнца в дни солнцестояний. Это свидетельствует о появлении третьей (после дней и лунных месяцев) единицы счета точного времени. Потом возникают специальные святилища-об-

серватории с отмеченными направлениями на страны света и другие солнечные направления (Земля и Вселенная, 1997, № 5). Это означает, что тогда уже использовался первый астрономический инструмент — гномон.

Параллельно шло развитие представлений о звездном небе. Зодиакальный пояс созвездий, по которым перемещаются

*Обсерватория майя "Караколь" в городе Чичен-Ица.
Построена около 850 г.*



Луна и планеты, известен был в глубокой древности, равно как и приближенное направление на Полюс мира. Позже появилось осознание, что Солнце тоже связано со звездами и перемещается по созвездиям. Видимо, это пришло из наблюдений восходов и заходов Солнца, гелиаических и акронических восходов звезд. Для такого заключения, по-видимому, стало недостаточно эпизодических наблюдений древних “любителей астрономии” (они же шаманы-колдуны) и, возможно, этим занимались жрецы-астрономы. Естественно предположить, что первая четверка зодиакальных созвездий, в которых находилось Солнце в дни солнцестояний и равноденствий около 6000 г. до н.э., был выделена в то же время, если не ранее.

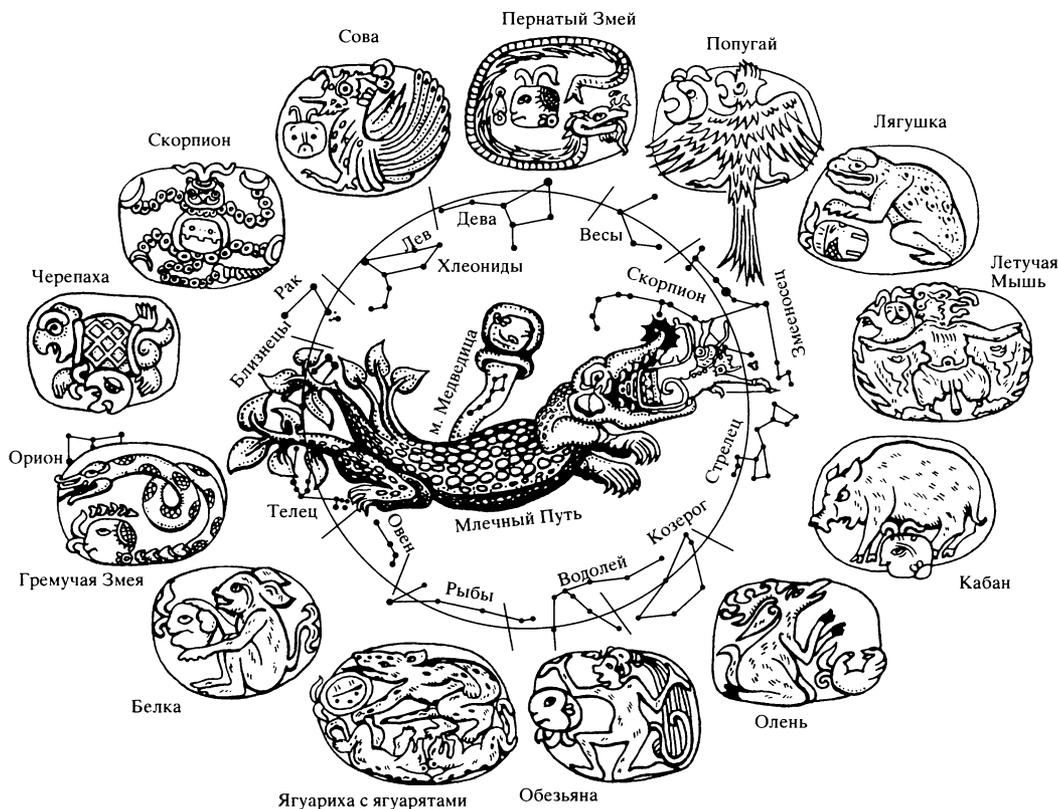
По-видимому, именно жрецы-астрономы обнаружили, что существует восемь особых точек горизонта, связанных с Лу-

ной. Этому открытию предшествовали многолетние наблюдения. Добавим, что слежение за смещением точек восходов (заходов) Луны не имеет явного практического назначения. Можно сделать вывод, что астрономические наблюдения стали религиозными ритуалами.

Со временем жрецы выделили эклиптику, понимая ее как узкую полосу шириной в полградуса, по которой перемещается Солнце. (Это отличается от нынешнего, “математического” определения, по которому эклиптика не имеет ширины.) Постепенно было выяснено, что путь Луны наклонен к эклиптике и пересекается с ней в двух точках – узлах лунной орбиты.

Редкие явления – затмения – всегда привлекали людей. Но и пугали их. Надо полагать, что жрецы-астрономы следили за ними с особым старанием. И со временем они заметили, что затмения случаются только тогда, когда Луна оказывается вблизи узлов своей орбиты, т.е. близко к эклиптике. (Наблюдая восходы Луны и выясняя точки поворота ее восходов,

Зодиак майя (реконструкция Г.Г. Ершовой).



можно было предсказывать лунные затмения.) Наблюдения затмений и их привязка ко времени позволили определить, что затмения происходят периодически. Для этого уже нужен был обмен информацией о них, собранной на значительной площади планеты.

А теперь посмотрим, что из этого списка и где стало известным в мире. И поскольку древнеамериканская астрономия менее известна, больше примеров будет из нее. В России существует очень авторитетная школа исследователей индейских культур. Достаточно сказать, что благодаря работам российского ученого Ю.В. Кнорозова, выполненным в 1950-е гг., американцы могут теперь читать (расшифровывать) письменные источники культуры майя. До него умели читать только цифры и частично календарные даты.

Ориентирование (с большой погрешностью) погребений по странам света велось издавна, десятки тысяч лет назад. Специальные сооружения, где, как полагают, отмечены солнечные направления, – ронделлы (в Европе – IV–III тыс. до н.э.). Могильники с ориентацией по Солнцу, относящиеся к этому времени, иногда весьма впечатляют своими размерами и сложностью конструкции (курган Нью-Грейндж в Ирландии, около 3500 г. до н.э.). Остатки обсерваторий-святилищ, где отмечены все солнечные и лунные направления (Стоунхендж, Савин), имеют возраст около 4000 лет. В районах древних цивилизаций они неизвестны; по-видимому, на их месте построены более поздние сооружения.

Сведения о зодиакальном поясе приходят из тех мест и эпох, где имелаась письменность. Уже самая древняя, созданная около 3000 г. до н.э. в Шумере и Хараппе, несет информацию о созвездиях, календарях, путях и периодах планет. Сохранившиеся таблички с записями о 28 явлениях, связанных с Венерой, интервалом в 21 год позволили установить, что наблюдения велись в 1581–61 гг. до н.э. В Новом Свете первые бесспорные свидетельства о календаре встречаются в культуре ольмеков и относятся к 679 г. до н.э. В зоне ольмеков находятся самые древние надписи Америки, но датируются

они менее уверенно: 1150–900 гг. до н.э. Разница в появлении письменности составляет около 2000 лет. Примерно такой же она будет сохраняться в дальнейшем, при сопоставлении этапов зарождения астрономии.

Зодиакальный пояс был хорошо известен в Древнем Египте и Месопотамии. Эклиптику выделили в Древнем Китае и Греции (термин “драконический” пришел из Китая: там полагали, что в узлах лунной орбиты сидит дракон, который пожирает Солнце). Сарос был известен в Вавилоне. Переход от горизонтной астрономии к измерениям на “высоком” небе происходил в Вавилоне и Египте.

С чем можно сопоставить доколумбову Америку? Прежде всего, от Канады до Чили встречаются археологические памятники – каменные круги на почве с выделенными радиусами, где отмечены солнечные направления, а в некоторых случаях и направлениях на звезды. Интересные календарные памятники встречаются на юге нынешних США.

Главные цивилизации Древней Америки – андские и мезоамериканские. Среди их памятников мы встречаем те же направления горизонтной астрономии, что и в Старом Свете. Более того, американские цивилизации размещались в тропической зоне, и потому среди выделенных направлений горизонтной астрономии встречаются еще два – восхода и захода Солнца в те дни, когда оно в полдень достигает зенита.

Вот несколько примеров. Астрономические направления, в том числе на восход Луны в крайнем южном положении, найдены в Чавин де Гуантар, архитектурном памятнике Перуанских Анд, относящемся к IV в. до н.э. На двух островах озера Титикака сохранились остатки храмов, построенных около 1460 г. во времена правления инков. В храме на острове Солнца стены ориентированы на восход Плеяд и ярких звезд Южного Креста. В доме жриц Солнца на острове Луны есть направления на восход Луны в крайнем южном положении, на заход Солнца в июньском равноденствии и на заход Плеяд. Вблизи деревни Самайпата в Боливии на вершине отесанной скалы площадью 12 тыс. м² есть несколько древних

сооружений. Они отмечают направления восхода Плеяд: два – в 500 г. до н.э. и одно – в начале н.э. В Эквадоре мною исследованы три археоастрономических памятника. Один из них – пирамиды Кочаски в районе Кито – своего рода календарь, по гелиакическим восходам звезд Большой Медведицы указывавший сроки высева культурных растений, функционировал с 200 г. до н.э. по 1150 г., как это определено по ориентации пирамид, входящих в памятник (Земля и Вселенная, 1988, № 3). На другом, пирамиде Пунтиачиль, выявлены все 8 солнечных направлений.

Ряд солнечных и звездных направлений обнаружен в Центральной Америке. Но здесь есть одна особенность. Ясно, что астрономические наблюдения удобнее проводить с четко очерченными ориентирами, когда в них нет ничего лишнего, как к примеру делалось на “обсерваториях” с менгирами Западной Европы. Здесь же, как правило, астрономические направления включены в сложные архитектурные структуры древних городов. Это указывает на большую роль религиозных представлений: религия, астрономия и архитектура здесь были тесно связаны между собой, можно даже сказать, что это было единое понятие. Впрочем, астрономическая ориентация древних сооружений – вещь обычная и в Старом Свете.

Существует одна характерная черта в мезоамериканской архитектуре: каждый важный астрономический центр имеет копии в других соседних городах. Но это уже не были функциональные копии с точки зрения астрономии, их ориентация уже не была столь точной; видимо, они служили только для ритуальных целей.

Эту особенность можно считать частью более общей черты Мезоамерики: каждый город имел свою ориентацию и, кроме того, все города имели другую, схожую между собой ориентацию. Так, в Теотиуакане главная ось вдоль центральной улицы с жутковатым названием Дорога мертвых была ориентирована на 15.5° , и существовали еще две оси, почти перпендикулярные этой, – на 106.5° и 107° . Следует поискать астрономические значимые направления с этой ориентацией, прини-

мая во внимание эпоху строительства города (начало нашей эры). В те времена здесь восходил Сириус и заходили Плеяды, при этом гелиакический восход Плеяд совпадал с днем прохождения Солнца через зенит – днем особой важности для древних обитателей Америки.

Другие города копировали ориентацию Теотиуакана как самого важного и авторитетного в этой части страны, но их ориентация уже потеряла свое астрономическое значение. Ведь некоторые из них строились чуть ли не на 15 веков позже, когда Плеяды уже ушли в другую область неба. Что здесь особенно интересно, так это умение переносить ориентацию на далекие расстояния. Едва ли это делалось по восходам звезд: было бы трудно найти достаточно яркую звезду, восходящую в нужном азимуте. Похоже, индейцы знали, что такое Полюс мира и умели измерять угловые расстояния на небе.

В Бодлейской и Селденской рукописях ацтеков имеется 26 рисунков, где, возможно, изображен астрономический инструмент в форме двух скрещенных палок. Дабы не возникало сомнений, что речь идет об инструменте для наблюдений, художник рисовал глаз между палками, а в одном случае нарисовал рядом голову человека. С инструментом такого типа можно было измерять угловые расстояния на небе и фиксировать их. Во многих случаях он изображен у входов в храмы или в проеме дверей. Этот факт подтверждает идею, что центрально-американские пирамиды и даже храмы были одновременно и ритуальными центрами, и астрономическими обсерваториями.

Больше информации можно почерпнуть, изучая сохранившиеся тексты. Но, к сожалению, узелковую “письменность” Южной Америки мы читать не умеем, хотя известно, что она содержит календарно-астрономическую информацию. Приходится ограничиваться текстами майя. Здесь прежде всего интересны формулы типа: 1508 календарных лет (по 365 дней) = 1507 солнечных лет; 405 синодических месяцев = 11 960 дней; 25 синодических периодов Венеры = 14598 дней. По ним длительность солнечного года – 365.2422 дня, лунного синодического месяца – 29.53086 дня, пе-

риода Венеры – 583.92 дня. Аналогичных формул для определения длины года с такой точностью в Старом Свете автор не знает. Разве что формула для года Сириуса в Древнем Египте: 1460 лет по Сириусу равно 1461 календарному году (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Зато длительность лунного месяца в Старом Свете знали лучше. В Вавилоне персидского периода считалось: 1 мес. = 29.530594 дня; то же самое у Гиппарха во II в. до н.э. (ошибка 0.5 с). Но это частная проблема. Важнее, что теория видимого движения Луны и планет была создана в Месопотамии в 600–440 гг. до н.э., а у майя аналога этому нет.

Все же достигнутая у майя точность при измерении длины лунного синодического месяца неплохая – 24 с.

Такое знание пришло не везде и не сразу; в других городах и в другое время встречаются несколько иные формулы (142 месяца = 4193 дня – ошибка 209 с, 149 месяцев = 4400 дней – ошибка 33 с), но и в этих вариантах приближение в 29.53 дня, что совсем неплохо для Америки XII в., хотя и уступает точности, достигнутой в Старом Свете значительно раньше.

Зодиакальный пояс майя был разделен не на 12 созвездий, а на 13. Названия “зодиакальный” он заслуживает не менее нашего; почти все созвездия связаны с животными. Рисунки созвездий встречаются в Парижском кодексе майя.

Особенно интересны астрономические таблицы из Дрезденского кодекса майя XII в. Считается, что Дрезденский кодекс был справочником для жрецов майя, составленный в каком-то центре и разосланный местным жрецам для практического использования. Поскольку сроки многих религиозных церемоний у майя были привязаны к астрономическим феноменам, кодекс служит ценным источником знаний по астрономии древних майя.

Отметим, что в Центральной Америке существовала позиционная система записи чисел с использованием нуля, к чему в Старом Свете пришли значительно позже. В лунных таблицах Дрезденского кодекса встречаются числа 177 и 148, которые дают первое приближение к длительности 6 и 5 лунных месяцев (177.18

и 147.65 дня). Получается 69 чисел, где кроме 177, встречаем 6 раз число 178 и 9 раз – 148. Тогда: $52 \times 177 + 9 \times 148 + 8 \times 178 = 11958$. Весь период охватывает те же 405 лунных месяцев. Вроде бы имеем явную ошибку. Ведь уже известно, что 405 месяцев составляют 11960 дней. Тем не менее в таблицах есть даже тройной контроль. Даты по священному календарю майя состоят из 260 дней, причем имеем три последовательные даты на каждое число. Затем чередуются сами числа и, сверх того, дается число сплошного счета дней, от 0 до 11958. Разделив 11958 на 69, получим 173.3 – хорошо знакомое астрономам число – половина длительности драконического года. Это совпадение едва ли может быть случайным. Как известно, периоды благоприятных положений трех небесных тел – Солнца, Земли и Луны (когда могут происходить затмения) – повторяются каждые 173.31 дня. Длительность таких периодов составляет около месяца для солнечных затмений и около трех недель для лунных; сами затмения случаются в сизигиях, которые попадают в этот интервал. Эти сизигии (фазы Луны), когда могут произойти затмения, повторяются через 6 или 5 лунных месяцев, т.е. через те же 177 или 148 дней. Причем второй интервал встречается примерно в 7 раз реже первого, т.е. в течение 405 месяцев он должен встретиться 9 раз, что отражено в лунных таблицах Дрезденского кодекса. Надо полагать, что число 178 повторяется, чтобы сохранить общую зависимость дней и месяцев.

Добавим, что астрономы майя, по всей вероятности, знали период в 173 дня. Во многих случаях даты, выбитые на их каменных археологических памятниках, различаются между собой на этот интервал. Для этого нужна уже достаточно развитая наблюдательная астрономия. Солнце в своем движении по эклиптике проходит через узлы лунной орбиты раз в 173.31 дня. Этот период был установлен астрономами майя с хорошей точностью – 173.304.

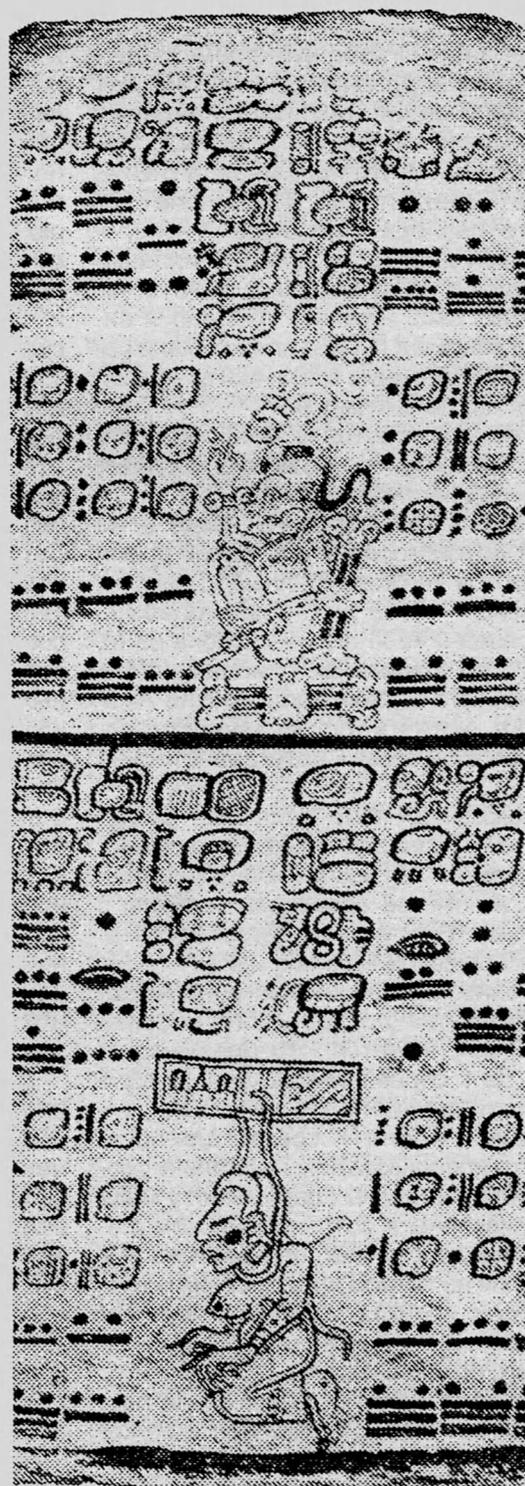
Все эти сведения (формула длины лунного месяца, лунные таблицы Дрезденского кодекса, длительность драконического года) дают основание считать, что

мая знали период затмений (32 года 9 месяцев), который можно назвать саросом мая по аналогии с саросом Старого Света: 405 синодических месяцев = 11959.888 дня; 439.5 драконического месяца = 11959.771 дня; 34.5 драконических года = 11958.391 дня; 434 аномалистических месяца = 11958.675 дня.

При использовании местного календаря есть одна существенная особенность. В саросе мая содержится целое число – 46 периодов священного календаря мая с длиной года в 260 дней. Поэтому затмения снова будут повторяться в те же даты – через 11960 дней. К тому же, в отличие от вавилонского, сарос мая имеет число дней более близкое к целому числу. Затмения, повторяющиеся через 11960 дней, могут быть видимы несколько раз подряд в одном и том же месте Земли.

Если сравнивать сарос мая с вавилонским (18 лет и 10–11 дней), то создается впечатление, что обнаружить сарос мая было легче. Правда, по всей вероятности, в Старом Свете ранее открыли тройной сарос (54 года и 1 месяц), когда затмения повторяются в одном месте. Все же непонятно, почему период повторения затмений, равный 405 лунным месяцам, так и не был открыт в Старом Свете.

Сопоставления лунных таблиц Дрезденского кодекса и Канона затмений делались многими астрономами,



в том числе и мною. Они подтверждают возможность предсказания затмений (а точнее дней, в которые возрастает вероятность их увидеть) с помощью таблиц маяя.

Дрезденский кодекс, при всех своих погрешностях, служит доказательством, что маяя изучили движение Солнца и Луны на небе, выяснили некоторые характерные особенности этих движений и установили связь между положениями светила и затмениями. Отсюда уже недалеко до построения пространственной картины мира, до вывода, что затмения случаются, когда три объекта – Земля, Солнце и Луна – оказываются на одной линии при их пространственном движении. Для объяснения достаточно, впрочем, приписать такое движение двум из них. В свое время этот шаг сделали древние греки. Сделали ли его маяя – пока неизвестно. Есть основания считать, что в Южной Америке затмения Луны умели предсказывать тем же методом, который, по мнению Дж. Хокинса, использовали строители Стоунхенджа.

Итак, можно сделать вывод: астрономия Древней Америки в своем развитии прошла все этапы, которые проходила ас-

трономия Старого Света: календари, гномон, созвездия, пути планет, зодиак, горизонтная астрономия. К приходу европейцев она достигла уровня вавилонской, древнегреческой и китайской астрономии: наблюдения на открытом небе, знание эклиптики, предсказания затмений, формулы для определения взаимосвязи астрономических периодов, “научные” труды.

Но культура Древней Америки развивалась с отставанием примерно в 2000 лет. Это относится к появлению письменности и заметно в этапах зарождения астрономии. Чем такое объяснить: случайностью или все-таки началу “научного” развития должен предшествовать ряд тысячелетий существования Человека разумного на стадии неолита? Ведь переход к присваивающему хозяйству (земледелию) в Америке произошел позже: по археологическим находкам в долине Мехико, в VII–V тыс. до н.э., т.е. на 2–3 тыс. лет позднее, чем в Старом Свете. Не говоря уже о том, что и сам Человек разумный появился здесь намного позже.

В.А. ЮРЕВИЧ

НОВЫЕ КНИГИ

1085 вопросов и ответов – и все это астрономия

Мы привыкли еще со времен учебы в средней школе к “Сборникам задач по...”, в которых независимо от предмета дело сводилось, в конце концов, к арифметике. Но вот перед нами “задачник” другого рода – “Сборник вопросов и качественных задач по астрономии” Е.Б. Гусева (“Просвещение”, 2002 г.). Чтобы ответить на вопросы сборника, нужны прежде всего понимание предмета и сообразительность. Конечно, если отвлечься от возможности заглянуть во вторую (и большую) часть книги, где даны ответы.

Задачи сгруппированы по 12 разделам астрономии, связаны с учебным материалом по общей астро-



номии и астрофизике, общей физике и космонавтике. Вопросы самые разнообразные: простые и сложные; исследовательские и познавательные; каверзные – на сообрази-

тельность и умение сопоставлять вроде бы не связанные между собой факты – и глубокие, требующие немалых знаний. Некоторые звучат интригующе, например: “Будут ли на Марсе цветы яблоны?”

Что касается ответов, то трудно ожидать, что среди такого множества не попадется ошибочных. Даже если автор – преподаватель астрономии в вузе. Однако мои поиски ошибок (с пристрастием), к счастью, успехом не увенчались. Замечу только, что к некоторым вопросам, касающимся дискуссионных проблем, следовало указать варианты ответов.

Сборник Е.Б. Гусева, несомненно, окажется ценным пособием для преподавателей астрономии как в школе, так и в педагогических вузах, поможет школьникам, заинтересует любителей астрономии. Насколько мне известно, это первый такого рода “задачник” по точным наукам, и его успех, возможно, приведет к появлению аналогичных книг по физике или химии.

В.А. Юревич

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ:

май – июнь 2003 г.

Май 2003

1	Луна в апогее, диаметр 29' 24" (07.6 ч) Новолуние (12.3 ч)
2	
3	Луна в восходящем узле (02.3 ч)
4	
5	Луна в 3° севернее Сатурна (08.9 ч)
6	Максимум метеорного потока η-Аквариды Меркурий в нижнем соединении (07.3 ч)
7	Прохождение Меркурия по диску Солнца
8	Луна в 4° севернее Юпитера (18.0 ч)
9	Луна в первой четверти (11.9 ч) Максимум переменной звезды Змееносца
10	
11	
12	
13	Марс в 2° южнее Нептуна (13.7 ч)
14	
15	Покрытие звезды α Весов Луной (12 ч) Луна в перигее, диаметр 33' 28" (15.6 ч) Полнолуние (03.6 ч)
16	Полное теневое лунное затмение (03.7 ч)
17	
18	
19	Начало прямого движения Меркурия (14.3 ч)
20	
21	Луна в 5° южнее Нептуна (11.8 ч) Луна в 3° южнее Марса (20.1 ч)
22	Луна в 5° южнее Урана (23.5 ч)
23	Луна в последней четверти (00.5 ч)
24	
25	
26	
27	
28	Луна в апогее, диаметр 29' 25" (13.1 ч)
29	Покрытие Венеры Луной (06 ч)
30	Луна в восходящем узле (08.5 ч) Новолуние (04.3 ч)
31	Кольцеобразное солнечное затмение (04.4 ч)

Июнь 2003

1	
2	
3	Меркурий в наибольшей элонгации 24°W (05.5 ч)
4	
5	Луна в 4° севернее Юпитера (06.2 ч)
6	
7	Начало попятного движения Урана (14.5 ч) Луна в первой четверти (20.5 ч)
8	
9	Покрытие звезды γ Девы Луной (13 ч) Плутон в противостоянии (20.7 ч)
10	
11	Покрытие звезды α Весов Луной (22 ч) Луна в нисходящем узле (21.3 ч) Луна в перигее, диаметр 33' 09" (23.3 ч)
12	
13	
14	Полнолуние (11.3 ч)
15	
16	
17	Луна в 5° южнее Нептуна (05.4 ч)
18	
19	Луна в 2° южнее Марса (06.5 ч) Луна в 5° южнее Урана (07.8 ч)
20	Марс в 3° южнее Урана (23.3 ч) Луна в последней четверти (14.8 ч) Летнее солнцестояние (19.2 ч)
21	
22	
23	
24	Сатурн в соединении (13.7 ч)
25	Луна в апогее, диаметр 29' 29" (02.4 ч)
26	Луна в восходящем узле (14.5 ч)
27	Максимум переменной звезды Мира Кита
28	
29	Новолуние (18.7 ч)
30	

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
	ч	мин	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Май 1	02	31.3	+14	53	04.50	19.05	04.21	19.34	03.28	20.29
11	03	09.8	+17	43	04.36	19.17	04.00	19.53	02.50	21.05
21	03	49.4	+20	03	04.25	19.28	03.43	20.11	02.14	21.41
31	04	29.8	+21	49	04.17	19.38	03.30	20.26	01.44	22.14
Июнь 10	05	11.0	+22	58	04.13	19.45	03.22	20.37	01.17	22.43
20	05	52.5	+23	26	04.13	19.50	03.20	20.42	01.03	23.00
30	06	34.1	+23	13	04.16	19.51	03.24	20.42	01.12	22.53

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	f	Видимость			Период
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°	
Меркурий											
Май 1	03	06.8	+19	25	3.6	11.2	0.04	–	–	–	
11	02	47.6	+15	14	4.7	12.1	0.01	–	–	–	
21	02	38.8	+12	13	2.1	10.8	0.14	–	–	–	
31	02	55.8	+12	53	0.9	8.8	0.32	–	–	–	
Июнь 10	03	36.6	+16	21	0.1	7.1	0.51	–	–	–	
20	04	39.8	+20	52	–0.7	5.9	0.75	–	–	–	
30	06	05.3	+24	01	–1.6	5.2	0.96	–	–	–	
Венера											
Май 1	00	44.0	+02	56	–3.8	11.7	0.87	0.8	–	–	Утро
11	01	29.1	+07	32	–3.7	11.3	0.89	0.7	–	–	Утро
21	02	15.0	+11	53	–3.7	11.0	0.91	0.7	–	–	Утро
31	03	02.4	+15	48	–3.7	10.7	0.93	0.7	–	–	Утро
Июнь 10	03	51.5	+19	04	–3.7	10.4	0.95	0.7	–	–	Утро
20	04	42.4	+21	32	–3.7	10.2	0.96	0.7	–	–	Утро
30	05	34.8	+23	01	–3.7	10.0	0.97	0.6	–	–	Утро

Таблица II (окончание)

Дата	α		δ		m	d	f	Видимость			Период
	ч	мин	°	'				45°	55°	65°	
Марс											
Май 1	20	32.5	-20	22	-0.1	9.4	0.87	3.2	1.7	-	Утро
11	20	56.6	-19	12	-0.3	10.3	0.86	3.3	1.9	-	Утро
21	21	19.5	-17	58	-0.5	11.2	0.87	3.6	2.0	-	Утро
31	21	41.0	-16	43	-0.7	12.3	0.87	3.9	2.3	-	Утро
Июнь 10	22	00.7	-15	32	-0.9	13.5	0.88	4.3	2.7	-	Утро
20	22	18.4	-14	29	-1.2	14.9	0.88	4.8	3.3	-	Утро
30	22	33.4	-13	40	-1.4	16.5	0.90	5.3	3.9	-	Утро
Юпитер											
Май 1	08	47.3	+18	47	-2.2	37.4	0.99	6.7	6.8	6.4	Ночь
11	08	51.1	+18	31	-2.1	36.3	0.99	5.8	5.9	5.0	Ночь
21	08	55.8	+18	11	-2.0	35.3	0.99	5.0	4.9	3.4	Вечер
31	09	01.4	+17	48	-2.0	34.4	0.99	4.2	3.9	0.8	Вечер
Июнь 10	09	07.6	+17	21	-1.9	33.6	0.99	3.4	3.0	-	Вечер
20	09	14.5	+16	50	-1.9	32.9	1.00	2.7	2.1	-	Вечер
30	09	21.8	+16	16	-1.8	32.3	1.00	2.0	1.2	-	Вечер
Сатурн											
Май 1	05	42.8	+22	28	0.1	17.0	1.00	3.4	3.5	3.2	Вечер
11	05	47.5	+22	32	0.1	16.9	1.00	2.5	2.5	-	Вечер
21	05	52.5	+22	34	0.0	16.7	1.00	1.7	1.2	-	Вечер
31	05	57.8	+22	36	0.0	16.6	1.00	0.4	-	-	Вечер
Июнь 10	06	03.3	+22	37	0.0	16.5	1.00	-	-	-	
20	06	08.9	+22	37	0.0	16.5	1.00	-	-	-	
30	06	14.5	+22	36	0.0	16.5	1.00	-	-	-	

Пример. Определить время восхода Солнца 26 мая 2003 г. в Краснодаре (широта 45°, долгота 2°36').

По таблице "Эфемериды Солнца" интерполируем среднее солнечное время восхода Солнца 26 мая на широте 45°: 04°21'. Для определения декретного времени из данного значения нужно вычесть долготу места и прибавить номер часового пояса с учетом летнего времени ($n = 4$). В итоге получаем 05°45'.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий в мае и июне не виден ни утром, ни вечером, но 7 мая его диск будет заметен на диске Солнца (наступит прохождение Меркурия по диску Солнца).

Венера видна только в южных районах России перед восходом Солнца на востоке и северо-востоке на ярком фоне утренней зари.

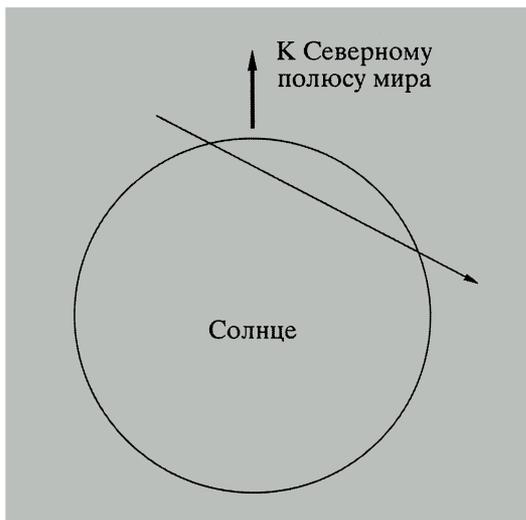
Марс виден в предутренние часы над юго-восточным горизонтом в созвездиях Козерога и Водолея всюду, кроме севера России. Блеск и угловой диаметр уже достаточно велики, и можно проводить наблюдения поверхности планеты в телескоп.

Юпитер очень хорошо виден вечером и в первой половине ночи в западной и северо-западной частях неба в созвездии Рака. В телескоп хорошо различимы его четыре ярчайших спутника. В июне условия видимости Юпитера ухудшатся, и он будет виден только вечером в северо-западной части неба.

Сатурн виден только в мае по вечерам над северо-западным горизонтом на границе созвездий Тельца, Ориона и Близнецов.

ПРОХОЖДЕНИЕ МЕРКУРИЯ ПО ДИСКУ СОЛНЦА

7 мая 2003 г. на всей территории России можно будет наблюдать очень редкое астрономическое явление – прохождение Меркурия по диску Солнца. Оно может произойти, только если ближайшая к Солнцу планета Меркурий окажется между Солнцем и Землей в один из двух коротких периодов в нача-



Путь Меркурия по диску Солнца 7 мая 2003 г.

ле мая или начале ноября. Причем майские прохождения Меркурия, которые лучше всего видны в Северном полушарии Земли, наблюдаются особенно редко. Последнее подобное явление отмечено в 1970 г.

Прохождение Меркурия по диску Солнца будет хорошо видно с начала до конца на всей территории России, и лишь на Дальнем Востоке Солнце зайдет за горизонт незадолго до схода Меркурия с его диска.

Таблица III

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ПРОХОЖДЕНИЯ МЕРКУРИЯ ПО ДИСКУ СОЛНЦА 7 МАЯ 2003 ГОДА

Первое касание дисков Солнца и Меркурия	05 ^ч	11 ^м
Полное вступление Меркурия на диск Солнца	05	16
Середина прохождения Меркурия	07	52
Начало схода Меркурия с диска Солнца	10	27
Последнее касание дисков Солнца и Меркурия	10	32

ЗАТМЕНИЯ

В мае 2003 г. произойдут два затмения – полное теневое лунное и кольцеобразное солнечное. Полное теневое лунное затмение 16 мая не будет видно в России, лишь самое начало частной теневой фазы (02^ч03^м UT) можно увидеть утром 16 мая перед заходом Луны в Калининградской области.

Кольцеобразная фаза солнечного затмения 31 мая также не будет видна в России (она наступит ранним утром на севере Шотландии, в Исландии, Гренландии и Северном море), но частные фазы затмения, причем достаточно большие, можно будет наблюдать практически на всей территории России. Самой большой в нашей стране фаза будет в северо-западных районах (там она превысит 0.8). В Европейской части России затмение произойдет утром, а в Сибири – днем 31 мая.

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 31 МАЯ 2003 ГОДА

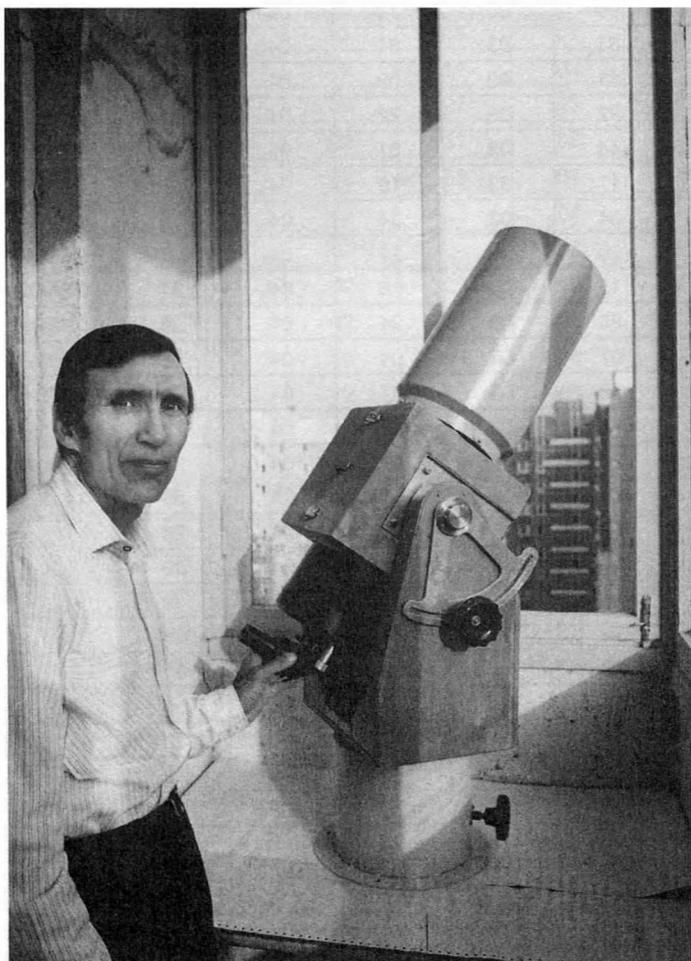
Город	Начало		Середина		Конец		Фаза
	ч	мин	ч	мин	ч	мин	
Абакан	02	40	03	41	04	46	0.315
Анадырь	04	23	05	22	06	19	0.418
Архангельск	02	39	03	42	04	49	0.799
Астрахань	02	07	03	05	04	09	0.624
Барнаул	02	30	03	33	04	40	0.382
Белгород	02	17	03	16	04	19	0.743
Брянск	02	22	03	21	04	24	0.776
Великий Новгород	02	31	03	31	04	36	0.822
Владикавказ	02	03	03	00	04	01	0.614
Владимир	02	24	03	25	04	31	0.759
Волгоград	02	11	03	10	04	14	0.674
Вологда	02	29	03	31	04	38	0.780
Воронеж	02	17	03	17	04	21	0.735
Вятка	02	27	03	30	04	38	0.716
Горно-Алтайск	02	31	03	31	04	37	0.339
Грозный	02	03	03	00	04	02	0.609
Дудинка	02	58	04	07	05	19	0.590
Екатеринбург	02	24	03	28	04	37	0.625
Иваново	02	25	03	27	04	33	0.761
Ижевск	02	23	03	27	04	35	0.679
Иркутск	03	04	03	56	04	49	0.170
Йошкар-Ола	02	23	03	26	04	33	0.715
Казань	02	22	03	24	04	31	0.700
Калининград	02	31	03	28	04	29	0.854
Калуга	02	23	03	23	04	27	0.773
Кемерово	02	36	03	39	04	47	0.391
Кострома	02	27	03	28	04	34	0.766
Краснодар	02	08	03	05	04	07	0.677
Красноярск	02	45	03	48	04	54	0.341
Кудымкар	02	27	03	31	04	40	0.686
Курган	02	22	03	26	04	36	0.574
Курск	02	19	03	18	04	21	0.754
Кызыл	02	43	03	40	04	41	0.251
Липецк	02	19	03	19	04	23	0.740
Магадан	04	22	05	14	06	04	0.214
Майкоп	02	07	03	04	04	05	0.665
Махачкала	02	02	02	59	04	01	0.592
Москва	02	24	03	25	04	30	0.773
Мурманск	02	49	03	52	04	58	0.843

Таблица IV (окончание)

Город	Начало		Середина		Конец		Фаза
	ч	мин	ч	мин	ч	мин	
Набережные Челны	02	21	03	24	04	32	0.676
Назрань	02	04	03	00	04	02	0.616
Нальчик	02	04	03	01	04	03	0.628
Нижний Новгород	02	24	03	25	04	32	0.738
Новокузнецк	02	35	03	37	04	43	0.356
Новосибирск	02	32	03	36	04	44	0.414
Омск	02	25	03	29	04	38	0.500
Орел	02	21	03	20	04	24	0.764
Оренбург	02	14	03	16	04	23	0.622
Пенза	02	18	03	19	04	25	0.709
Пермь	02	25	03	29	04	38	0.667
Петрозаводск	02	35	03	37	04	43	0.820
Петропавловск-Камчатский	05	00	05	32	06	04	0.081
Псков	02	31	03	31	04	34	0.834
Ростов-на-Дону	02	11	03	09	04	11	0.694
Рязань	02	22	03	22	04	27	0.753
Салехард	02	44	03	51	05	02	0.667
Самара	02	17	03	19	04	25	0.672
Санкт-Петербург	02	34	03	34	04	39	0.833
Саранск	02	20	03	21	04	27	0.715
Саратов	02	15	03	16	04	21	0.688
Смоленск	02	25	03	24	04	28	0.799
Ставрополь	02	07	03	04	04	06	0.656
Сыктывкар	02	32	03	37	04	45	0.729
Тамбов	02	18	03	18	04	23	0.729
Тверь	02	27	03	27	04	32	0.790
Томск	02	36	03	41	04	50	0.418
Тула	02	22	03	22	04	26	0.764
Тюмень	02	25	03	30	04	40	0.589
Улан-Удэ	03	14	04	01	04	49	0.131
Ульяновск	02	19	03	21	04	28	0.694
Уфа	02	20	03	22	04	31	0.642
Ханты-Мансийск	02	34	03	40	04	51	0.601
Чебоксары	02	23	03	25	04	32	0.715
Челябинск	02	21	03	24	04	33	0.603
Черкесск	02	06	03	03	04	04	0.647
Чита	03	31	04	12	04	53	0.092
Элиста	02	08	03	06	04	09	0.653
Якутск	03	45	04	46	05	45	0.270
Ярославль	02	27	03	28	04	34	0.771

О.С. УГОЛЬНИКОВ

Менисковый 150-мм рефлектор на монтировке Добсона



Автор заметки у телескопа.

Астрономия привлекательна для всех. В ясные осенние ночи в деревне, вдали от ярких огней, выхожу полюбоваться видом звездного неба. Казалось бы, и возраст у меня не юношеский, мне уже 60, а вот звездные россыпи с их таинственным чарующим светом продолжают волновать меня ничуть не меньше, чем в пору детского увлечения астрономией. И, конечно, не мыслю остаться наедине с небом без хорошего телескопа. Однако в прошлом приходилось довольствоваться скромным 80-мм рефрактором школьного типа. Желание иметь хороший телескоп становилось настолько сильным, что я начал конструировать очередной более крупный телескоп. Наградой за труды были созданный телескоп и мои заметки в разделе "Любительское телескопостроение" в журнале "Земля и Вселенная".

Не так давно я купил фабричный телескоп системы Максудова, выпускаемый

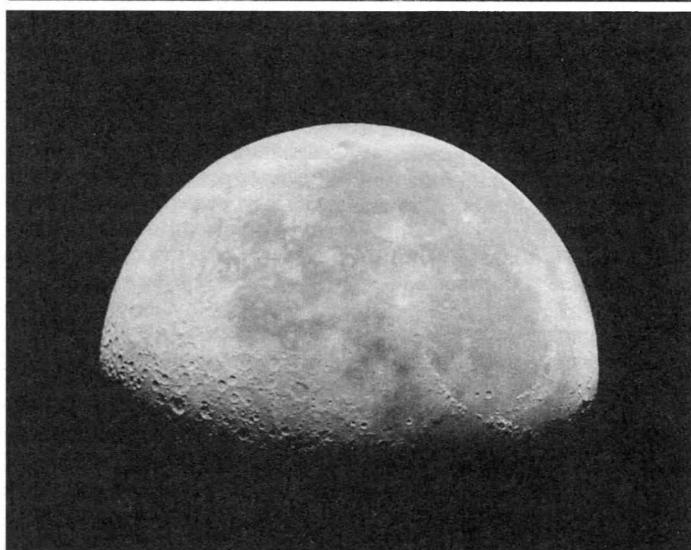
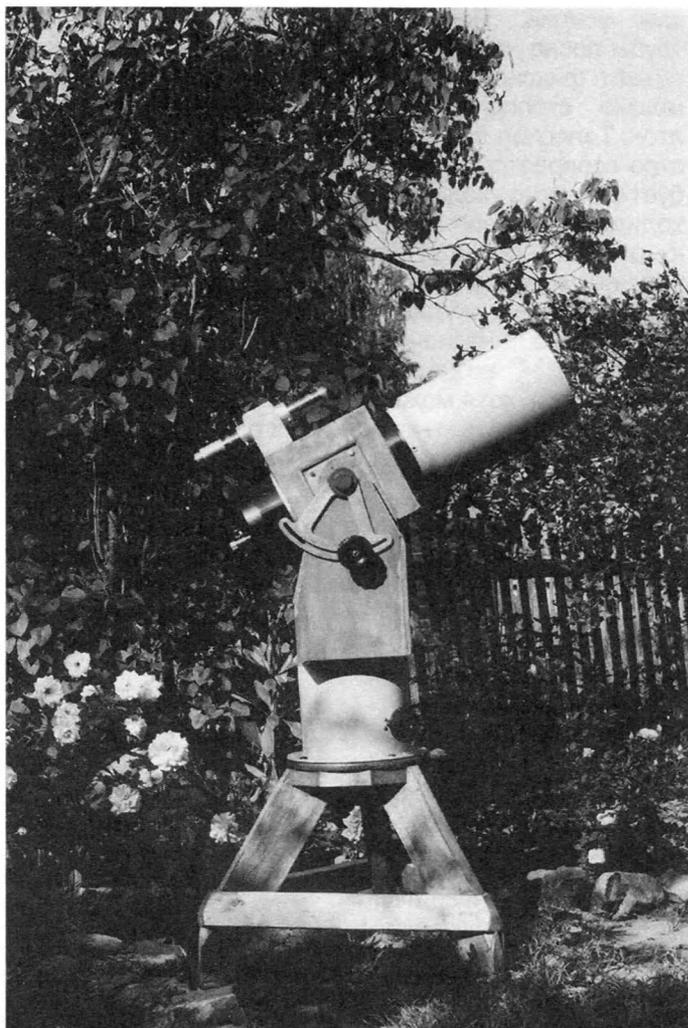
ЛОМО (г. Санкт-Петербург), марки АСТЕЛ-150. Правда, я приобрел его не в комплекте, т.к. стоит он вместе с параллактической монтировкой довольно дорого. Мне удалось найти только трубу с оптикой, без монтировки. Качество изображения оказалось превосходным.

Основные характеристики телескопа

Световой диаметр
мениска 150 мм
Эквивалентное
фокусное расстояние
2000 мм
Относительное
отверстие 1 : 13
Увеличение телескопа (при
использовании
различных окуляров)
от 40* до 180*
Максимальное поле
зрения трубы
(при увеличении 40*) 0.9°

Искателем служит зрительная труба (рефрактор) с объективом диаметром 30 мм и увеличением 8*.

Монтировку по Добсону я изготовил самостоятельно. Телескоп на объект наводится вращением по азимуту и высоте. Оси вращения телескопа укреплены в подшипниках. Плавный поворот трубы осуществляется вручную, без боль-



Луна в последней четверти.
Пленка Fujicolor Superia 100.
Экспозиция 0.5 с.

ших усилий. Положение трубы после наведения на объект фиксируется с помощью стопорных рукояток. Телескоп легко и быстро собирается и не требует большого ухода. Необходимо лишь беречь оптику от пыли, периодически сметая ее мягкой кисточкой с мениска и окуляров.

Основное назначение телескопа – визуальные наблюдения, хотя можно и фотографировать небесные объекты. Съемки про-

извожу только с короткими экспозициями, т.к. при имеющейся монтировке гидрирование невозможно, да и часовой механизм отсутствует.

В заключение хочу сообщить, что, несмотря на многие достоинства этого телескопа, с некоторых пор он перестал полностью устраивать его владельца. Основной причиной этого является сравнительно малый размер входного зрачка, а мне хочется иметь те-

лескоп большего диаметра. Поэтому я решил продать описанный телескоп, чтобы купить более крупный. Если у Вас возникнет желание его приобрести, можно обратиться по телефону (812) 142-10-02 либо написать по адресу: 198330, г. Санкт-Петербург, ул. Маршала Захарова, д. 60, кв. 784.

*Р.Х. БЕКЯШЕВ,
кандидат технических наук
г. С.-Петербург*

Информация

Новое о “космическом мусоре”

Околосреднее космическое пространство пронизывают потоки частиц естественного происхождения – микрометеороиды. Например, до высоты 2 тыс. км они составляют ничтожную массу – около 200 кг. Двигаясь со скоростью выше 20 км/с, микрочастицы способны нанести ущерб космическим аппаратам и кораблям. Кроме них, на орбитах находятся различные предметы искусственного происхождения общей массой более 2 млн. кг – обломки спутников и ступеней ракет-носителей, части отсеков КА, отделившиеся антенны и механизмы, научное оборудование и прочее.

До недавнего времени подобную угрозу космической технике считали несущественной. Лишь после нескольких столкновений таких объектов с космическими аппаратами специалисты решили искать методы защиты. Например, на российский модуль “Заря” МКС уста-

новят дополнительные микрометеоритные панели. Предполагается неработающие искусственные космические объекты на низких орбитах разделить на три категории опасности: большие, в поперечнике превышающие 1 м, с диаметром более 10 см и малые – от 1 до 10 см. Как это ни парадоксально, максимальную опасность составляют частицы малых размеров, т.к. крупные обломки быстро обнаруживаются. Более того, они каталогизированы (99% от общего количества “мусора”), и за ними установлено постоянное наблюдение. Мелкие же частицы могут появиться неожиданно. Например, разгонный блок ракеты-носителя “Ariane-4” (№ 1986-019С) и военный спутник “Космос-1866” (№ 1987-059А), взорвавшись, образовали миллионы микрочастиц. Постепенно “космический мусор” входит в атмосферу и сгорает, но на орбитах высотой более 1 тыс. км объекты могут оставаться в течение сотен и тысяч лет.

Частицы диаметром менее 0.01 см представляют основную причину эрозии космических аппаратов. “Мусор” крупнее 0.1 см разрушает стенки конструкции спутников. Устанавливать щит от частиц крупнее 1 см, движущихся быстрее 10 км в секунду, бессмысленно, т.к. их кинетическая энергия огромна, она, по-

добно пуле, способна сделать отверстие в любом корпусе КА. NASA провело эксперимент: на одном из ИСЗ установлен экран площадью 151 м². После возвращения спутника на экране насчитали более 30 тыс. углублений, из них 5 тыс. – диаметром свыше 0.5 мм. Ущерб зависит от многих причин. Один из дорогостоящих экспериментов в космосе закончился неудачей из-за попадания частицы в трос, которым прибор крепили к спутнику.

Конструкторы признали, что надежно защитить космическую технику от микрочастиц невозможно. Это не под силу даже новому материалу “Nexhel”, применяемому в пулезащитных жилетах. Другой путь – усовершенствование системы наземных наблюдений за полетом “космического мусора” менее 10 см. Надежду на спасение от него вселяет работа комплекса наблюдательных установок Космического командования вооруженных сил США, расположенного в горах Шайен (Колорадо-Спрингс, штат Колорадо). В будущем необходимо предусмотреть возможность снятия с орбиты последних ступеней ракет-носителей и космических аппаратов.

Science, 2002, 296, 1241

Таблица запусков космических аппаратов в 2001 г.*

В 2001 г. состоялось **60 запусков** (из них 2 аварийных и 3 частично удачных) с **90 КА**, в том числе при авариях 3 спутника утрачено и 4 выведено на нерасчетные орбиты. Космические аппараты принадлежали **15 странам** (США – 44, РФ – 29, Япония – 4, Индия – 2, Англия, Италия, КНР, Люксембург, Марокко, Пакистан, Турция, Украина, Франция, ФРГ и Швеция – по 1) и международным организациям (ESA, “Eutelsat” и “Intelsat”). Запуски производились ракетами-носителями США, России, международной организации “Arianespace”, КНР, Индии и Японии. Стартовали РН с космодромов: Байконур (РФ, 16 запусков), Канаверал (США, 16), Куру (ESA, 8), Плесецк (РФ, 6), Ванденберг (BBC США, 5), Шрихарикота (Индия, 2), морская платформа “Одиссей” (“Морской старт”, 2), Кояк (США, 1), Свободный (РФ, 1), Тангасима (Япония, 1), Цзюцюань (КНР, 1) и из атомной подводной лодки “Борисоглебск”, расположенной в акватории Баренцева моря (РФ, 1).

Россия опередила США по количеству стартов. Осуществлено 26 запусков ракет-носителей, из них один аварийный: КА не отделился от ракеты “Волна”. Запущено 37 ИСЗ, из которых 8 иностранного производства (США – 4, по одному – Люксембург, Марокко, Пакистан и Швеция). Начала работу на орбите солнечная обсерватория “Коронас-Ф”. В рамках строительства Международной космической станции (МКС) за-

пущено 2 ПКК – “Союз ТМ-32 и -33”, стыковочный отсек “Пирс” для выходов космонавтов в открытый космос и 5 транспортных грузовых кораблей – “Прогресс М-44, -45”, “Прогресс М1-5-7”.

В **США** состоялось 22 запуска РН (из них 1 аварийный) с 44 космическими аппаратами (в том числе французский спутник). Впервые с коммерческого полигона на острове Кояк на Аляске успешно стартовала РН “Афина-1”. В результате аварии РН “Taurus” потеряно 4 ИСЗ. Выполнено 6 экспедиций пилотируемых кораблей “Спейс Шаттл” к МКС.

Третье место по количеству запусков занимает международный западноевропейский консорциум “Arianespace” (включает 48 организаций из 14 европейских стран) – состоялось 8 успешных запусков РН “Ariane”, в том числе 2 новых носителей тяжелого класса “Ariane-5” (второй запуск неудачный, 2 спутника выведены на нерасчетные орбиты). На расчетные орбиты выведены 9 спутников различных стран и международных организаций.

Из азиатских космических держав только **Индия** смогла произвести 2 успешных запуска 4 ИСЗ. После трех лет неудач **Япония** осуществила успешный старт новой РН “Н-2А” с 2 спутниками. Состоялся второй испытательный полет в автоматическом режиме китайского пилотируемого КК “Шэнь Чжоу-2” (“Волшебный корабль”), спускаемый аппарат которого через неделю успешно совершил посадку на территории **КНР**, а орбитальный модуль проводил исследования в течение 8 мес.

* Продолжение. Начало см.: 1996, № 4; 1997, № 5; 1998, № 5; 2000, №№ 3, 6; 2002, № 1.

Таблица

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град.)	Период обращения (мин)	№ ком- ментария
01А	9 января	"Шэнь Чжоу-2"	КНР	7600	Цзюцзянь	"CZ-2F"	329 × 334	42.58	91.16	1
01С	– " –	Орбитальный модуль	КНР	2100	– " –	– " –	389 × 403	42.59	92.48	1
02А	10 января	"Eurasiasat-1"	Турция	3535	Куру	"Ariane-44P"	35772 × 35802	0.12	1436.1	2
03А	24 января	"Прогресс М1-5"	Россия	7082	Байконур	"Союз-У"	345.9 × 356.7	51.64	91.42	3
04А	30 января	USA-156 ("Navstar 2-7")	США	2032	Канаверал	"Delta-2"	20106 × 20264	54.89	718.08	4
05А	7 февраля	"CICRAL-1"	Италия	2596	Куру	"Ariane-44L"	35724 × 35767	0.05	1435	5
05В	– " –	"Skynet-4F"	Англия	1489	– " –	– " –	35619 × 35795	3.9	1432	6
06А	7 февраля	"Atlantis-23"	США	115527	Канаверал	STS-98	350 × 363	51.57	91.67	7
06В	– " –	"Destiny"	США	14056	– " –	– " –	369 × 394.2	51.57	92.15	8
07А	20 февраля	"Odin"	Швеция	250	Свободный	"Старт-1"	615.3 × 649.6	97.83	97.09	9
08А	26 февраля	"Прогресс М-44"	Россия	7100	Байконур	"Союз-У"	373.5 × 385	51.57	92.14	3
09А	27 февраля	USA-157 ("Milstar 2F2")	США	4700	Канаверал	"Titan-4B"	35748 × 35769	4.5	1435	10
10А	8 марта	"Discovery-29"	США	114000	Канаверал	STS-102	378.9 × 395.8	51.57	92.24	11
11А	8 марта	"Eurobird"	(США)	3050	Куру	"Ariane-5G"	35785 × 35814	2.06	1436.3	12
11В	– " –	"B-Sat-2A"	Япония	1317	– " –	– " –	35726 × 35732	2.05	1435	13
12А	18 марта	"ХМ-2 Rock"	США	4666	"Одиссей"	"Зенит-3SL"	35778 × 35886	1.29	1436.5	14
13А	7 апреля	"Экран-М"	Россия	1900	Байконур	"Протон-М"	35772 × 35794	2.01	1435.9	15
14А	7 апреля	"Mars Odyssey"	США	725	Канаверал	"Delta-2"	Гелиоцентрическая орбита			16
15А	18 апреля	"GSAT-1"	Индия	1540	Шрихарикота	"GSLV"	31934 × 555.6	19.3	191	17
16А	19 апреля	"Endeavour-16"	США	115652	Канаверал	STS-100	375.7 × 392.1	51.57	92.22	18
17А	28 апреля	"Союз ТМ-32"	Россия	7150	Байконур	"Союз-У"	380 × 404	51.57	92.2	19
18А	8 мая	"ХМ-1 Roll"	США	4682	"Одиссей"	"Зенит-3SL"	35763 × 35818	0.06	1436	14
19А	15 мая	"PAS-10"	США	3772	Байконур	"Протон-К"	35704 × 35870	0.07	1436.1	20
20А	18 мая	USA-158 ("GeoLITE")	США	1870	Канаверал	"Delta-2"	35758 × 35890	0	1436.4	21
21А	20 мая	"Прогресс М1-6"	Россия	7200	Байконур	"Союз-ФГ"	375.2 × 399.6	51.57	92.29	3
22А	29 мая	"Космос-2377"	Россия	6600	Плесецк	"Союз-У"	176.04 × 382.39	89.74	67.13	22
23А	8 июня	"Космос-2378"	Россия	795	Плесецк	"Союз-3М"	981 × 1023	104.9	82.93	23
24А	9 июня	"Intelsat-901"	(США)	4723	Куру	"Ariane-44L"	35751 × 35798	0.13	1436.1	24

Таблица (продолжение)

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град.)	Период обращения (мин)	№ ком- ментария
25А	16 июня	"Астра-2С"	Люксембург	3643	Байконур	"Протон-К"	35775 × 35837	0.11	1436.1	25
26А	19 июня	"ICO F2"	США	2750	Канаверал	"Atlas-2AS"	10115 × 10126	44.95	351.32	26
27А	30 июня	"MAP"	США	836	Канаверал	"Delta-2"	Точка либрации L2			27
28А	12 июля	"Atlantis-24"	США	117127	Канаверал	STS-104	367.8 × 380.1	51.57	91.98	28
28В	" – "	"Quest"	США	6064	" – "	" – "	384.6 × 391.1	51.57	92.27	29
29А	12 июля	"Artemis"	ESA	3105	Куру	"Ariane-5G"	590.6 × 17466	2.94	316.4	30
29В	" – "	"B-Sat-2b"	Япония	1298	" – "	" – "	593.8 × 17553	2.93	317.6	13
30А	20 июля	"Молния-3К"	Россия	1780	Плесецк	"Молния-М"	455 × 40811	62.42	735.65	31
–	20 июля	"Cosmos-1"	США	40	Балт. море	"Волна"	–	–	–	32
31А	23 июля	"GOES-M" (GOES-12)	США	2270	Канаверал	"Atlas-2A"	35776 × 35820	0.15	1436.1	33
32А	31 июля	"Коронас-Ф"	Россия	2260	Плесецк	"Циклон-3"	500.9 × 548.5	82.49	94.76	34
33А	6 августа	USA-159 ("DSP F21")	США	2400	Канаверал	"Titan-4B/ILUS"	35700 × 35800	0.1	1436	35
34А	8 августа	"Genesis"	США	636	Канаверал	"Delta-2"	Точка либрации L1			36
35А	10 августа	"Discovery-30"	США	116912	Канаверал	STS-105	402.7 × 405.6	51.63	92.43	37
35В	20 августа	"Simplesat"	США	52	" – "	" – "	385.2 × 403.2	51.64	92.24	38
36А	21 августа	"Прогресс М-45"	Россия	7100	Байконур	"Союз-У"	390.9 × 402.7	51.64	92.48	3
37А	24 августа	"Космос-2379"	Россия	2500	Байконур	"Протон-К"	34863 × 36833	2.33	1441	39
38А	20 августа	"LRE"	Япония	86.1	Танегасима	"H-2A"	272 × 36215	28.15	640.8	40
39А	30 августа	"Intelsat-902"	(США)	4723	Куру	"Ariane-44L"	35629 × 35772	0.38	1432	24
200042С	7 сентября	"Picosat-7/8"	США	0.25	"Sindri"	"Minotaur"	511 × 539	97.8	96	41
40А	8 сентября	USA-160	США	4950	Ванденберг	"Atlas-2AS"	1002.8 × 1204.9	63.43	107.31	42
40С	" – "	USA-163	США	?	" – "	" – "	1002.8 × 1204.3	63.42	107.3	43
41А	14 сентября	"Прогресс СО-1"	Россия	7130	Байконур	"Союз-У"	385 × 395	51.64	92.35	3
41В	" – "	"Пирс"	Россия	3676	" – "	" – "	385.5 × 396.7	51.64	92.36	44
–	21 сентября	"OrbView-4"	США	368	Ванденберг	"Taurus"	–	–	–	45
–	" – "	"QuikTOMS"	США	168	" – "	" – "	–	–	–	46
–	" – "	"SBD" + "Celestis"	США	73	" – "	" – "	–	–	–	47

Таблица (окончание)

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град.)	Период обращения (мин)	№ ком- ментария
42A	25 сентября	"AtlanticBird-2"	(США)	3150	Куру	"Ariane-44P"	35766 × 35796	0.02	1435.8	12
43A	30 сентября	"Starshine-3"	США	89.4	Кадьяк	"Athene-1"	465.4 × 476.6	67.05	94.03	48
43B	-- --	"PICOSat"	США	67	-- --	-- --	789.9 × 800.5	67.01	100.77	49
43C	-- --	"PCSat"	США	107	-- --	-- --	793.4 × 800.1	67.06	100.81	50
43D	-- --	"Sapphire"	США	23	-- --	-- --	794.3 × 800.9	67.05	100.83	51
44A	5 октября	USA-161	США	13000	Ванденберг	"Titan-4B"	196 × 1046	97.87	96.76	52
45A	6 октября	"Радуга-1"	Россия	2100	Байконур	"Протон-К"	35922 × 35930	1.35	1440	53
46A	11 октября	USA-162	США	2300	Канаверал	"Atlas-2AS"	37538 × 35274	0.2	1436	54
47A	18 октября	"QuickBird-2"	США	1028	Ванденберг	"Delta-2"	458.0 × 469.7	97.22	93.93	55
48A	21 октября	"Союз ТМ-33"	Россия	7150	Байконур	"Союз-У"	191.3 × 226.5	51.66	88.42	56
49A	22 октября	"TES"	Индия	1108	Шрихарикота	"PSLV-C3"	558.9 × 572.0	97.78	96.02	57
49C	-- --	"BIRD"	ФРГ	92	-- --	-- --	559.9 × 572.7	97.78	97.04	58
49B	-- --	"PROBA"	ЕСА	94	-- --	-- --	560.1 × 673.3	97.91	96.06	59
50A	25 октября	"Молния-3"	Россия	1780	Плесецк	"Молния-М"	40658 × 646	62.89	736.5	31
51A	26 ноября	"Прогресс М1-7"	Россия	7331	Байконур	"Союз-ФГ"	192.0 × 253.8	51.67	88.67	3
52A	27 ноября	"Direc TV-4S"	США	4300	Куру	"Ariane-44LP"	35972 × 35997	7.0	1436	60
53A-C	1 декабря	"Космос-2380-2382"	Россия	3 × 1450	Байконур	"Протон-К"	19110 × 19137	64.83	675.17	61
54A	5 декабря	"Endeavour-17"	США	103880	Канаверал	STS-108	381.1 × 395.6	51.64	92.28	62
54B	16 декабря	"Starshine-2"	США	38.6	-- --	-- --	381.6 × 397.3	51.64	92.30	48
55A	7 декабря	"Jason-1"	Франция	500	Ванденберг	"Delta-2"	1331.1 × 1322.9	66.05	112.2	63
55B	-- --	"TIMED"	США	587	-- --	-- --	620.9 × 634.3	74.08	97.31	64
56A	10 декабря	"Метеор-3М" (№ 1)	Россия	2476	Байконур	"Зенит-2"	1006.5 × 1029.3	99.65	105.31	65
56B	-- --	"Компасс"	Украина	64.5	-- --	-- --	995.8 × 1025.9	99.64	105.19	66
56C	-- --	"BADR-B"	Пакистан	68.5	-- --	-- --	993.7 × 1025.1	99.65	105.17	67
56D	-- --	"Maros-Tubsat"	Марокко	45.0	-- --	-- --	993.2 × 1025.4	99.65	105.17	68
56E	-- --	"Рефлектор"	США/РФ	7.7	-- --	-- --	994.7 × 1025.9	99.65	105.18	69
57A	21 декабря	"Космос-2383"	Россия	3150	Байконур	"Циклон-2"	412 × 421	65	92.8	70
58A-C	28 декабря	"Космос-2384-2386"	Россия	3 × 230	Плесецк	"Циклон-3"	1421 × 1448.1	82.55	114.37	71
58D-F	-- --	"Гонец Д1" (№ 10-12)	Россия	3 × 250	-- --	-- --	1417 × 1447	82.54	114.2	72

К **МКС** пристыкован российский модуль “Пирс” для выходов космонавтов в открытый космос. Введены в строй на МКС новые американские модули – лабораторный отсек “Дестини” и шлюзовая камера для выходов астронавтов в открытый космос “Квест” (Земля и Вселенная, 2000, № 6; 2002, № 2). Выполнено 6 пилотируемых полетов по программе “Спейс Шаттл” (STS-98, -102, -100, -104, -105 и -108) с 38 астронавтами США (среди них 4 женщины) и 7 астронавтами других стран (по 1 из ESA и Канады, 5 – из России) (Земля и Вселенная, 2001, № 5; 2002, № 1; 2003, № 1). С помощью российских КК “Союз ТМ-32 и -33” на борт МКС доставлено 2 экспедиции посещения.

Запущены две американские **АМС** – “Марс Одиссей” (исследования Марса с его орбиты) и “Генезис” (забор вещества солнечного ветра и возвращение его на Землю) (Земля и Вселенная, 2001, № 5; 2002, № 1). Для наблюдения объектов Вселенной стартовали 2 **астрофизические обсерватории** США и России, работающие в диапазонах от радио- до рентгеновского. На околоземные орбиты доставлено 6 научных спутников, принадлежащих России, США, Германии и Швеции. На геостационарную орбиту выведен **21 спутник**.

Стартовавшие космические аппараты по назначению распределились следующим образом: связь – 30 (в том числе международным консорциумам “Eutelsat” и “PanAmSat” – по 2), научные – 10, экспериментальные – 9, навигация – 6, отработка новых технологий – 4, метеорология – 4, дистанционное зондирование Земли – 3, съемка земной поверхности – 2 и военное назначение – 24 (14 российских, 7 американских, по 1 – ESA, Англия и Италия). В числе **военных спутников**: 8 связных, 4 навигационных, 3 экспериментальных, 6 разведывательных – 3 оптико-электронной разведки, 2 морской радиотехнической разведки и 1 фоторазведки, по 1 – отработка новых технологий, предупреждение о ракетном нападении и обнаружение пусков баллистических ракет.

В таблице представлены стартовые массы космических аппаратов и параметры окончательных (рабочих) орбит спутников. Запуск нескольких КА 1 ракетой-носителем обозначен одинаковой цифрой индекса (например, 6 ИСЗ №№ 58А–F). В комментарии указаны рабочие точки “стояния” на орбите геостационарных спутников.

КОММЕНТАРИИ К ТАБЛИЦЕ

1. Второй испытательный полет в автоматическом режиме китайского пилотируемого КК “Шэнь Чжоу-2” (“Волшебный корабль”), спускаемый аппарат которого успешно совершил посадку на территории КНР 16 января 2001 г., а орбитальный модуль проводил исследования до 24 августа 2001 г.

2. Геостационарный спутник связи “Eurasiasat-1” (Turksat-2A) компании Eurasiasat (Монако) – совместное предприятие Turk Telekom и Alcatel Space осуществляет теле- и радиовещание на территории Восточной Европы, Турции,

Центральной и Средней Азии. Запущен в точку 42° в.д.

3. С помощью транспортных грузовых кораблей на МКС доставляются расходимые материалы (вода, питание, топливо), научные приборы и сменяемые системы, обеспечивающие длительную работу экипажей. Станцию обслуживали КК новой (№ 3А, 21А и 51А) и старой (№ 8А и 36А) серий. Корабли сошли с орбиты: 23 марта (№ 3А), 16 апреля (№ 8А), 22 августа (№ 21А), 22 ноября 2001 г. (№ 36А) и 20 марта 2002 г. (№ 51А).

4. 7-й военный навигационный КА второго поколения, входящий в американскую спутниковую систему

GPS (27 спутников в шести плоскостях), выполняющую высокоточное определение местоположения и привязку к шкале единого времени наземных, морских, воздушных и космических целей.

5. Первый итальянский геостационарный спутник военной связи для всех видов итальянских вооруженных сил запущен в интересах Министерства обороны Италии. Занял точку 16,2° в.д.

6. Спутник обеспечивает стратегическую и тактическую защищенность связи всех видов английских вооруженных сил и правительственных учреждений Великобритании. Выведен в точку “стояния” 6° в.д.

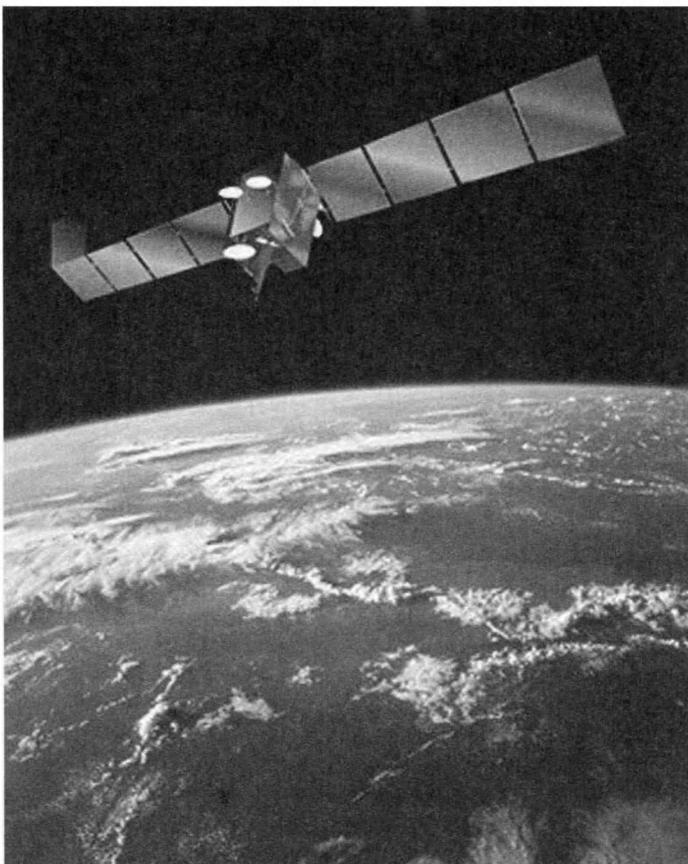
7. 23-й полет КК “Атлантис” (STS-98). За 13 сут экипаж из 5 человек (в том числе 1 женщина) доставил на МКС американский лабораторный модуль “Дестини” и выполнил монтажные работы, совершив 3 выхода в открытый космос. Посадка состоялась 20 февраля.

8. Второй ключевой элемент американского сегмента МКС – лабораторный модуль “Дестини” (“Destiny”), обеспечивающий выполнение программы научных исследований и экспериментов (Земля и Вселенная, 2002, № 2). Оснащен важными системами станции и 2 стыковочными агрегатами (активным и пассивным) для стыковки к модулю “Юнити” и второму узловому модулю “Node-2”.

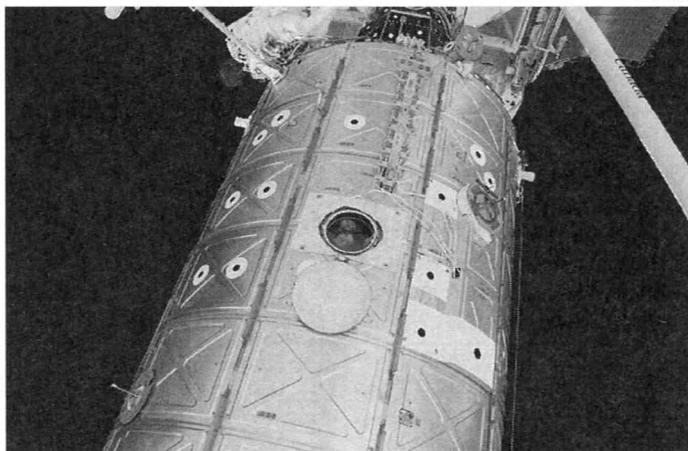
9. Шведский малый спутник для исследований в области астрономии и аэронавтики. По программе должен провести измерения атмосферы Земли и различных астрономических объектов в субмиллиметровом, оптическом и ультрафиолетовом диапазонах.

10. 1-й КА в системе геостационарных спутников военной связи второго поколения “Milstar-2” (“Военная звезда”). Спутник снабжен комплексом из 32 каналов с пропускной способностью до 1544 Мбит/с, передающим оперативную разведывательную информацию большой защищенности. Занял точку 90° з.д.

11. 29-й полет КК “Дискавери” (программа STS-102) с 7 астронавтами (в том числе 1 женщина), включая российского космонавта. За 13 сут полета на МКС доставлен экипаж второй основной экспедиции (МКС-2), доосна-



Английский военный геостационарный спутник специальной связи “Skynet-4F”. Рисунок EADS.



Лабораторный модуль американского сегмента МКС “Destiny” (США) доставлен на КК “Атлантис” (STS-98) и пристыкован к станции 10 февраля 2001 г. Сфотографирован из кабины корабля “Индевор” (STS-100) после расстыковки в апреле 2001 г. Фото NASA.

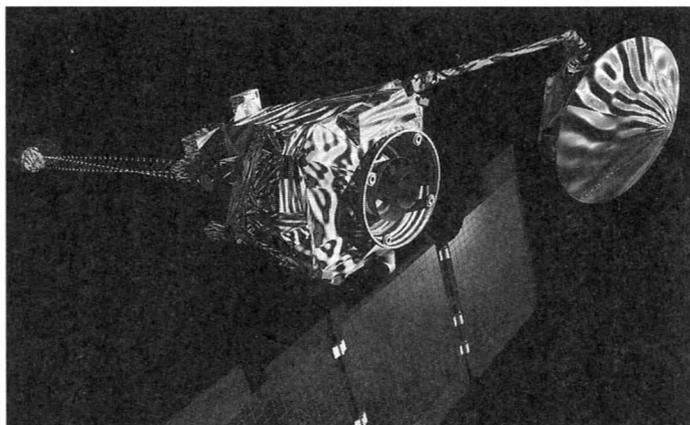
шен оборудованием лабораторный модуль “Дестини”, проведено 2 выхода в открытый космос и возвращен экипаж МКС-1. Посадка состоялась 21 марта.

12. Геостационарные спутники связи европейской телекоммуникационной компании “Eutelsat” для расширения возможностей услуг в Западной и Центральной Европе – “Eurobird” (“Eutelsat W1R”, № 11A) и “Atlantic Bird 2” (№ 42A). Размещены в точках 28.5° в.д. и 10.2° з.д.

13. Первые легкие геостационарные спутники (№ 11B и 29B) японской корпорации Broadcasting Satellite System Corp. (B-SAT), созданные американской фирмой Orbital Sciences Corp. на базе новой космической платформы STAR для непосредственной трансляции на территорию Японии четырех телеканалов. Запущен в точку 110° в.д. (№ 11B). Второй спутник потерян: он выведен на нерасчетную орбиту, поэтому не может работать штатно.

14. Система из 2 геостационарных спутников непосредственного радиовещания (№№ 12A и 18A), принадлежащая фирме XM Satellite Radio (Вашингтон, США), передает на восточную территорию США по 110 цифровым каналам высококачественную звукозапись (музыка, новости, развлекательные программы) непосредственно на приемники, установленные в домах, офисах и автомобилях. Размещены в точках 115° и 82° з.д.

15. 21-й (четвертый модернизированный) геостационарный спутник связи для теле- и радиовещания на территории Сибири и Дальнего



Автоматическая межпланетная станция “Марс Одиссей” выполняет программу изучения Марса на его орбите с февраля 2002 г. Рисунок NASA.

Востока России. Занял место 99° в.д.

16. АМС “Mars Odyssey 2001” (“Марс Одиссей”) предназначена для исследования Марса с его орбиты до 5 августа 2004 г. Станция вышла на начальную марсианскую орбиту 24 октября 2001 г., после маневров 30 января 2002 г. перешла на орбиту наблюдения и с февраля 2002 г. приступила к выполнению научной программы. На станции – 5 научных приборов.

17. Экспериментальный индийский телекоммуникационный спутник для обработки новых элементов связи и экспериментов по передаче цифровой звукозаписи на территорию Индии и стран Южной Африки. Выведен на геопереходную орбиту. Первый запуск новой индийской РН “GSLV”.

18. Экипаж КК “Индевор” (ST-100) состоял из 7 астронавтов, в том числе из ESA (Италия), Канады и России. За 12 сут выполнена программа работ на МКС: смонтирован канадский манипулятор,

освобожден правый узел модуля “Юнити”, проложены кабели. Проведено 2 выхода в открытый космос. Посадка состоялась 1 мая.

19. Первая экспедиция посещения на МКС. Экипаж – Т.А. Мусабаев, Ю.М. Батурин (РФ) и первый космический турист Д. Тито (США) – доставлен на борт МКС и в течение 7 сут выполнил программу исследований. Посадка на КК “Союз ТМ-31” состоялась 5 мая.

20. Геостационарный спутник связи принадлежит корпорации “PanAmSat” и осуществляет передачу программ кабельного телевидения на Центральную Европу, Индию, Ближний Восток, Южную Азию и Южную Африку. Доставлен в точку “стояния” 71.5° в.д.

21. Экспериментальный секретный геостационарный спутник запущен в интересах Национального разведывательного управления США для отработки новых технологий – лазерного коммуникационного оборудования.

Точка размещения на орбите засекречена.

22. Российский военный спутник оптической разведки “Янтарь 4К2” (117-й КА серии “Янтарь”) запущен в интересах Министерства обороны РФ. Капсула с результатами наблюдений совершила посадку 10 октября 2001 г.

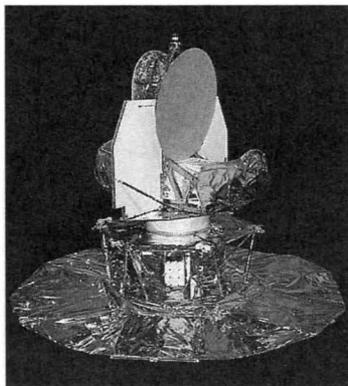
23. 91-й военный спутник данной серии входит в космическую навигационно-связную систему “Циклон-Б”, работающую в шести плоскостях орбиты. Система обеспечивает действия российского ВМФ.

24. Геостационарные спутники связи и непосредственного телевидения новой серии (№№ 24А и 39А) Международной организации спутниковой связи “Intelsat” обслуживают страны Америки, Европы, Африки и Ближнего Востока. Размещены в точках 67.5° з.д. и 62° в.д.

25. 12-й геостационарный телекоммуникационный спутник системы “Astra” принадлежит компании SES (Люксембург), предназначен для непосредственного теле- и радиовещания (аналоговые и цифровые каналы) на территорию Западной Европы. Доставлен в точку “стояния” 28.2° в.д.

26. 1-й спутник мобильной связи (входит в серию из 10 КА), способен обслуживать одновременно до 4500 телефонных звонков. Принадлежит частной американской компании New ICO.

27. Научный КА для исследования анизотропного микроволнового излучения – картографирования реликтового микроволнового фона Вселенной. Выведен в точку либрации L2 системы Солнце – Земля, расположенной



Научный спутник “MAP” изучает из точки либрации L1 в направлении Земля – Солнце микроволновое излучение светила и Вселенной. Рисунок NASA.

в 1.5 млн. км от Земли, противоположной Солнцу. На КА установлено 7 приборов.

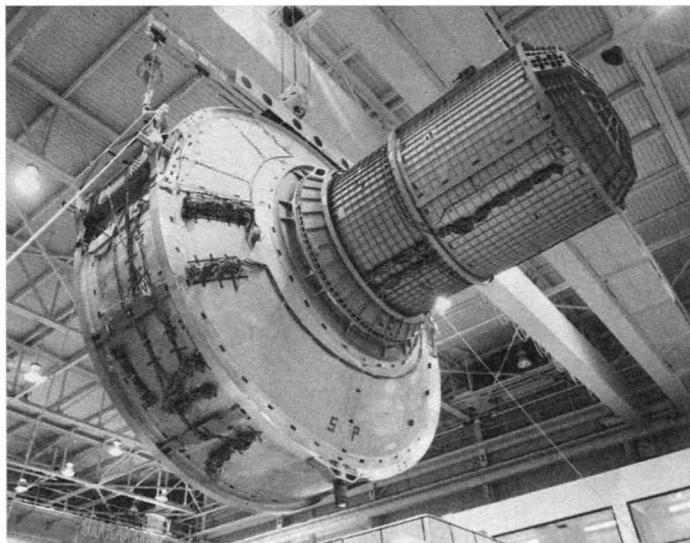
28. 24-й полет КК “Атлантис” (программа STS-104). За 13 сут экипаж из 5 человек (в том числе 1 женщина) доставил на МКС шлюзовую ка-

меру “Quest” и грузы, выполнил монтажные работы. Проведено 3 выхода в открытый космос. Посадка состоялась 25 июля.

29. Американская шлюзовая камера “Quest” для выходов астронавтов в открытый космос по программе МКС. 15 июля 2001 г. состыкована с модулем “Юнити”.

30. Экспериментальный геостационарный спутник ESA для отработки новейших технологий – мобильной связи, телекоммуникации, ретрансляции данных с других КА, межспутниковой оптической связи и высокоточной навигации. Запущен на расчетную орбиту, но с помощью бортовой двигательной установки в течение нескольких месяцев доставлен в нужную точку 21.5° в.д.

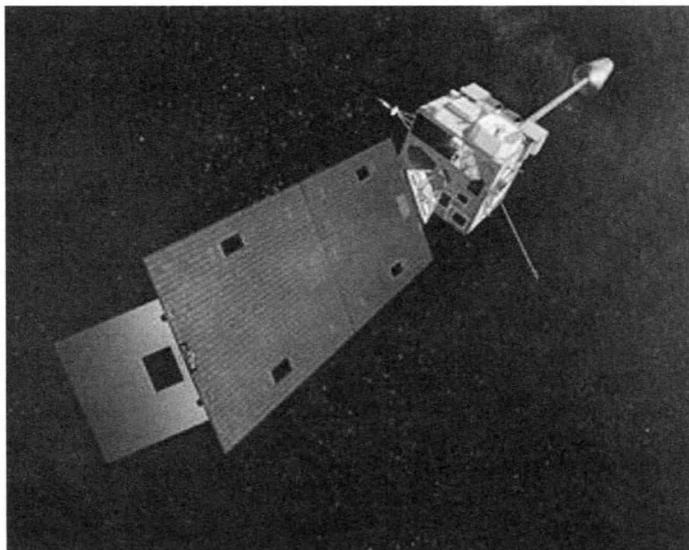
31. 51-й (модифицированный) и 52-й спутники серии “Молния-3” (№№ 30А и 50А) входят в систему обеспечения



Американский модуль “Quest” для выходов астронавтов в открытый космос из МКС. Стартовал на борту корабля “Атлантис” (STS-104) и пристыкован к станции 15 июля 2001 г. Фото NASA.



Запуск микроспутника "Cosmos-1" (США) из акватории Баренцева моря с помощью российской РН "Волна". Фото EADS.



Метеорологический геостационарный спутник "GOES-M" входит в глобальную космическую систему наблюдения за состоянием погоды и производит мониторинг окружающей среды. Рисунок NASA.

телефонно-телеграфной связи, передачи программ телевидения на приемные пункты сети "Орбита" и экстренной связи между президентами России и США.

32. Экспериментальный демонстрационный КА "Cosmos-1" (США – РФ) должен был в течение 30-минутного полета по суборбитальной траектории раскрыть две панели солнечного паруса и совершить мягкую посадку в районе полигона Кура на полуострове Камчатка. Запуск произведен с борта российской атомной подводной лодки "Борисоглебск" на глубине 60 м из акватории Баренцева моря. КА, не отделившийся от третьей ступени носителя, разбился на территории Камчатки. Эксперимент не состоялся.

33. 12-й геостационарный метеорологический спутник запущен в интересах Нацио-

нального управления США по океанам и атмосфере (NOAA). Ведет глобальную съемку облачного покрова и атмосферы. На КА установлен приемопередатчик системы поиска и спасения "КОСПАС – SARSAT", регистрирующий сигналы бедствия. Доставлен в точку 90° з.д.

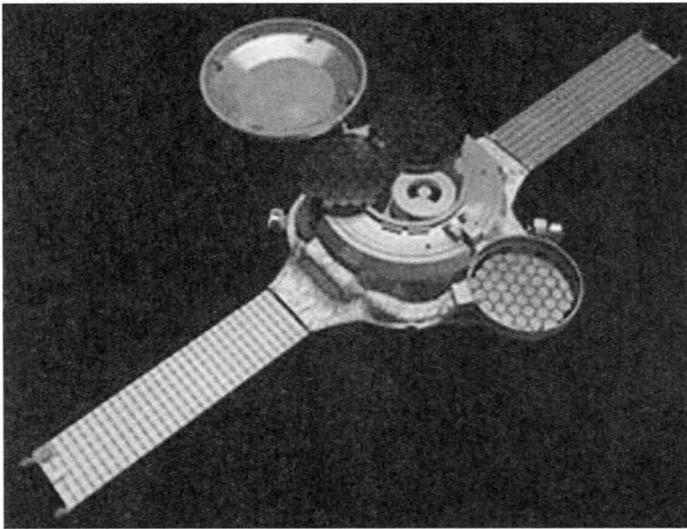
34. Российско-украинский научный КА "Коронас-Ф" (АУОС-СМ-КФ) для проведения комплексных исследований динамических процессов активного Солнца и его короны в диапазоне от радио- до гамма-излучения, а также сейсмологического зондирования недр светила (Земля и Вселенная, 2002, № 6). На спутнике установлено 14 приборов.

35. 21-й военный геостационарный ИСЗ для обнаружения пусков баллистических ракет и ядерных взрывов. Параметры орбиты засекрече-

ны, даны их предполагаемые значения. Вероятная точка "стояния" – 103° в.д.

36. Американский научный КА "Генезис" запущен в точку Лагранжа L1 в 1.5 млн. км от Земли по направлению к Солнцу для сбора образцов реликтового солнечного ветра. На КА – 5 приборов. После 2.5 года сбора частиц капсула с образцами возвратится на Землю в сентябре 2004 г.

37. 30-й полет КК "Дискавери" (STS-105). За 12 сут экипаж из 7 человек выполнил программу на МКС: привезены в грузовой модуль "Леонардо" расходимые материалы, дооснащен лабораторный модуль "Дестини" и проведены монтажные работы. На станцию доставлена третья основная экспедиция: Ф. Калбертсон-мл. (США), В.Н. Дежуров и М.В. Тюрин (РФ), а возвращен на Землю



Научный спутник "Genesis" выведен в точку Лагранжа L1 с целью сбора реликтового вещества частиц солнечного ветра и возвращения капсулы с образцами на Землю в сентябре 2004 г. Рисунок NASA.

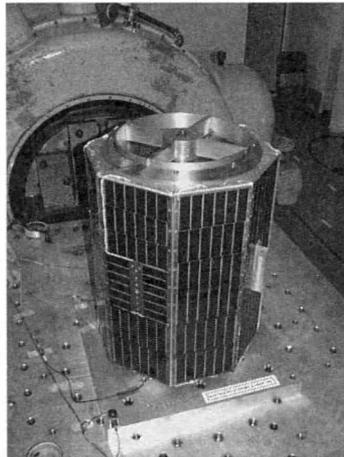
экипаж МКС-2: Ю.В. Усачев (РФ), Дж. Восс и С. Хелмс (США). Осуществлено 2 выхода в открытый космос. Посадка состоялась 22 августа.

38. Экспериментальный микроспутник создан в Центре космических полетов им. Р. Годдарда NASA (Гринбелт, шт. Мэриленд) для отработки ориентации КА астрономического назначения с помощью навигационной системы GPS. На микроспутнике установлен оптический телескоп с апертурой 0.3 м.

39. 11-й российский военный геостационарный спутник типа "Прогноз" системы предупреждения о ракетном нападении принадлежит Министерству обороны РФ. Занял место 80° в.д.

40. Индийский микроспутник оснащен 126 лазерными рефлекторами и 24 металлическими плоскими зеркалами для проверки наземных средств лазерной локации и

связи. КА выведен на геопереходную орбиту. Первый запуск японского носителя среднего класса нового поколения "H-2A".



Микроспутник "Simplexat" (США) для проведения экспериментов в области космической технологии. Запущен с борта КК "Дискавери" (STS-105) 20 августа 2001 г. Фото NASA.

41. Запуск с борта военного спутника "MightySat-2" (№ 42A, выведен на орбиту 19 июля 2000 г., создан в Исследовательской лаборатории им. Филлипса ВВС США) двух экспериментальных пикоспутников, соединенных 30-см тросом.

42. Секретный спутник морской радиотехнической разведки запущен в интересах Национального разведывательного управления США.

43. От секретного американского КА (№ 40A) во время полета отделился объект (№ 40C) – спутник неизвестного назначения Министерства обороны США.

44. Стыковочный отсек "Пирс" для выходов космонавтов в открытый космос российского сегмента МКС. Пристыкован 17 сентября к станции грузовым кораблем-модулем "Прогресс М-С01". На МКС корабль доставил грузы и расходимые материалы.

45. Малый спутник коммерческой съемки поверхности Земли с разрешением до 1 м для частных, правительственных и военных заказчиков. Принадлежит американской компании Orbital Sciences Corp. (OSC). Утрачен в результате аварии РН.

46. Малый спутник компании OSC с аппаратурой по изучению озонового слоя земной атмосферы. Утрачен в результате аварии РН.

47. На третьей ступени РН находились 2 неотделяемых спутника – SBD компании OSC (испытание варианта научной платформы) и 2 контейнера с капсулами праха 48 человек – четвертое захоронение в космосе, проведенное коммерческой компани-

ей Celestis Inc. Ступень со спутниками не вышла на орбиту и сгорела в атмосфере.

48. Микроспутники “Starshine” (“Звездное сияние”, №№ 43А и 54В) – сфера с 1500 зеркалами, созданы в образовательных и прикладных целях Военно-морской исследовательской лабораторией США. Изучают влияние солнечной активности на плотность атмосферы, визуальные наблюдения за полетом спутников позволяют рассчитать параметры их орбиты.

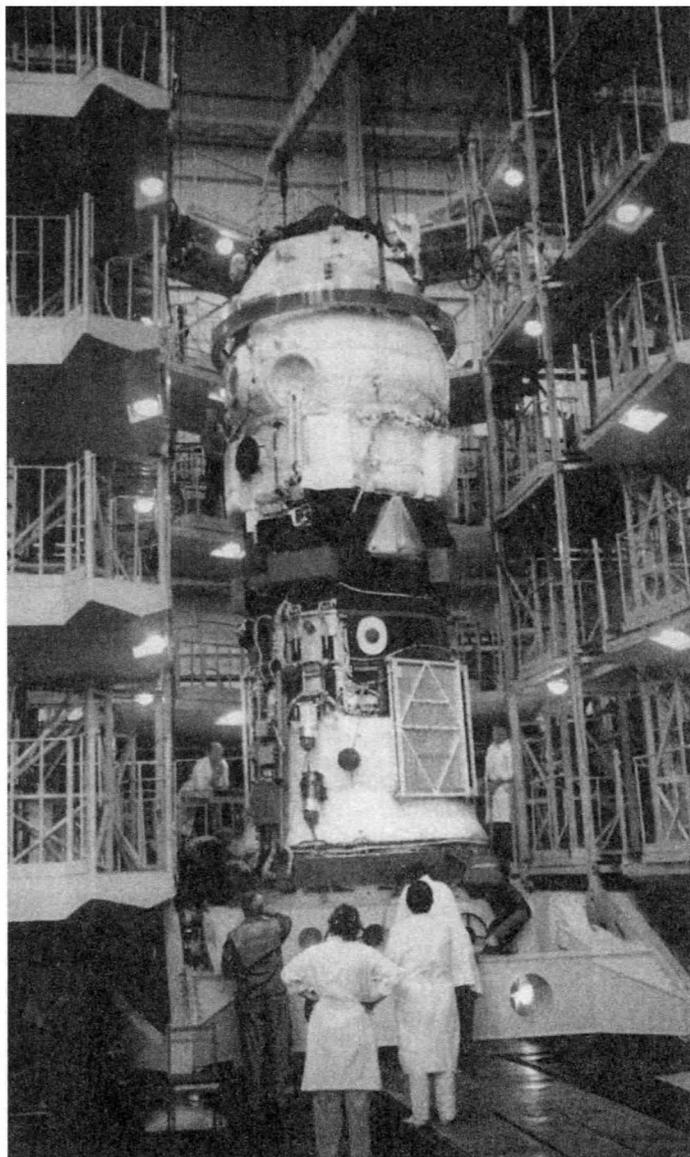
49. Военный экспериментальный микроспутник ВВС США для проведения научных исследований атмосферы Земли и технологического эксперимента.

50. Прототип микроспутника связи по передаче сообщений от мобильных абонентов создан курсантами Военно-морской академии США.

51. Пикоспутник “Сапфир” создан в Лаборатории космических систем Стэнфордского университета для проведения 6 экспериментов, из них основные – испытание инфракрасного датчика по поиску горизонта Земли и получение снимков разрешением 1 км Северного полушария с помощью цифровой камеры.

52. 12-й секретный тяжелый спутник оптико-электронной разведки типа “КН-11” запущен в интересах Национального разведывательного управления США.

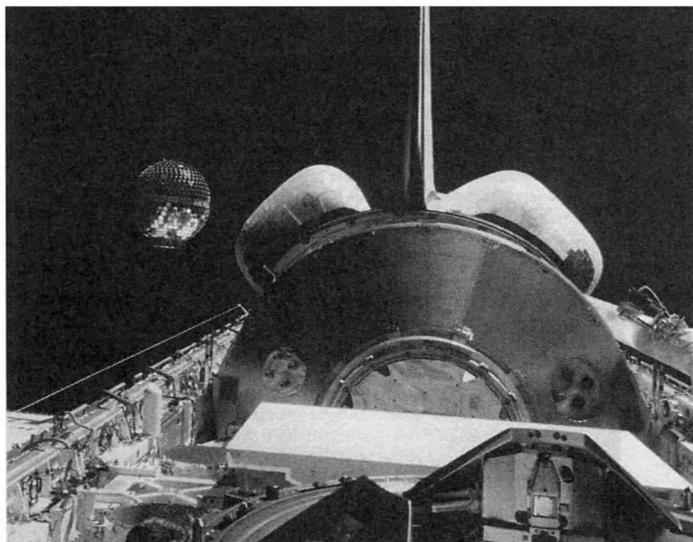
53. 6-й геостационарный военный спутник “Радуга-1” третьего поколения входит в единую космическую систему секретной спутниковой связи. Запущен в интересах Министерства обороны РФ. Переведен в точку “стояния” 85° в.д.



Российский модуль “Тирс” для выходов космонавтов в открытый космос во время подготовки к запуску. Фото РКК “Энергия”.

54. 3-й геостационарный военный спутник-ретранслятор специальной информации третьего поколения запущен в интересах Национального разведывательного управления США. Точка “стояния” засекречена.

55. Первый коммерческий спутник дистанционного зондирования Земли компании Digital-Globe (США), позволяющий проводить съемку с разрешением лучше 1 м полосы поверхности 14–34 км.



Серия микроспутников "Starshine" (№№ 43A и 54B) предназначена для образовательных целей и лазерной калибровки. "Starshine-2" запущен из грузового отсека КК "Индевор" (STS-108) 16 декабря 2001 г. Фото NASA.

56. Вторая экспедиция посещения МКС. Экипаж – В.М. Афанасьев (РФ), К. Эннере (бортинженер-1, ESA, Франция) и К.М. Козеев (РФ) – в течение 10-сут полета выполнил эксперименты на станции по российской и французской ("Андромеда") программам, возвратился 31 октября на КК "Союз ТМ-32".

57. Индийский военный экспериментальный спутник видовой оптико-электронной разведки типа "IRS-P", позволяющий получать снимки с разрешением 1 м.

58. Немецкий научный экспериментальный микроспутник создан Германским космическим агентством (DLR). Предназначен для испытаний инфракрасных датчиков нового поколения, обнаружения лесных пожаров, вулканической деятельности и горящих нефтяных сква-

жин, мониторинга состояния растительного покрова, изучения дымовых шлейфов и водяных облаков.

59. Бельгийский научный микроспутник (принадлежащий ESA) запущен с целью отработки новых технологий дистанционного зондирования Земли в автономном режиме функционирования. На КА установлено 5 приборов.

60. 4-й геостационарный спутник прямого телевидения американской компании Direc TV на территории США и Гавайских островов. Выведен в точку 101° з.д.

61. Военные навигационные спутники (№53 А-С) входят в российскую космическую систему ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) из 24 КА, обращающихся в трех орбитальных плоскостях. Система обеспечивает высокоточное определение местоположе-

ния объектов и их привязку к шкале единого времени.

62. 107-й полет по программе "Спейс Шаттл". 17-й полет КК "Индевор" (программа STS-108) с 7 астронавтами (в том числе из России). Доставка на МКС четвертой основной экспедиции – Ю.И. Онуфриенко (РФ), К Уолз и Д. Бёрш (США), возвращение экипажа МКС-3. Проведен 1 выход в открытый космос. Посадка состоялась 17 декабря.

63. Французско-американский океанографический КА длительного наблюдения за глобальным взаимодействием между атмосферой и морями, влияющим на климат. Принадлежит Французскому космическому агентству (CNES). На спутнике установлено 5 приборов.

64. Научный спутник NASA запущен в рамках "Программы солнечно-земных зондов" для исследования энергетики и динамики (взаимодействия) термосферы, ионосферы и мезосферы. На спутнике установлено 4 прибора.

65. 1-й российский модифицированный метеорологический ИСЗ нового поколения предназначен для изучения природных ресурсов Земли, экологического мониторинга окружающей среды, контроля чрезвычайных ситуаций, гелио-геофизического обеспечения. На спутнике установлено 12 приборов.

66. Российский научный микроспутник выполняет программу по выявлению воздействия тектонических разломов Земли на окружающую среду, поиску предвестников землетрясений и вулканических извержений, а также скрытых месторождений

полезных ископаемых. На спутнике установлено 5 приборов.

67. 2-й экспериментальный (технологический) спутник Пакистана, выполняющий съемку поверхности Земли с разрешением 250 м.

68. Экспериментальный микроспутник Марокко изготовлен в Институте авиационной и космической техники при Технологическом институте Берлина (ФРГ). КА оснащен цифровой камерой, опытной аппаратурой дистанционного зондирования Земли и навигации.

69.

Российско-американский пикоспутник выполняет калибровку оптико-лазерных телескопов, привлекаемых для наблюдений пассивных небесных объектов и космического мусора.

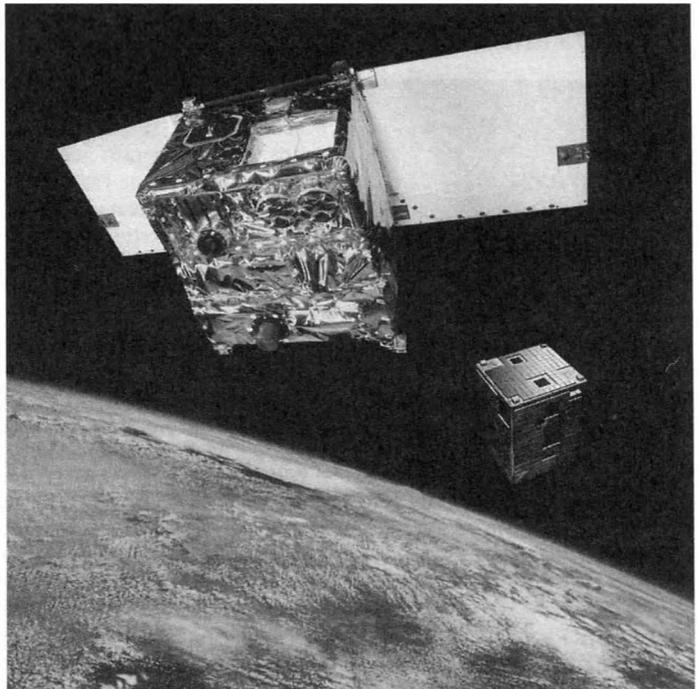
70. 10-й российский военный спутник морской радиотехнической разведки типа УС-ПУ запущен в интересах ВМФ РФ.

71. Военные связные спутники (№№ 58А–С) низкоорбитальной системы “Стрела-3” запущены в интересах Главного разведывательного управления Генерального штаба Министерства обороны РФ и ведомственной связи.

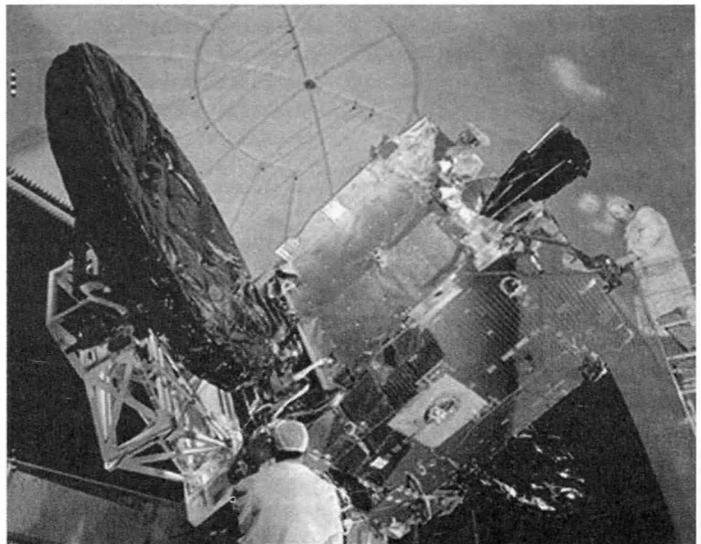
72. 10–12-й спутники электронной почты низкоорбитальной системы связи “Гонец”.

(По материалам NASA, ESA, “Astrium”, DASA и CNES, бюллетеня “COSPAR” и журналов “Spaceflight”, “Flieger Revue” и “Новости космонавтики” за 2001–02 гг.)

С.А. ГЕРАСЮТИН



Немецкий микроспутник дистанционного зондирования Земли “BIRD” и европейский экспериментальный микроспутник “PROBA” для исследований в области новых технологий запущены индийской РН “PSLV”. Рисунок ESA.



Геостационарный связной спутник “Direc TV-4S” осуществляет ретрансляцию телепрограмм, мультимедиа и Интернетсвязь на территорию США и Канады. Фото NASA.

Перспективы исследования Солнечной системы

Впервые за 40-летнюю историю полетов автоматических межпланетных станций в июле 2002 г. Национальный исследовательский совет США опубликовал план дальнейшего изучения Солнечной системы. Экспертная комиссия выбрала из сотен предложений ученых 27, утвердив 12 программ.

Все миссии разделены на три категории по затратам: малые (стоимостью до 325 млн. долларов), средние (до 650 млн. долларов) и крупные (более

650 млн. долларов). АМС по малым программам можно осуществлять каждые полтора года, крупные – не чаще, чем раз в десятилетие. К малым относятся продолжение работ по программам “Марс Одиссей” и “Кассини”. К средним – запуск КА “Койпер-Эксплорер” в за-нептуновый пояс астероидов и к Плутому, взятие образцов грунта в районе Южного полюса Луны (предположительно там сохранились запасы водяного льда; Земля и Вселенная, 2001, № 1) и доставка их на Землю, исследование Меркурия с его орбиты, вывод спутника на полярную орбиту вокруг Юпитера, посадка спускаемого аппарата на поверхность Венеры, обследование одной из комет и возвращение образцов кометного вещества. Крупными проектами считаются: создание обсерватории на орбите Юпитера по изучению

спутника Европы, запуск астрофизической обсерватории по поиску планет земного типа около других звезд, посылка комплекса из орбитального и посадочного аппаратов для доставки марсианского грунта на Землю.

Запуск АМС в систему Плутона намечен на 2006 г. и обойдется в 0,5 млрд. долларов. Программа изучения Европы с орбиты Юпитера оценивается в 1 млрд. долларов. Доставка на Землю образцов грунта с Марса планируется на 2013 г., ее предполагаемая стоимость более 2 млрд. долларов.

Окончательное решение по программе изучения Солнечной системы предстоит принять руководству NASA, Президенту и Конгрессу США.

Science, 2002, 297, 317

Растительность поглощает двуокись углерода

Влияние двуокиси углерода (CO_2) на процессы, вызывающие глобальное потепление, несомненно. Значительную часть этого газа выделяют промышленные, энергетические и транспортные источники. Только в США ежегодно в атмосферу выбрасывается более 5 млрд. т “производимой” человеком двуокиси углерода. Показатель увеличения в атмосфере углекислоты – расширение площади, занятой растительностью.

Экологическая система Североамериканского континента поглощает от 10 до 30% общего количества углекислого газа; как в последнее время установ-

лено, эта доля непрерывно возрастает. Действительно, повсеместно на территории США происходит ускорение роста древесной массы; возможно причина заключается в возобновлении лесов на месте прежних массивных порубок и заброшенных пахотных земель. Были даже проведены подсчеты, сколько нужно посадить деревьев, чтобы полностью компенсировать увеличение концентрации CO_2 в атмосфере.

Группа научных сотрудников Школы лесного хозяйства при Университете штата Монтана в Миссле, возглавляемая Рамакришной Немани, выдвинула новую, весьма правдоподобную гипотезу. Главным фактором, вызывающим ускорение роста деревьев, они считают атмосферные осадки и влажность. Этот фактор обычно упускали из виду авторы многочисленных математических моделей. В последние годы метеорологи фиксируют неуклонный рост осад-

ков и влажности почти на всей территории США.

Большая влажность не только улучшает водное питание корней, но и способствует расширению растительных пор, открывающих доступ CO_2 к листу, ускоряя процесс фотосинтеза. Авторы подсчитали, что увеличение влажности за изученный период (1950–93 гг.) привело к усилению притока древесной массы на территории США на 14%.

Климатолог-дендролог Стивен Раннинг из Университета штата Монтана в Миссле замечает, что эффективность “захвата” деревьями двуокиси углерода в большой степени зависит от выпадения дождей. Если потепление не усилит осадки, то Земля потеряет важнейший фактор, задерживающий поступление в атмосферу этого “парникового” газа.

Science, 2002, 296, 5574
Geophysical Research Letters,
28.05.2002

Имена созвездий

А. В. КУЗЬМИН,
кандидат физико-математических наук
Институт истории естествознания и техники РАН

В нашем журнале была опубликована статья, посвященная современным наименованиям и традиционным собственным именам звезд¹. Статья оказалась очень полезной, и по просьбе читателей мы решили продолжить справочные публикации, которые с успехом могут быть использованы преподавателями и популяризаторами астрономии.

Мы приводим здесь словарь-указатель 88 современных созвездий. Каждая информация о созвездии включает традиционное латинское наименование в именительном и родительном падежах и стандартное сокращенное обозначение. Кроме того, для всех созвездий дана ссылка на наиболее раннего автора, в трудах которого оно было подробно описано. В случае необходимости даются альтернативные наименования.

Созвездия в списке расположены в алфавитном порядке.

Андромеда (Andromeda, Andromedae, **And**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Близнецы (Gemini, Geminorum, **Gem**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Большая Медведица (Ursa Major, Ursae Majoris, **UMa**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Большой Пес (Canis Major, Canis Majoris, **CMa**), созвездие южного неба; в каталоге Птолемея – **Пёс**.

Весы (Libra, Librae, **Lib**), эклиптическое созвездие; в каталоге Птолемея – Клешня (Скорпиона). Это созвездие Птолемея также называет Весы, но только в двух случаях (кн. IX, гл. 7 и кн. X, гл. 1), при цитировании более ранних наблюдений.

Водолей (Aquarius, Aquarii, **Aqr**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Возничий (Auriga, Aurigae, **Aur**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Волк (Lupus, Lupi, **Lup**), созвездие южного неба; в каталоге Птолемея – **Зверь**.

Волопас (Bootes, Bootis, **Boo**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Волосы Вероники (Coma Berenices, Comae Berenices, **Com**), созвездие северного неба, впервые отдельным созвездием выделено на небесном глобусе Герхарда Меркатора (1551). Уже в каталоге Птолемея представлено группой звезд, не вошедших в созвездие Льва.

Ворон (Corvus, Corvi, **Crv**), созвездие южной части экваториального неба; каталог Птолемея.

Геркулес (Hercules, Herculis, **Her**), созвездие северного неба; каталог Птолемея – Коленопреклоненный, или Со-

¹ А.К. Муртазов. Собственные имена звезд (Земля и Вселенная, № 4, 2001).

звезде (того, кто) на коленях. Под современным названием известно с XVI в.

Гидра (Hydra, Hydrae, **Hy**), созвездие экваториальной области неба; в каталоге Птолемея – Водяной Змей. В поэме Арата (444) – Водяная Змея.

Голубь (Columba, Columbat, **Col**), созвездие южной части экваториального неба; введено П. Планциусом (1598).

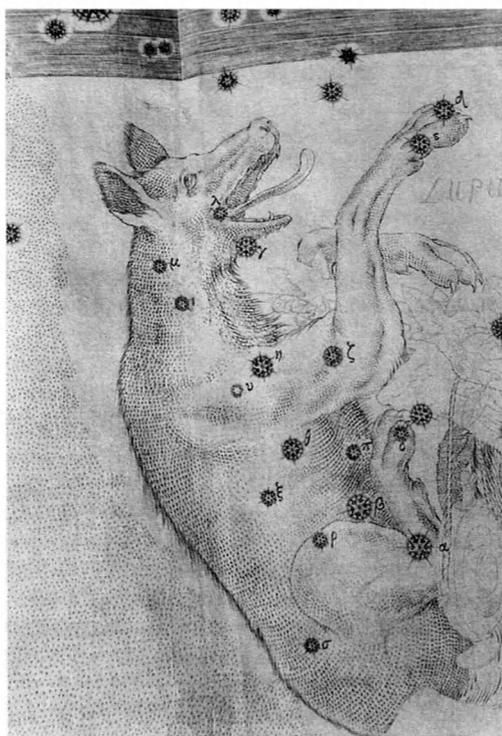
Гончие Псы (Canes Venatici, Canum Venaticorum, **Cvn**), созвездие северного неба; впервые появилось в атласе Я. Гевелия (1690).

Дева (Virgo, Virginis, **Vir**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Дельфин (Delphinus, Delphini, **Del**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Дракон (Draco, Draconis, **Dra**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Единорог (Monoceros, Monocerotis, **Mon**), созвездие экваториального неба; введено П. Планциусом (1598).



Созвездие Волка ("Уранометрия" И. Байера, 1603 г.).

Жертовник (Ara, arae, **Ara**), созвездие южного неба; каталог Птолемея.

Живописец (Pictor, Pictoris, **Pic**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем (Мольберт Живописца).

Жираф (Camelopardalis, Camelopardalis, **Cam**), созвездие северного неба; введено П. Планциусом (1598).

Журавль (Grus, Gruis, **Gru**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Заяц (Lepus, Leporis, **Lep**), созвездие южной части экваториальной области неба; каталог Птолемея.

Змееносец (Ophiuchus, Ophiuchi, **Oph**), созвездие экваториальной области неба; каталог Птолемея.

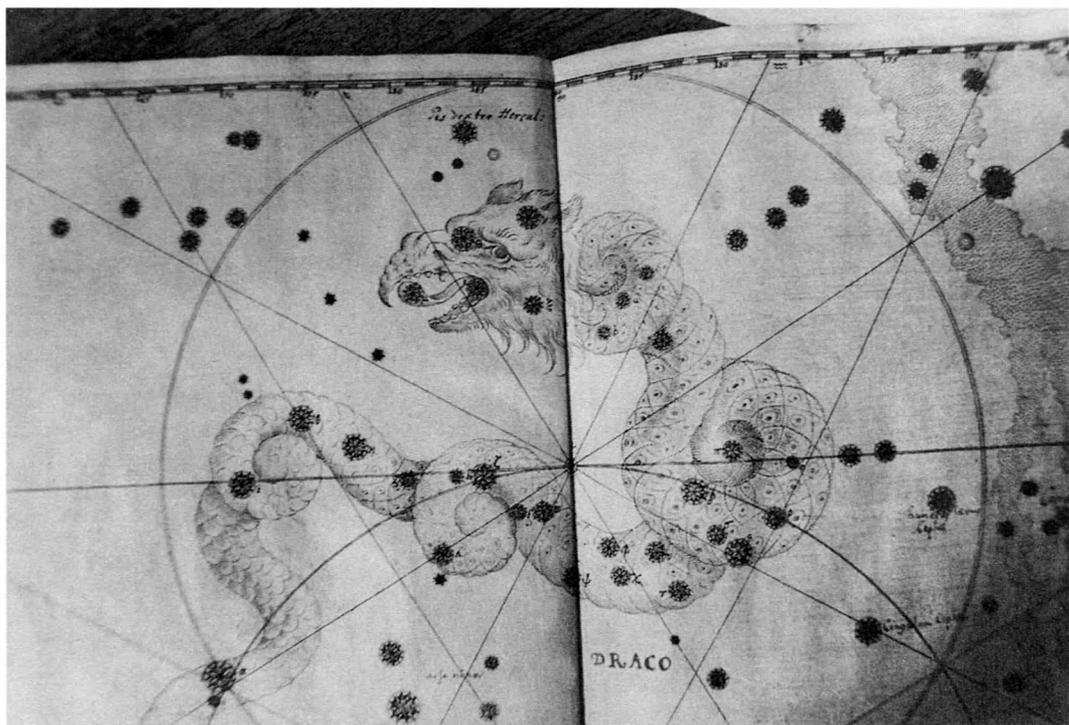
Змея (Serpens, Serpentis, **Ser**), созвездие экваториальной области неба; в каталоге Птолемея – Змея Змееносца.

Золотая Рыба (Dorado, Doradus, **Dor**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Индеец (Indus, Indi, **Ind**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.



Созвездия Волос Вероники, Волопаса и Девы на звездном глобусе Г. Меркатора (1551 г.).



Созвездие Дракона ("Уранометрия" И. Байера, 1603 г.).

Кассиопея (Cassiopeja, Cassiopejae, **Cas**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Кентавр – см. Центавр.

Киль (Carina, Carinae, **Car**), созвездие южного неба; в каталоге Птолемея – часть созвездия Арго. Как отдельное созвездие введено Н. Лакайлем.

Кит (Cetus, Ceti, **Cet**), созвездие экваториальной области неба; каталог Птолемея.

Козерог (Capricornus, Capricorni, **Cap**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Компас (Pyxis, Pyxidid, **Pyx**), созвездие южной части экваториальной области неба. Выделено Н. Лакайлем.

Корма (Puppis, Puppis, **Pup**), созвездие южного неба; в каталоге Птолемея – часть созвездия Арго. Как отдельное созвездие введено Н. Лакайлем.

Лебедь (Cygnus, Cygni, **Cyg**), созвездие северного неба; в каталоге Птолемея – Птица. В ранней греческой традиции созвездие Птицы с Лебедем не отождествлялось. Лебедем это созвездие названо в "Катастеризмах" Псевдо-Эратосфена (Птолемей, 1998, 230, 577).

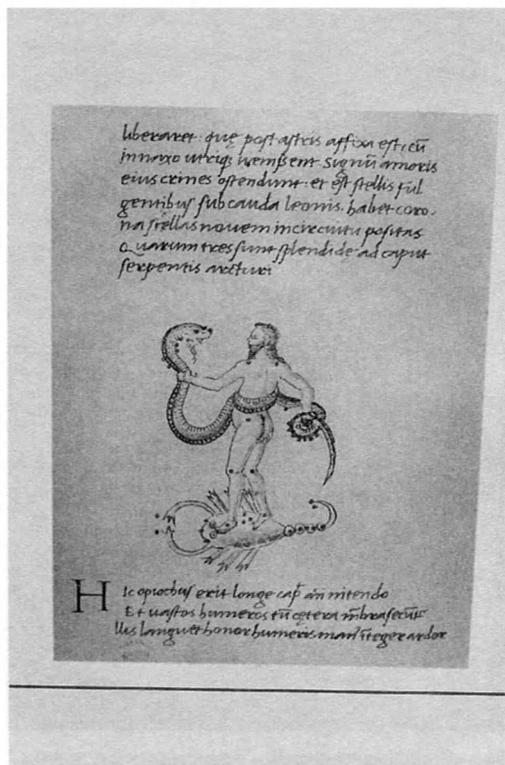
Лев (Leo, Leonis, **Leo**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Летучая Рыба (Volans, Volantis, **Vol**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

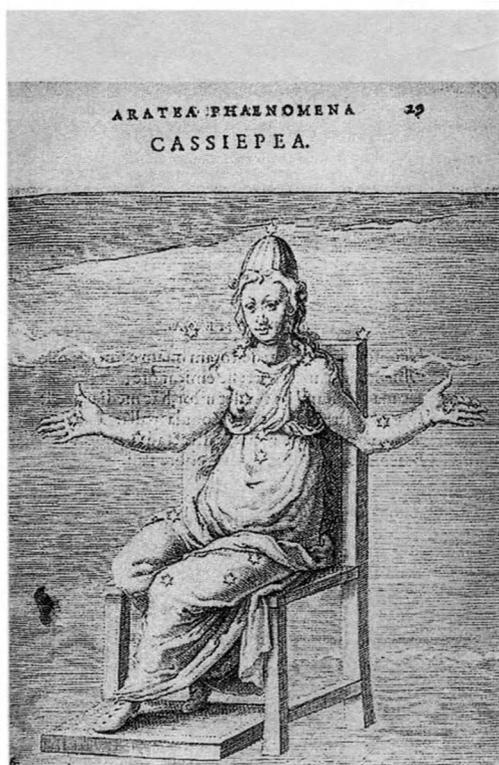
Лири (Lyra, Lyrae, **Lyr**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Лисичка (Vulpecula, Vulpeculae, **Vul**), созвездие северной части экваториальной области неба; впервые появилось в атласе Я. Гевелия (1690). Лисичка на карте изображалась с гусем (Anser et Vulpecula).

Малая Медведица (Ursa Minor, Ursae Minoris, **UMi**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.



Изображение созвездий Змееносца и Скорпиона (манускрипт XV в., Оксфордская библиотека).



Созвездие Кассиопеи (атлас "Построение по Арату", 1600 г.)

Малый Конь (Equuleus, Equulei, **Equ**), созвездие северного неба; в каталоге Птолемея – Голова Коня.

Малый Лев (Leo Minor, Leonis Minoris, **LMi**), созвездие северной части экваториальной области неба; впервые появилось в атласе Я. Гевелия (1690).

Малый Пёс (Canis Minor, Canis Minoris, **CMi**), созвездие экваториальной области неба; в каталоге Птолемея – Процион (Предвестник Пса).

Микроскоп (Microscopium, Microscopii, **Mic**), созвездие южной части экваториального неба; введено Н. Лакайлем.

Муша (Мушка) (Muska, Muskae, **Mus**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Насос (Antlia, Antliae, **Ant**), созвездие южного неба, введено Н. Лакайлем (Пневматическая Машина).

Наугольник (Norma, Normae, **Nor**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем.

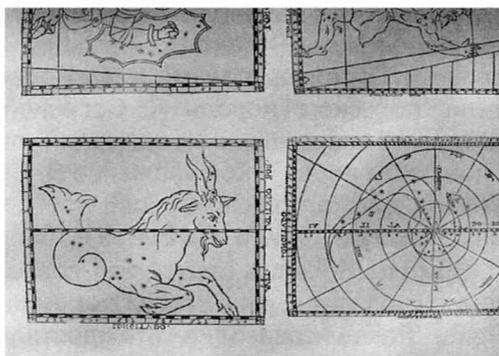
Овен (Aries, Arietis, **Ari**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Октант (Octans, Octantis, **Oct**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем.

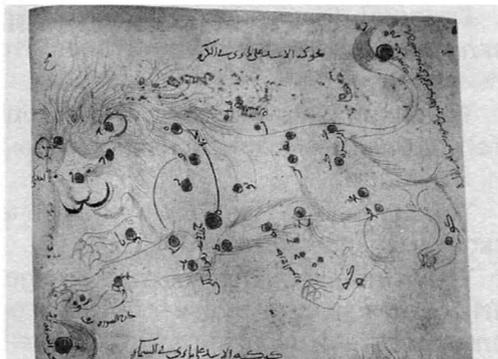
Орел (Aquila, Aquilae, **Aql**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Орион (Orion, Orionis, **Ori**), созвездие экваториальной области неба; каталог Птолемея.

Павлин (Pavo, Pavonis, **Pav**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.



Карта с созвездием Козерога (атлас "Театр мира" Галуччи, 1588 г.).



Созвездие Льва (рукопись XIII в. "Книги созвездий" Ас-Суфи, Британская библиотека).

Паруса (Vela, Velorum, **Vel**), созвездие южного неба; в каталоге Птолемея – часть созвездия Арго. В качестве отдельного созвездия впервые введено Н. Лакайлем.

Пегас (Pegasus, Pegasi, **Peg**), созвездие северного неба; в каталоге Птолемея – Конь.

Персей (Perseus, Persei, **Per**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Печь (Fornax, Fornacis, **For**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем (Химическая Печь).

Райская Птица (Aps, Apodis, **Aps**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Рак (Cancer, Cancrī, **Cnc**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Резец (Caelum, Caeli, **Caе**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем (Резец Гравера).

Рыбы (Pisces, Piscium, **Psc**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Рысь (Lynx, Lyncis, **Lyn**), созвездие северного неба; впервые появилось в звездном атласе Я. Гевелия (1690).

Северная Корона (Corona Borealis, Coronae Borealis, **CrB**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Секстант (Sextans, Sextantis, **Sex**), созвездие экваториальной области неба; впервые появилось в звездном атласе Я. Гевелия (1690). Полное изначальное



Фрагмент карты из "Венской рукописи" с созвездиями Пегаса и Малого Коня (около 1440 г.).

наименование – Секстант Урании (Sextans Uranie). Так созвездие названо в честь секстанта Я. Гевелия, которым он определял положения звезд в Гданьске в 1658–79 гг. В 1679 г. инструмент сгорел при пожаре.

Сетка (Reticulum, Reticuli, **Ret**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем (Ромбоидальная Сетка).

Скорпион (Scorpius, Scorpii, **Sco**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Скульптор (Sculptor, Sculptoris, **Sci**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем (Мастерская Скульптора).

Столовая Гора (Mensa, Mensae, **Men**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем.

Стрела (Sagitta, Sagittae, **Sge**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Стрелец (Sagittarius, Sagittarii, **Sgr**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Телескоп (Telescopium, Telescopii, **Tel**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем.

Телец (Taurus, Tauri, **Tau**), эклиптическое созвездие; каталог Птолемея.

Треугольник (Triangulum, Trianguli, **Tri**), созвездие северной части экваториальной области неба; каталог Птолемея.

Тукан (Tucana, Tucanae, **Tuc**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Феникс (Phoenix, Phoenicis, **Phe**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595); впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав атласа И. Байера.

Хамелеон (Chamaeleon, Chamaeleontis, **Cha**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595), впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Центавр (Centaurus, Centauri, **Cen**), созвездие южного неба; каталог Птолемея.

Церфей (Cepheus, Cephei, **Cep**), созвездие северного неба; каталог Птолемея.

Циркуль (Circinus, Circini, **Cir**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем.

Часы (Horologium, Horologii, **Hor**), созвездие южного неба; введено Н. Лакайлем (Стенные Часы).

Чаша (Crater, Crateris, **Crt**), созвездие южной части экваториального неба; каталог Птолемея.

Щит (Scutum, Scuti, **Sct**), созвездие экваториальной области неба; впервые появилось в звездном атласе Я. Гевелия

(1690). Полное изначальное название – Щит Собеского (Scutum Sobiescian). Названо Я. Гевелием в честь его покровителя, польского короля Я. Собеского, которого современники называли посланником неба. Такое уважение Я. Собеский снискал отчасти своей победой над турецкой армией под Веной в 1683 г.

Эридан (Eridanus, Eridani, **Eri**), созвездие южного неба; в каталоге Птолемея – Река. Ранее созвездие отождествлялось с мифической рекой Эридан (Арат, “Явления”), позднее и с Нилом (Псевдо-Эратосфен, время между Аратом и Птолемеем).

Южная Гидра (Hydrus, Hydri, **Hui**) (Южный Змей), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595), впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Южный Крест (Crux, Crucis, **Cru**). Это созвездие было нанесено на звездную карту в 1592 г., свое наименование получило в 1679 г. Еще в начале нашей эры было видно на горизонте в Иерусалиме. Ему поклонялись древние персы. Римский писатель Плиний (I в. н.э.) называл его Троном императора (Августа) (П.В. Щеглов, 1978).

Южная Рыба (Piscis Austrinus, Piscis Austrini, **PsA**), созвездие южной части экваториальной области неба; каталог Птолемея.

Южная Корона (Corona Australis, Coronae Australis, **CrA**), созвездие южного неба; каталог Птолемея.

Южный Треугольник (Triangulum Australe, Trianguli Australis, **TrA**), одно из 12 созвездий южного неба П. Кейзера (1595), впервые изображено на глобусе П. Планциуса (1598); в 1603 г. стало общепринятым, войдя с созвездиями каталога Птолемея в состав звездного атласа И. Байера.

Ящерица (Lacerta, Lacertae, **Lac**), созвездие северного неба, впервые появилось в атласе Я. Гевелия (1690).

На этот раз “сейсмогроза” коснулась и Европы...

(апрель–сентябрь 2002 г.)

В Геофизической службе РАН с 1 апреля по 30 сентября 2002 г. обработаны параметры свыше 750 наиболее сильных землетрясений.

В пределах России повышенная сейсмическая активность по-прежнему была характерна для Курило-Камчатской зоны. На Камчатке, в районе Авачинского залива, активизация, начавшаяся в октябре прошлого года, продолжается до сего времени. В апреле–мае 2002 г. в Петропавловске-Камчатском произошло землетрясение магнитуды $M = 4-5$ и силой сотрясения 2–4 балла. Серия многочисленных толчков небольшой магнитуды отмечена также на Курильских островах. На юге архипелага в городах Мало-Курильске и Южно-Курильске ощущались отдельные толчки силой до 3–5 баллов. Жертв и разрушений не было.

В 2002 г. цепочка землетрясений протянулась

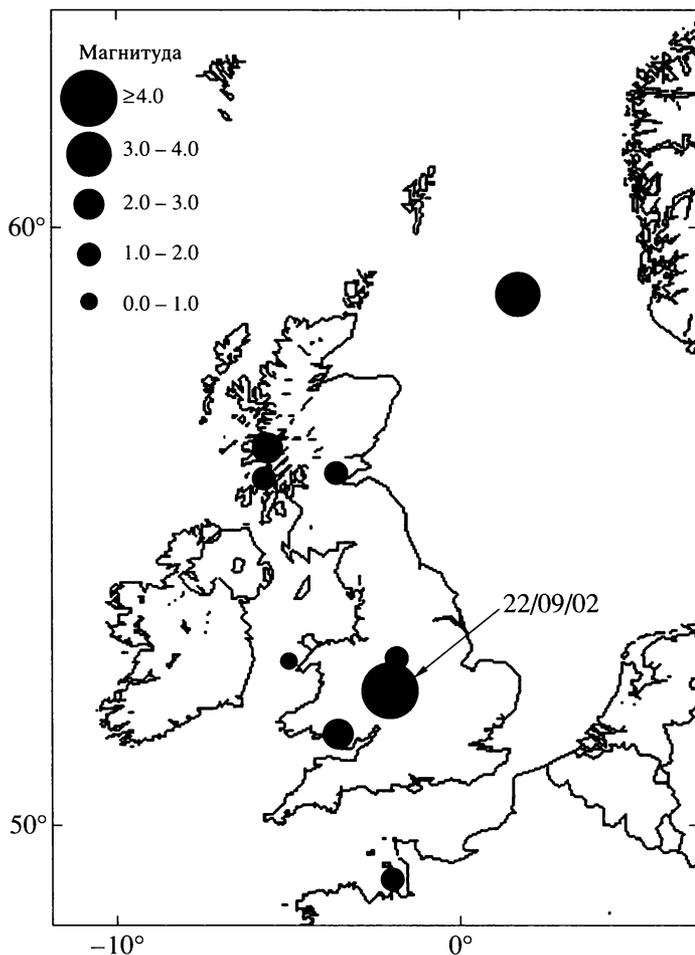
через территории Сибири, Кавказа и Европы. Вечером 25 апреля в столице Грузии были зарегистрированы толчки с магнитудой $M = 4.3$ и силой 5–6 баллов. Погибли 7 человек, сотни людей лишились крова. Ряд районов Тбилиси почти на час остался без электроэнергии, не работали более половины городских и мобильных телефонных станций. В нескольких местах повалены деревья, разрушено 450 домов, 2 тыс. зданий оказалось в аварийном состоянии. На два дня были отменены занятия в школах.

Сейсмическая стихия коснулась и Европы, что бывает в последнее время не так уж часто. На юге Балканского полуострова, на территории Косово, 24 апреля зарегистрировано ощутимое землетрясение. Его магнитуда была невелика ($M = 4.2$), однако немало жителей пострадало. Эпицентр пришелся на населенный пункт Гнилане, расположенный в

35 км от административного центра Косово – Приштины. Ударом подземной стихии разрушена городская мечеть, десятки домов повреждены.

22 июня жителей приграничных районов Бельгии, Германии и Нидерландов разбудили подземные толчки землетрясения, эпицентр которого находился близ германского городка Эйшвейлер. Магнитуда составила $M = 4.5$. Подземная стихия не причинила заметного ущерба зданиям, никто из людей не пострадал. Однако в районе Льежа, города на востоке Бельгии, население не избежало паники, возможно связанной с тем, что крупнейшая в Бельгии АЭС “Тиндж” оказалась в эпицентре землетрясения. Но она работала в нормальном режиме, колебания земной поверхности прошли без последствий.

Ощутимое землетрясение ($M = 4.8$) произошло 22 сентября 2002 г. в 23 ч



Землетрясение в Великобритании 22 сентября 2002 г. с достаточно редкой для этой страны магнитудой ($M = 4.8$). Эпицентр находился на глубине 9 км в районе Бирмингема, но толчки ощущались в других городах.

Здесь показаны и эпицентры слабых землетрясений, зарегистрированных в то же время в Великобритании, часть из них приходится на Северное море.

вовали себя в опасности. Около 5 тыс. перепуганных британцев позвонили в ближайший полицейский участок. Они вспоминали, что их первая мысль была о взрыве бомбы, а уже потом стало понятно, что произошло землетрясение. Сообщений о пострадавших людях или ущербе, нанесенном зданиям, в дежурные службы не поступало.

Территория Великобритании не входит в число сейсмически опасных зон земного шара, хотя каждый год на Британских островах благодаря очень развитой сейсмической сети (более 100 станций на островах) регистрируется около 200–300 землетрясений слабой мощности, большинство которых люди почти не замечают. Землетрясение 22 сентября оказалось самым сильным за последние 10 лет. Сейсмические волны от него зарегистрированы и на территории России (вплоть до Урала). Землетрясение записано на сейсмических станциях “Пулково” (2100 км от эпицентра), “Обнинск” (2950 км), “Кисловодск” (3400 км) и “Арти” (3500 км). Вслед за ним, 30 сентября, землетрясение с магнитудой $M = 4.0$ произошло на западе Франции, в Бретани, ощущавшееся также на британских островах Гернси и Джерси.

Немногим ранее, 6 сентября, на юге Европы, в Сицилии, отмечена серия землетрясений, сильнейшее имело магнитуду $M = 5.7$. Эпицентр находился в 40 км к северу от админи-

53 мин по Гринвичу (23 сентября в 03 ч 53 мин по московскому времени) в Великобритании. Землетрясение подобной силы – достаточно редкое явление для этой страны. Его эпицентр находился на глубине 9 км под одним из крупнейших городов – Бирмингемом. Оно ощущалось в

Лондоне, Центральной Англии, Уэльсе. В некоторых районах оказались поврежденными электрические и телефонные линии. По сообщению пожарной службы города, чрезвычайные бригады несколько раз выезжали на вызовы людей, которые, проснувшись от толчков, почувст-

стративного центра Сицилии – Палермо, однако подземные толчки замечены в Греции и на Пиренеях. В Палермо повреждены многие храмы и дворцы исторического центра города, в том числе некоторые памятники архитектуры национального и даже международного значения. Например, пострадал сооруженный в XI в. Дворец Норманнов, здание старейшего парламента Европы – сицилийской ассамблеи, фрески в церкви Святой Анны и ее колокольня.

Несколько значительных по макросейсмическому эффекту землетрясений прокатилось по Азии. 22 июня оно грянуло на северо-западе Ирана, включив целую серию подземных толчков. Самый значительный имел магнитуду $M = 6.4$. Эпицентр пришелся на городок Буин-Захра в провинции Казвин, к западу от Тегерана. В результате погибло не менее 500 человек, еще больше людей получили травмы, полностью разрушено несколько деревень. Подземные толчки, но без последствий, ощущались в самой столице Ирана.

Мощное глубокофокусное землетрясение с магнитудой $M = 6.3$ зафиксировано 28 июня на северо-востоке Китая (провинция Цзилинь), вблизи границы с Россией и Северной Кореей. Подземные колебания ощущались на обширной территории Китая, в провинциях Хэйлунцзян, Ляонин, автономном районе Внут-

ренняя Монголия и даже в тысяче километрах к югу от Пекина, в провинциях Шаньдун и Хэнань. Вероятно, с этим землетрясением связаны подземные толчки в Приморском крае России, включая Владивосток, Уссурийск, Спасс-Дальний, Арсеньев и Артем. Очаг землетрясения – на большой глубине в мантии Земли, поэтому жертв и разрушений удалось избежать. Если бы очаг не был глубинным, все могло обернуться большой трагедией: в китайском уезде Ванцин, на который пришелся основной удар, проживает более 400 тыс. человек. Кроме того, поблизости сосредоточены крупные промышленные производства. В этом регионе в прошлом известны глубокофокусные землетрясения, в частности 2 февраля 2002 г. ($M = 6.0$) с глубиной очага 360 км (Земля и Вселенная, 2002, № 4).

25 августа землетрясение небольшой магнитуды ($M = 4.5$) произошло в Купинском районе Новосибирской области близ озера Чаны. В населенных пунктах Яркуль и Шаитик оно ощущалось силой 3–4 балла – редкое для этой платформенной территории землетрясение. Следует сказать, что с исторических времен землетрясения здесь не отмечены. Ближайшая сейсмическая зона расположена в 250 км к юго-востоку; в 1934 г., 1964 г. и 1965 г. там нередко гремели “подземные бури”, наисильней-

шее землетрясение, Каменское ($M = 5.3$), зафиксировано в районе пос. Камень-на-Оби 15 февраля 1965 г.

Повышенная сейсмическая активность, вызванная постоянными тектоническими сдвигами в области конвергенции Тихоокеанской и Индо-Австралийской плит, отмечалась в Тихоокеанском сейсмическом поясе. Ее почувствовали жители Марианских островов (26 апреля, $M = 7.0$), островов Фиджи (19 августа, $M = 7.9$), Новой Гвинеи (8 сентября, $M = 7.2$), северной части Андаманских островов в Бенгальском заливе (13 сентября, $M = 6.6$). Землетрясение в Новой Гвинее вызвало мощное цунами, три человека погибли и несколько десятков получили травмы. В прибрежных поселках были разрушены жилые дома, линии электропередачи и дороги. В результате бенгальского землетрясения 13 сентября наиболее сильно пострадал остров Северный Андаман, ближе других расположенный к эпицентру.

Параметры всех землетрясений, обработанных в срочном режиме, представлены на информационном сервере Геофизической службы РАН <http://www.ceme.gsras.ru>

О.Е. СТАРОВОЙТ,
кандидат
физико-математических наук
Л.С. ЧЕПКУНАС,
кандидат
физико-математических наук
И.П. ГАБСАТАРОВА
Геофизическая служба РАН
(г. Обнинск)

2002 год: рекорд тепла за сто лет

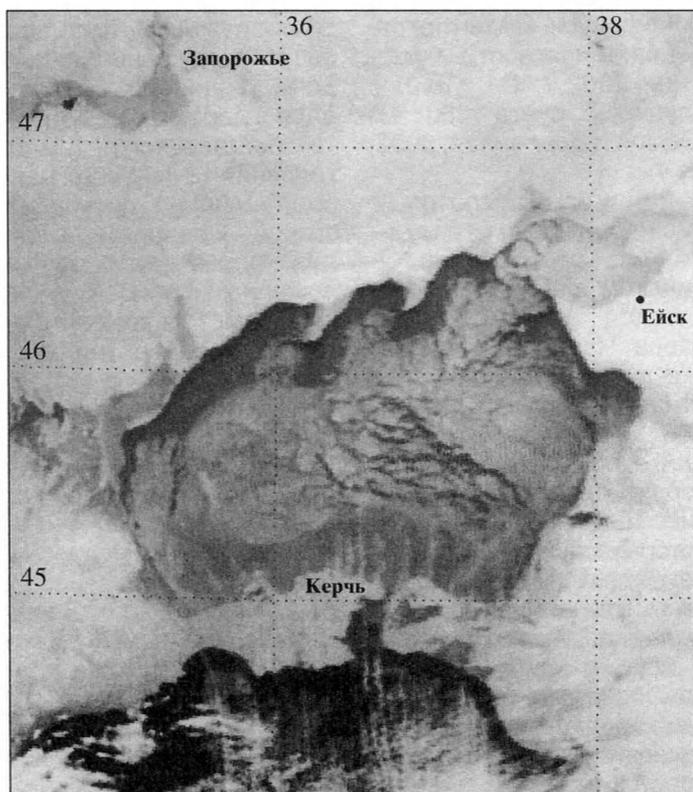
Контрасты погоды в 2002 г., борьба тепла с холодом, чередование засух и наводнений не смогли изменить уже наметившуюся тенденцию глобального потепления.

ОЧЕНЬ ТЕПЛАЯ ЗИМА

На протяжении по крайней мере 10 месяцев температура воздуха в 2002 г. оставалась в Европе самой высокой за последние

100 лет. То же относится и к России.

Зима 2001–02 гг. в Северном полушарии, как и в предыдущие годы, оказалась теплее, чем обычно, хотя в декабре 2001 г. благодаря учащенным вторжениям холодного воздуха в Центральной и Восточной Европе температура была на 3–5°C ниже нормы. Примечательно чрезвычайно мощное развитие Сибирской области высокого давления, которая вместе с антициклоном над Зарубежной Европой заняла большую часть Евразии. На 3–5° теплее, чем обычно, декабрь выдался на востоке Северной Америки. А на остальных участках суши Северного полушария средняя месячная температура отличалась от нормальной не столь



Ледовая обстановка на Азовском море и облачный покров над его незамерзающей частью, обусловленные холодной погодой на рубеже 2001 г. и 2002 г. Космический снимок ИСЗ NOAA 12, сделанный 8 января 2002 г. Фото НИЦ "Планета" Росгидромета.

значительно. В средней полосе зима лишь пробовала свои силы, опуская в отдельные ночи столбик термометра до минус 25°, но ближе к концу месяца морозы стали ослабевать.

С настоящей зимой можно было встретиться только в Сибири. В Якутии и Эвенкии часто наблюдалась морозная погода с температурой -45...-50°, на юге Красноярского края – до -30°. На Сахалине штормовой циклон в середине месяца разразился обильным снегопадом (за трое суток – более месячной нормы осадков) и ураганным ветром.

Январь 2002 г. был очень теплым. В средней полосе Европейской России часто наблюдались дневные оттепели, в ряде городов, в том числе и Москве, поставлены новые рекорды зимних потеплений. Причиной интенсивного выноса атлантического воздуха, отвечающего за потепления, стала обширная область пониженного давления, которая почти весь месяц занимала большую часть Сибири, Урал и соседнюю часть европейской территории. Очевидно, под ее влиянием произошло ослабление центральной части азиатского антициклона. Средняя месячная январская температура превысила январскую норму на 3–5° как на Европейской территории России, так и на Азиатской, на Южном Урале, в Средней Азии и Казахстане. Местами на 8–10° теплее обычного – на юге Сибири, заметно холоднее – в районах, примыкающих к Карскому морю, и на севере

Канады. Несколько ночей держались морозы и на европейской территории России. Так, в самом начале месяца в Ленинградской и Тверской областях зарегистрировано -37...-39°. На Сахалине сошли снежные лавины общим объемом 5000 м³. Приморье одолевали сильные снегопады. За три дня, с 20 по 22 января, в некоторых районах выпало 5–6 месячных норм снега (до 84 мм осадков), во Владивостоке – 2 месячные нормы (до 30 см снега).

В феврале средняя температура воздуха поднялась в Центральной России чуть ли не до 0°, значительно, на 7–8°, превысив норму. Большую часть месяца держалась оттепель, и лишь в считанные дни отмечены небольшие морозы, не более -5°. Такую погоду обусловил в умеренных широтах интенсивный вынос морского воздуха на континентальные районы. Однако заметно холоднее было в Магаданской области и соседней с ней Якутии, куда распространился азиатский антициклон. В отдельные ночи мороз там усиливался до -60...-65°.

В Саратовской области наблюдались сложные гололедно-изморозевые явления (диаметр наростов до 35 мм). Жестокие ветры обрушивались на юг Европейской России, порой ветер достигал штормовой силы (28 м/с), выпадали сильные осадки в виде дождя и мокрого снега. В разгар горнолыжного сезона сходили лавины в Северной Осетии с выходом на Транскав-

казскую дорогу и в Дагестане.

Очень теплым выдался и первый месяц весны – март. В Европейской России температура оказалась в среднем за месяц положительной (на 4–5° выше обычной). Из-за теплой погоды снег почти сошел в последних числах месяца, хотя в соответствии с климатической нормой ему положено растаять только в первой декаде апреля. Необычно тепло было и на азиатской территории России. Интенсивный вынос воздуха с Тихого океана вызвал потепление на Чукотке, там средняя месячная температура превысила норму на 11–14°, в ряде мест Сибири при активном переносе воздуха с Атлантики положительная аномалия месяца доходила до 6–8°. Арктический воздух часто вторгался по периферии антициклона на большую часть Канады и запад США.

Но из арктических районов Сибири зима не отступала. В Таймырском автономном округе сильные метели ухудшили видимость до 50 метров. В районе пос. Анадырь, что на востоке Чукотки, во время снежного бурана ветер достигал ураганной силы – 40–45 м/с. В Забайкалье разворачивалась борьба тепла и холода. 20–21 марта в Читинской области почти 9 ч мела метель при ветре более 20 м/с и околонулевой температуре воздуха, местами накапливался снежный покров до 12 см. После теплых дней ударил мороз.

Нарушалась подача электроэнергии, на отдельных участках дорог движение автотранспорта прекратилось на 6–8 ч.

ВЕСНА СУХАЯ, НО НЕ ВЕЗДЕ...

В апреле в Европейской России появились первые признаки засухи. В Москве это был самый сухой апрель за последние 10 лет. И в то же время на востоке страны, в Хабаровском и Приморском краях, в Магаданской области, на Сахалине и Камчатке, а также на Нижней Волге и в Дагестане выпало 2–3 месячные нормы осадков. Особенно “мокро” было в Казахстане, республиках Средней Азии, западных и северных провинциях Китая (2–4 месячные нормы). Много осадков выпало в Тайланде (около 3 месячных норм). На Ближнем Востоке обильные дожди привели к тому, что в Бейруте норма осадков оказалась превышенной в 2 раза, в Тель-Авиве – в 2.5 раза, в Тегеране – почти в 3 раза. В Европе много дождей выпало в Ирландии и Великобритании (почти 2 нормы), в Греции (особенно на островах и в Эгейском море), на западе и юге Турции (2–3 нормы).

А во Франции и странах Бенелюкс второй месяц наблюдалось очень мало дождей, что привело к весенней засухе. В основном сухо было в США и Канаде. Лишь в восточных штатах США, а также в Квебеке и на западном побережье осадки соответствовали норме.

Хотя на территории Европейской России апрель

был довольно теплым, на ее севере в самые первые ночи еще случались тридцатиградусные морозы. В Поволжье наблюдались сильные снегопады. Примерно так же было и в Сибири. На Таймыре густые метели порой ухудшали видимость до 50 м. В Забайкалье и горных районах Алтайского края ветер достигал штормовой силы – 30 м/с. Резко менялась погода на юге Красноярского края, дождь переходил в снег при резком ветре до 20 м/с, температура понижалась в течение суток на 10–15°.

Май в Европейской России, как и предыдущий месяц, оказался сухим. В Москве выпала только треть месячной нормы осадков, температура зафиксирована почти обычная – около +13°. Из значительных погодных событий можно упомянуть смерч 6 мая на юге Красноярского края в селе Каратузское. По словам очевидцев, высота столба достигала 15–20 м, воздушный вихрь частично повредил крыши нескольких построек. На севере Татарстана выпал мокрый снег (высота покрова – 30–40 см). Из-за сильного ветра, налипания снега на проводах и сугробов нарушилось движение на автодорогах, повреждены сельхозкультуры, произошло около 40 разрывов электрических сетей, временно отсутствовало электроснабжение в 68 населенных пунктах. 29 мая в с. Каменовка (Кемеровская область) наблюдался смерч с диаметром воронки около 500 м

при скорости ветра по шкале Бофорта более 40 м/с. Имелись повреждения, погиб 1 человек и 13 травмированы.

ЗАСУХИ, ЛИВНИ
И НАВОДНЕНИЯ ЛЕТА

В июне температура была вполне нормальной для начала календарного лета. На 2.5–5.5° выше нормы она отмечена только на большей части Сибири и севере Дальнего Востока. Осадков в средней полосе выпало чуть больше половины месячной нормы. Таким образом, дефицит влаги сохранился уже третий месяц – с апреля. Но в середине месяца сильные ливни привели к наводнениям на реках Северного Кавказа.

Теплая и сухая погода в западной части России в июне обусловлена воздействиями отрога азорского антициклона. Выше нормы температура поднялась по той же причине также на западе Африки и севере США. Очень теплой (на 3° выше нормы, с дефицитом осадков) оказалась середина лета в Восточной и Центральной Европе, на юге Восточной Сибири и в Монголии, на западе США, а также на севере Индии, где летний муссон был ослаблен. Немного холоднее (на 1–1.5°) и дождливее обычного июль выдался на юге Западной Сибири и севере Казахстана, на Нижнем Амуре и Сахалине.

Почти вся Евразия и Северная Африка оказались во власти жаркого воздуха, что привело к формированию на значи-



Мощная грозовая и кучево-дождевая облачность вызвала сильные грозовые дожди и град на Северном Кавказе, приведшие к небывало сильному паводку в Краснодарском и Ставропольском краях России. Космический снимок ИСЗ NOAA 16, сделанный 18 июня 2002 г. Фото НИЦ "Планета" Росгидромета.

тельной территории анюманий +2...+4°. В пустынях Алжира и Ливии температура неоднократно превышала +45°. Жаркий воздух проник и в Восточную Европу, в результате чего в Болгарии, на юге Украины, на Северном Кавказе и в Поволжье фиксировались температуры +35...+38°. Жаркая погода стояла большую часть месяца на востоке Азиатского континента, в Иркутской, Читинской областях, Бурятии и Тыве, а также в Монголии и Китае, где столбик термометра поднимался до отметки +42°. Существенно выше нормы оказалась средняя

месячная температура воздуха на севере Индии и в Пакистане, а также на Ближнем Востоке. Лишь в центральной части Евразийского континента вдоль меридиана от Салехарда до Душанбе установилась прохлада, а на юге Западной Сибири и в Северном Казахстане сильно похолодало.

Благодаря знойному июлю в Европейской России первые семь месяцев 2002 г. оказались для нашей страны самыми теплыми за последнее столетие.

Жаркой была погода в течение месяца на большей части территории США. Лишь на Аляске и в южных штатах, вдоль границы с Мексикой, стояла относительно прохлада. В США этот июль – самый жаркий за прошедшие 14 лет. Температура воздуха неоднократно превышала +40°. В Торонто (Канада) аномалия средней месячной температуры составила +3.9°, в Детройте (США) – +2.4°.

В то же время большинству жителей европейских стран этот июль запомнится очень влажным. Особенно "повезло" с осадками Великобритании и Ирландии. Необычайно сыро было в Дании и Голландии (более 2 месячных норм). Обильные осадки выпали на средиземноморских курортах Франции и Испании, заметно пострадала от дождей инфраструктура Барселоны и всего курортного побережья Коста-Браво (Испания), дожди заливали Италию, Грецию и Западную Анатолию (от 3 до 6 месячных норм).

На территории же Европейской России, за исключением Мурманской области и Черноморского побережья Краснодарского края, стояла исключительно сухая погода – во многих районах июльская сумма осадков не "дотянулась" и до 50% нормы. В основном сухо было на Урале, отчего сложилась во многих районах высокая и чрезвычайная пожарная

опасность. Загорелись торфяники и леса в Центральной России. Особенно пострадали от пожаров Тверская, Ленинградская, Нижегородская области. В кольце пожаров оказалась и Москва: почти весь месяц столица была окутана смогом, более сильным, чем в запомнившемся 1972 г.

По-прежнему было очень сухо и в далеких от Москвы краях: на Ближнем Востоке, в Иране, на Аравийском полуострове и в большинстве стран Северной Африки. В регионе Сахель люди дождались крайне редких там дождей, но их было недостаточно для преодоления жестокого безводья. Второй месяц удерживалась засуха на значительной территории США, лишь во Флориде и Техасе прошли сильные дожди.

В июле 2002 г. в России наблюдалось 41 опасное гидрометеорологическое явление, кроме того, 17 причислены к категории неблагоприятных гидрометеорологических явлений. Так, 6–7 июля над Читинской областью полосой 3–4 км пронесся смерч, образовавшийся в зоне фронта со значительными контрастами температур. Скорость ветра превысила 33 м/с, он сопровождался грозой, сильным ливнем, местами – градом (диаметр градин до 15 мм). Мощные вихревые потоки ломали стволы деревьев, вырывали их с корнем и обрушивали на ЛЭП и дома. Погибли три человека. В пяти случаях град погубил посевы в Волгоградской области (на площади 2053 га). Помимо

этого, град отмечен в Амурской области (диаметр градин до 20 мм), Дагестане (до 50 мм) и Читинской области (до 30 мм). Ветер сильнее 25–30 м/с наблюдался в Пермской и Кировской областях.

Как всегда, бушевали тайфуны на Дальнем Востоке. Сильнейшие июльские дожди, вызванные тайфуном “Рамасун”, прошли в Амурской области (до 115 мм осадков за 4 ч), во Владивостоке и на юге Приморского края (до 123 мм дождя), в Хабаровском крае (до 39 мм за 48 мин.). 15–16 июля, в связи с тайфуном “Чатан” и обострением атмосферных фронтов, на юге Сахалина выпало 120–176 мм дождя (165–175% месячной нормы), на сахалинских реках поднялся уровень воды. При смещении тайфуна “Халонг” к северу на Курильских островах прошли дожди (до 90 мм, что составило до 63% месячной нормы).

Такая же картина – и на западе страны. 23–24 июля в Назрани (Ингушетия) лил сильный дождь (до 40 мм), 24 июля в Новороссийске выпало 88 мм за 12 ч, 25 июля в Темрюке Краснодарского края и в Кашхатау Кабардино-Балкарии – 30 мм примерно за 1 ч.

Август запомнился сильными дождями и наводнениями в Европе. Обильные осадки, породившие наводнение редкой силы в центре Западной Европы в первой половине месяца, вызваны малоподвижным высотным циклоном. Похожий, но менее интенсив-

ный процесс имел место в конце лета на юго-западе Европы.

Примерно за двое суток, с вечера 6 августа и до утра 8 августа, в бассейнах Дуная и Влтавы выпало от 70 до 110 мм дождя, что составило 55–110% месячной нормы. Синоптическая обстановка в этот период была примечательна наличием хорошо выраженного высотного циклона, которому у поверхности Земли соответствовала достаточно глубокая барическая депрессия. Эта система, переместившаяся из Северной Атлантики, достигала максимального развития.

Подобная структура барических полей нижней половины тропосферы чрезвычайно благоприятна для формирования и выпадения осадков как фронтального, так и конвективного характера.

Волна начального формирования наводнения распространялась в двух направлениях: от Австрии – вниз по Дунаю и из Чехии по Лабэ-Эльбе – в Германию, где оно также привело к неблагоприятным последствиям. В частности, Дрезден стал похожим на Венецию, как, впрочем, и Прага, в которой было затоплено почти 80% территории.

Во время второй волны европейского наводнения, 12–13 августа, над территорией Чехии находился довольно развитый циклон, вышедший накануне с северной Адриатики. Вследствие этого 12 августа в течение суток в Праге стояла пасмурная погода с обиль-

ными дождями (выпало около 50 мм осадков при норме августа 66 мм). 13 августа интенсивность дождей уменьшилась, а во второй половине дня они прекратились, однако еще добавилось почти 30 мм осадков – около 50% месячной нормы.

Подобных наводнений в Европе не случалось более 100 лет. В те же дни августа бушевало наводнение в Краснодарском крае, где погибли 52 человека и разрушено множество домов в прикубанских станицах. Сильнейшие дожди снова принес южный циклон на Приморье (до 236 мм осадков – 150% месячной нормы). Погибли 5 человек, затоплены жилые дома, подвалы, разрушены дороги, железнодорожный мост на участке Владивосток – Угольное. Также пострадал и Сахалин.

ТЕПЛО НА СЕВЕРЕ И ХОЛОДНО НА ЮГЕ

Необычно началась осень в Европе: очень тепло было на севере и слишком холодно – на юге. На севере в отдельные дни температура достигала +30°, в Скандинавии аномалия составила +2°, а на юге, в Испании, Португалии, Франции, Греции и на Балканах, господствовал в

основном прохладный воздух, что привело к отрицательным аномалиям температуры (–1...–3°). В Восточной Европе температура приблизилась к норме, за исключением Северного района, куда поступал холод, “эпицентр” которого находился на Таймыре.

Холоднее обычного был сентябрь в Индии, Пакистане, в западных и юго-восточных провинциях Китая. В Индии он вообще оказался самым холодным за последние 18 лет, а в китайских провинциях Гуандун и Фуцзянь температура воздуха опускалась до +5°, что для района, расположенного у тропика Рака, – крайне низкое значение.

На Североамериканском континенте было достаточно тепло, особенно на северо-востоке США и юго-востоке Канады. В отдельные дни столбик термометра здесь поднимался до +40°. В результате аномалия температуры составила +3...+5°.

Наконец, прекратились дожди на западе Европы – в Великобритании, Ирландии, странах Бенелюкс, на севере и западе Франции, лившие почти непрерывно последние 2 месяца. Чрезвычайно “мокрая” погода уже третий месяц удерживалась в районе Средиземного и Черного морей. В Греции и на запа-

де Турции выпало от 3 до 5 месячных норм осадков, на юге Италии – до 3 норм. Дожди заливали Крым, Ставрополье и Краснодарский край (3–5 норм). Сухо – на юге Скандинавии, в странах Балтии, на северо-западе России, на юге Сибири, в Приморье и на Сахалине.

Самое трагичное событие минувшего сентября – подвижка ледника большого объема (свыше 2 млн. м³) 20–21 сентября в горах Северной Осетии, в результате чего долина реки Геналдон оказалась полностью покрытой селе-ледовой массой. Погибло не менее 120 человек (Земля и Вселенная, 2003, № 1).

На юге Сибири уже в сентябре пробовала свои силы зима, там устанавливался временами снежный покров высотой 10–20 см. В Центральной России такой же слой снега укрыл землю 11–13 ноября, но через 4–5 дней при потеплении (до +10°C) он весь стаял. Морозы вернулись лишь в последние дни ноября.

*Л.Н. ПАРШИНА,
кандидат
географических наук
Гидрометцентр России*

*Т.Н. БУРЦЕВА
НИИ “Планета”*

Развитие представлений о земной коре

Земная кора, охватывающая нашу планету, подобно скорлупе, – основной объект исследований наук о Земле. Представления о ней складывались на протяжении столетий. Об этом – книга историка геологии И.А. Резанова “Эволюция представлений о земной коре”, изданная в 2002 г. издательством “Наука”.

В девяти главах книги автор последовательно рассматривает взгляды на строение Земли, зачатки которых он находит в трудах античных мыслителей.

Английский врач Уильям Гильберт, впервые обосновавший в 1600 г. представление о Земле как магните, предположил существование сравнительно небольшого твердого ядра в центре планеты и окружающей его коры, в которой происходит непрерывное перемещение вещества. Законченную концепцию слоистого строения Земли впервые сформулировал в “Началах философии” Р. Декарт (1644). Вслед за ним Г. Лейбниц (1693) предположил, что кора образована шлаками, выделившимися из расплавленных недр Земли. Эти же взгляды развивали Ж. Бюффон, а также М.В. Ломоносов, который указал толщину коры, нависающей над огненно-жидкой “подземной хлябью”, 50–70 верст, что близко современным данным для коры континентального типа. Л. Бух, А. Гумбольдт и Ч. Лайель утвердили в науке идею о покрывающей раскаленный земной шар коре охлаждения.

В конце XIX в. начинается постепенный отход от концепции первичной коры охлаждения. Выявляются сложное неоднородное строение земной коры и ее изменчивость во времени, чередование в ней стабильных и мобильных зон.

Процесс эволюции представлений о коре Земли в XX в. был длительным и сложным. Особая роль принадлежала методу сейсмического зондирования Земли,



открытому хорватским сейсмологом А. Мохоровичичем (1909). Была определена сейсмическая граница земной коры, а позже, в 1912–13 гг., Альфред Вегенер обосновал еще не подтвержденные сейсмическими измерениями представления о двух типах земной коры различной толщины – континентальном и океаническом.

В книге подробно рассказано о возникновении и развитии различных сейсмических моделей континентальной и океанической коры, о ее значении в свете концепции тектоники плит.

Излагая (в шестой главе) историю взглядов на происхождение и раннюю эволюцию земной коры, И.А. Резанов обращает особое внимание на космический подход “к расшифровке ранней истории Земли”.

Истоки этой идеи, разработанной в начале 50-х гг. XX в. О.Ю. Шмидтом, а также его последователем В.С. Софроновым, автор обнаружил в ранних работах М. Земана, С. Монье и русского геолога М.А. Павлова. Данные о геологическом строении Луны заставили критически пересмотреть эти построения, особенно на раннем этапе истории Земли.

Автор руководствуется высказыванием В.И. Вернадского о том, что “с ходом времени по мере роста науки область эмпирических фактов и эмпирических обобщений увеличивается, а область научных гипотез долж-

на уменьшаться”. Остались в прошлом, полагает И.А. Резанов, не только гипотеза о “первичной коре охлаждения Земли”, но и модель изостазии, основанная на понятии конвектирующей астеносферы, развиваемая сторонниками тектоники плит. По мнению автора (с которым не все геологи согласны), гипотеза об астеносфере (разуплотнение слоя верхней мантии) “не подтвердилась экспериментальным материалом и оказалась ненужной при истолковании изостазии”.

Как считает И.А. Резанов, разработка трехслойной сейсмической платформенной модели стала переломным моментом в новейших представлениях о земной коре. В среднем слое коры платформ, на глубинах 8–15 км, обнаружен слой повышенной пластичности, существование которого объяснило изостазию после окончания четвертичного оледенения.

Очень важна правильная геологическая интерпретация сейсмических данных, показывающих вещественный состав океанической коры. Неверное их объяснение стало главной причиной концепции “спрединга” на континентах. Игнорировались факты о гранитогнейсовом составе нижней части океанической коры. Если же, замечает И.А. Резанов, суммировать всю геофизическую и геохимическую информацию о строении и составе мантии и коры, то легко убедиться, что существенных различий в химическом составе континентальной и океанической коры нет. Разница между корой континентов и океанов лишь в том, что мощный серпантинный слой в океанических впадинах в мезозое–кайнозое подвергся дегидратации. Процесс обезвоживания толщ серпантинов стал одним из источников воды Мирового океана. Основываясь на этих представлениях, И.А. Резанов возвращается к прежнему (домобилистским) представлениям геологов, рассматривавших океаны как опустившиеся части былых материков.

Книга снабжена обширной библиографией – более 400 наименований.

*В.А. Маркин,
кандидат географических наук*

**Сводный указатель проблемных статей по астрономии,
космонавтике и наукам о Земле, опубликованных
в “Земле и Вселенной”
в 1995–2002 гг.**

Астрономия			
Александрович Н.Л., Арефьев В.А. Итоги работы орбитальной обсерватории “Рентген”	2000, 6	Лучков Б.И., Озеров Ю.В. Гамма- диагностика солнечных вспышек	1997, 4
Багров А.В. Околосветная астро- номия – новая астрономическая дисциплина	2001, 6	Малофеев В.М. Уникальный пульсар Геминга	1998, 6
Бахтигараев Н.С. Геостационарные спутники и их наблюдения	1998, 3	Матвеевко Л.И. Суперастро- телескоп	1995, 4
Белоус М.Л. Сверхновые на космо- логических расстояниях	1998, 2	Микиша А.М. Столкновение небесного тела с Землей. Предотвращение катастрофы	1995, 4
Бисикало Д.В. Как происходит обмен веществом в двойных звездах	1999, 1	Новиков И.Д. Возможны ли путешествия в прошлое и можно ли изменить прошлое?	2001, 1
Боярчук А.А., Шустов Б.М. Обсерватория “Спектр-УФ” – окно в ультрафиолетовую Вселенную	1999, 2	Панферов А.А., Попов С.Б. Объекты Хербига-Аро	1995, 1
Бронштэн В.А. Мини-кометы в Солнечной системе	1998, 5	Попов С.Б. Что происходит в центре Галактики	1995, 5
Герасимов И.А., Мушаилов Б.Р. Динамическая эволюция кометно-астероидного вещества в Солнечной системе	2000, 6	Попов С.Б. Новорожденные нейтронные звезды	2000, 2
Гинзбург В.Л. Астрофизика и космология: важнейшие достижения за последние три года	2002, 4	Попов С.Б. Вселенная в компью- тере	2001, 4
Горчаков Е.В., Курносова Л.В. Космическое гамма-излучение высоких энергий	1996, 3	Слыш В.И. Космические мазеры и звездообразование	1998, 1
Гринин В.П., доктор П.С. Тэ. Звезды с молодыми протопланетными дисками	1995, 6	Смирнов М.А., Микиша А.М., Баранов С.И. Поиск метеороидов и обнаружение их в метеорных потоках	1996, 4
Дамбис А.К., Расторгуев А.С. Шкала расстояний во Вселенной	2000, 1	Сурдин В.Г. Галактика, в которой мы живем	1996, 3
Дьяченко А.И. Ларец сокровищ туманности NGC 3603 (часть I)	2002, 5	Сюняев Р.А. “Спектр-Рентген- Гамма” – проект международной астрофизической обсерватории	1997, 2
Емельянов Н.В. Необычные явления в системах спутников планет	1997, 3	Сюняев Р.А., Терехов О.В., Чуразов Е.М. Обсерватория “Гранат”: 9 лет на орбите	1998, 6
Ефремов Ю.Н. От звездных ассоциаций к звездным комплексам	1998, 1	Титов Д.В. Исследования атмосферы и климата Марса	1999, 4
Ишков В.Н. Двадцать третий цикл солнечной активности	2001, 2	Тутуков А.В. Происхождение планетных систем	1999, 6
Кардашев Н.С. Космология и проблемы SETI	2002, 4	Уральская В.С. Внешние области Солнечной системы	1999, 5
Кришюнас К. Научные исследо- вания с телескопом Кека	1995, 2	Уральская В.С. Спутниковые системы планет	2002, 2
		Уральская В.С. Семейство Юпитера все увеличивается...	2002, 5
		Фадеев Ю.А. Пульсации звезд	2002, 3
		Федорова А.В. Необычный этап в эволюции звезды	1998, 4
		Фридман А.М., Хоружий О.В. Гигантские антициклоны в галактиках	1999, 3

Фридман А.М., Хоружий О.В. Новые структуры в галактиках: предсказания и открытия	2001, 3	Коптев Ю.Н. Современное состоя- ние и перспективы развития российской пилотируемой космонавтики	1996, 5
Цицин Ф.А. Вселенная фракталов	1997, 6	Коптев Ю.Н. Российская космонав- тика: состояние и перспективы	1997, 5
Черепашук А.М. Черные дыры и звезды Вольфа-Райе	1999, 3	Коптев Ю.Н. Космонавтика на пороге XXI века	1999, 5
Чурюмов К.И. Катастрофа на Юпитере 1994 года	1996, 1	Кочемасов Г.Г. "Галилей" изучает систему Юпитера	2001, 2
Чурюмов К.И. Комета Хейла-Боппа – уникальный объект для любительских наблюдений	1997, 1	Климов С.И., Родин В.Г., Григорян О.Р. Изучение и контроль "космической погоды"	2000, 3
Чурюмов К.И. Аномально яркая комета Хейла-Боппа в конце второго тысячелетия	2001, 5	Кузнецов В.Д. Космические проекты ИЗМИРАН	2000, 2
Шустов Б.М. Галактика: прошлое, настоящее, будущее	2000, 3	Кузнецов В.Д. Спутник "Коронас-Ф" наблюдает Солнце вблизи максимума активности	2002, 6
Космонавтика			
Авдуевский В.С., Лесков Л.В. Физика невесомости и космическое материаловедение	1996, 2	Кузьмин Р.О. Результаты экспедиции "Марс Патфайндер"	2000, 4
Алавердов В.В., Бодин Б.В. Основные направления космической деятельности России в 2001–2005 гг.	2001, 1	Куликов С.Д., Горошков И.Н., Мартынов М.Б. Проект "ФОБОС-грунт"	2002, 6
Брюханов Н.А., Хамиц И.И. Новые модули российского сегмента Международной космической станции	2002, 6	Миненко В.Е. Перспективно ли создание малоразмерных космических аппаратов?	1997, 2
Володин С.В. Перспективные космические транспортные системы	2002, 4	Осипов В.Г., Шошунов Н.Л. Космические тросовые системы: история и перспективы	1998, 4
Газенко О.Г., Григорьев А.И., Малашенков Д.К. Космическая биология и медицина на рубеже столетий	2000, 5	Семенов Ю.П. Орбитальный пилотируемый комплекс "Мир" – основные итоги программы	2001, 5
Гальперин Ю.И., Зеленый Л.М., Веселов М.В. Многоспутниковый магнитосферный проект "РОЙ"	2001, 4	Сурков Ю.А., Кремнев Р.С. Пенетраторы для исследования тел Солнечной системы	1995, 4
Галимов Э.М. Космические исследования в ГЕОХИ им. В.И. Вернадского. Достижения, проблемы, перспективы	1999, 6	Уткин В.Ф. Международная космическая станция и програм- ма научно-прикладных исследований	1995, 4
Герасютин С.А., Левитан Е.П. Заря новой эры космических станций	1999, 2	Шевченко В.В. "Лунар Проспектор" погиб, проблемы остались...	2001, 1
Герасютин С.А. Новости о научных спутниках и межпланетных станциях	2001, 5	Шкуратов Ю.Г. Итоги полета "Клементины"	1997, 5
Иванов Н.М., Соколов Н.Л. "Океан-О": два года полета	2002, 1	Науки о Земле	
Кардашев Н.С. Радиотелескоп больше Земли ("Радиоастрон")	2000, 4	Авсюк Ю.Н. Изменение географи- ческих широт и движение полюса Земли (факты, оставшиеся необсужденными)	1998, 2
Качур П.И. С самолета – в космос	1995, 2	Акимов А.Е., Шипов Г.И., Логинов А.В., Ломоносов М.Н., Пугач А.Ф. Торсионные поля Земли и Вселенной	1996, 5
Ковражкин Р.А., Зеленый Л.М., Баклунов А.М. Проект "Интербол"	1997, 3	Аксенов А.А. Шельф Мирового океана и формирование стратисферы	1996, 2
		Анненков В.В. Глобальные изменения и география	1996, 5

Барабошкина Т.А. Феномен эколого-геологического риска	2002, 1	Капица А.П. Подледниковое озеро Восток: географическое открытие в Антарктиде	1995, 3
Белинский О.Н., Бурцева Т.Н. Первый год тысячелетия отбушевал...	2002, 3	Корякин В.С. Сокращение оледенения Новой Земли на фоне вращения планеты	1997, 1
Беляев М.Ю., Десинов Л.В. Мониторинг Земли с Международной космической станции	2002, 3	Котляков В.М., Захаров В.Г. Динамика края ледникового покрова Антарктиды	1995, 6
Беляков А.С. Землетрясения и подземный звук	1996, 2	Котляков В.К., Захаров В.Г., Хмелевская Л.В. Ледники Атлантики и блокировки атмосферной циркуляции	1997, 3
Варганян Г.С. Подземные воды предупреждают о землетрясении	1996, 4	Котляков В.М., Данилов А.И. Глобальные изменения в Антарктиде	1999, 4
Васильев А.А. Прогноз погоды сегодня и завтра	1995, 6	Кропоткин П.Н. Нефть из живого или живое из нефти?	1995, 2
Вдовыкин Г.П. Космические стимуляторы возникновения жизни	1995, 3	Лазарев А.И. Земля из Космоса через рассеивающие среды	1995, 5
Витязев А.В. Импаkты в ранней и современной истории Земли	2000, 2	Левин Б.В. Ядро Земли – дирижер сейсмической активности?	2001, 3
Войтов Г.И., Яковлев М.П. Геодинамика и метан	1996, 4	Левитин А.Е., Фельдштейн Я.И. Грозы космической погоды	1997, 6
Воробьева Е.А. Вечная мерзлота и поиск внеземной жизни	2001, 2	Левитин А.Е., Фельдштейн Я.И. Живопись Космоса – полярные сияния	1998, 3
Грамберг И.С., Комарицын А.А. Карта “Рельеф дна Северного Ледовитого океана”	2001, 1	Лосев К.С., Ананичева М.Л. Проблемы эмиссии парниковых газов	2000, 4
Грачев А.Ф. Сага о солнечном гелии в мантии Земли	1998, 5	Мохов И.И. Сток сибирских рек в XXI веке	2002, 6
Грачев А.Ф. Геодинамическая причина биосферных катастроф	2000, 5	Николаев А.В. Как управлять землетрясениями	1999, 3
Гросвальд М.Г. Следы великих гидросферных катастроф на Марсе и Земле	1999, 1	Сидоренков Н.С. Эль-Ниньо и свободная нугация Земли	1999, 2
Груза Г.В. Тенденции изменения климата	1997, 4	Соболев Г.А. Академическая наука против сейсмической опасности	1999, 5
Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Клещенко Л.К. Эль-Ниньо и его слабое эхо в России	1998, 4	Сывороткин В.Л. Дегазация Земли разрушает озоносферу	1998, 1
Груза Г.В., Ранькова Э.Я. Климат на рубеже веков	2001, 6	Татевян С.К. Форма Земли по наблюдениям спутников	1998, 2
Звягинцев А.М., Крученицкий Г.М. Близка ли разгадка озоновой проблемы?	1996, 1	Хаин В.Е. Геодинамика становится глобальной	1995, 5
Иванов-Холодный Г.С. Солнечная активность и геофизические процессы	2000, 1	Шолпо В.Н. Геотектоника: современные проблемы	2002, 5
		Яншин А.Л. Экологические следствия начавшегося глобального потепления климата Земли	1995, 1

Поправка. В № 1, 2003 г. на с. 66 (левая колонка, второй абзац снизу) следует читать: “Уже после Вернадского Комиссию по метеоритам возглавил академик В.Г. Фесенков”, далее по тексту.

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета “Пресса России” (I полугодие 2003 г., с. 213) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

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

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

Сдано в набор 5.01.2003 Подписано в печать 21.02.2003. Формат бумаги 70×100^{1/16}
Офсетная печать Уч.-изд. л. 11.3 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 8.0 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 852 экз. Заказ № 7000

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

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

