

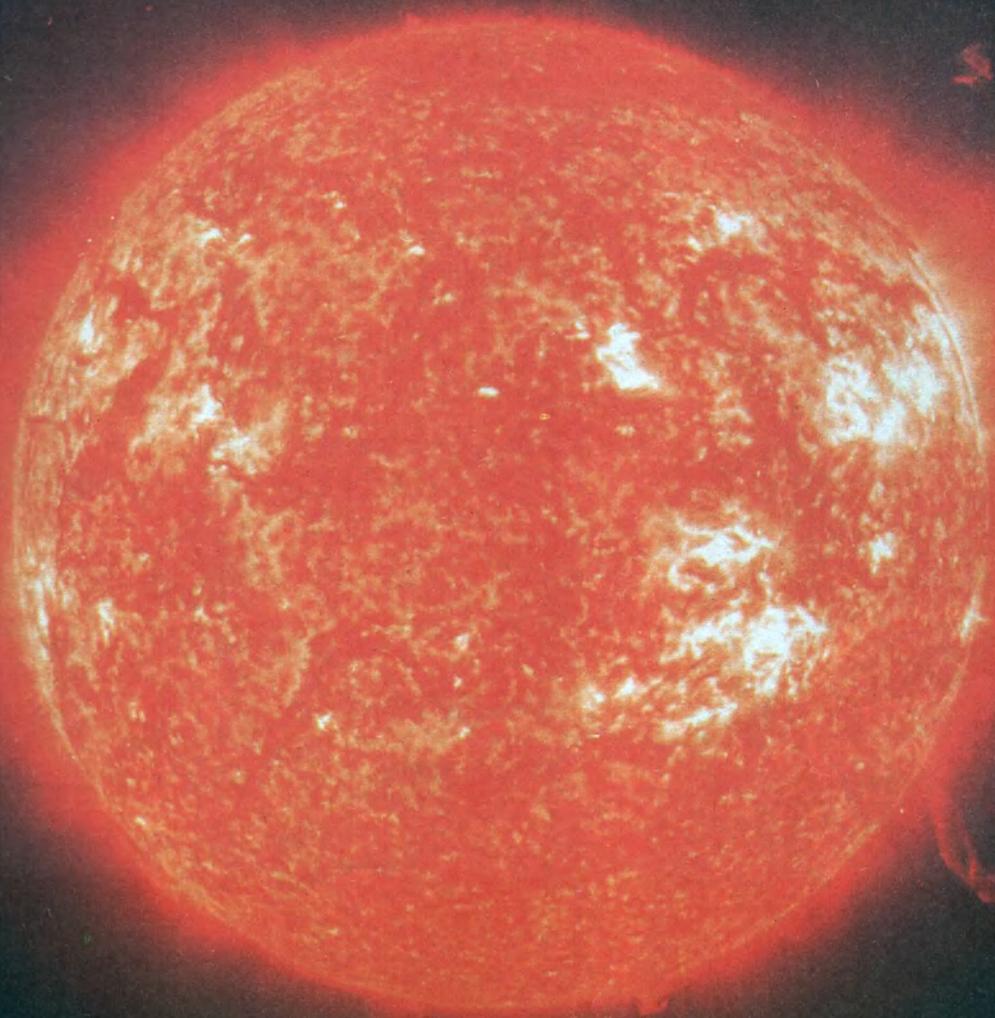
ISSN 0044-3948

# ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА  
АСТРОНОМИЯ  
ГЕОФИЗИКА

ИЮЛЬ—АВГУСТ

4/2001





METZGER KELLY

RICHARDS

THOMAS

107

VOSK SHEPHERD

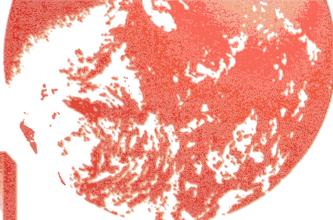
ГИДЗЕНКО КИРКАНОВ

HELMS YUSAYEV

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

4/2001



**Новости науки и другая информация:** "Урановые часы" отмеряют время звезд [13]; Солнце в феврале–марте 2001 г. [22]; Драгоценный камень меча Ориона [24]; Темные облака раскрывают секреты [24]; Будет ли спасен проект "Спектр-Рентген-Гамма"? [39]; Черная дыра в галактике Кентавр А [42]; Австралия отделилась от Антарктиды [46]; Пепел старейших звезд [82]; Природа рентгеновского фона понята [90]; Планы запуска двух марсоходов [96]; Первая посадка космического аппарата на астероид [106]; Как объяснить "следы жизни" на Марсе [107]; Еще один "поглотитель тепла" [109]; Обмен жизнью в Космосе [110]; Планетологи о следах жизни на Марсе [110]; Бродячие планеты – сколько их? [111]

## В номере:

- 3 ГАЛЬПЕРИН Ю.И., ЗЕЛЕНЬ Л.М., ВЕСЕЛОВ М.В. Многоспутниковый магнитосферный проект "РОИ"  
14 ПОПОВ С.Б. Вселенная в компьютере

## ЭКОЛОГИЯ

- 26 ИВАНОВ В.И. "Средиземное море" Северной Европы под угрозой

## ЛЮДИ НАУКИ

- 33 ГОРОБЕЦ Б.С. Станислав Лем (к 80-летию со дня рождения)  
36 Эссе Станислава Лема

## СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 40 БОЧКАРЕВ Н.Г. Московский конгресс европейских астрономов  
43 МАРКИН В.А., СОБИСЕВИЧ А.Л. Геофизика и внутреннее ядро Земли

## К 40-ЛЕТИЮ ПОЛЕТА Ю.А. ГАГАРИНА

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

## ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 55 ЕСКОВ Ю.М. Топливо из лунного сырья  
63 ТОМАНОВ В.П., КАЛИНИЧЕВА О.В. Откуда приходят кометы?

## ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 69 НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: сентябрь–октябрь 2001 г.  
74 СОЛОМОНОВ Ю.В. Из опыта наблюдений двойных звезд с малыми телескопами

## ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 77 ВЯЛИКОВ П.Ф. Хранить историю авиации и космонавтики  
83 СТЕПАНОВА К.Б. Мемориальный музей космонавтики и аэрокосмическое образование  
91 НАУМОВ Г.Б. 300 лет Горно-геологической службе России

## ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 97 МУРТАЗОВ А.К. Собственные имена звезд  
108 ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ



© Академиздатцентр "Наука"  
Российская академия наук  
журнал "Земля и Вселенная" № 4, 2001 г.

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

**На стр. 1 обложки:** Крупномасштабный катаклизм на Солнце в период максимума солнечной активности 11-летнего цикла. Гигантские выбросы корональных масс из активных зон растекаются вдоль магнитно-силовых линий на высоту более 380 тыс. км (!). Далеко за лимбом Солнца (вверху справа) плазменная электрическая дуга, окружающая темную впадину с яркой центральной эмиссией. Снимок сделан 1 марта 2001 г. Европейской космической обсерваторией "SOHO". Фото ESA.

**На стр. 2 обложки:** Вверху – экипаж космического корабля "Дискавери" (STS-102), совершивший полет на Международную космическую станцию 8–21 марта 2001 г.: пилот Д. Келли, первый специалист полета Э. Томас, командир корабля Д. Везерби и второй специалист полета П. Ричардс. Внизу слева – экипаж первой основной экспедиции МКС (31.10.2000–21.03.2001): Сергей Крикалев (РФ), Уильям Шеперд (США) и Юрий Гидзенко (РФ). Внизу справа – экипаж второй основной экспедиции МКС (запущен 8.03.2001): Джеймс Восс (США), Юрий Усачев (РФ) и Сьюзен Хелмс (США). Фото NASA.

**На стр. 4 обложки:** Центральная часть Туманности Ориона. Поле 7' × 7' на расстоянии Туманности в 1500 св. лет покрывает участок 3 × 3 св. года. Снимок – композиция из 81 изображения. Они получены в трех участках инфракрасного диапазона с помощью 8,2-м зеркала "Анту" Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории и установленной на нем инфракрасной камеры. При составлении результирующего снимка синий цвет придан длине волны 1.24 мкм, зеленый – 1.65 мкм, красный – 2.16 мкм.

### In this issue:

- 3 GAL'PERIN Yu.I., ZELYONYI L.M., VESELOV M.V. Multisatellite magnetospheric project "ROY"  
14 POPOV S.B. Universe in computer

### ECOLOGY

- 26 IVANOV V.I. The North European "Mediterranean sea" under danger

### PEOPLE OF SCIENCE

- 33 GOROBETS B.S. Stanislaw Lem (80 years of the birth)  
36 Essay by Stanislaw Lem.

### SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 40 BOCHKAREV N.G. Moscow congress of the European astronomers  
43 MARKIN V.A., SOBSEVICH A.L. Geophysics and Earth's inner core

### TO 40<sup>th</sup> ANNIVERSARY Yu.A. GAGARIN'S SPACE FLIGHT

- 47 GERASYUTIN S.A., LEVITAN E.P. Russian cosmonauts (continuation)

### HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 55 ES'KOV Yu.M. Fuel from Moon raw materials  
63 TOMANOV V.P., KALINICHEVA O.V. Where do comets come from?

### AMATEUR ASTRONOMY

- 69 CELESTIAL CALENDAR: September–October 2001  
74 SOLOMONOV Yu.V. Experience of double stars observations with small telescopes

### ON THE EXPOSITIONS AND MUSEUMS

- 77 VYALIKOV P.F. Keep the history of aviation and astronautics  
83 STEPANOVA K.B. Memory museum of cosmonautics and aerospace education  
91 NAUMOV G.B. 300 years of the Russian Mining-geology service

### DOSSIER OF CURIOUS

- 97 MURTAZOV A.K. Proper names of the stars

### 108 A LETTER TO THE EDITOR

### Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

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

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

## Многоспутниковый магнитосферный проект “РОЙ”

Ю. И. ГАЛЬПЕРИН,  
доктор физико-математических наук  
Л. М. ЗЕЛЕНЬИЙ,  
доктор физико-математических наук  
М. В. ВЕСЕЛОВ  
Институт космических исследований РАН

Известно, что динамика плазмы определяется конфигурацией электрических и магнитных полей, их направлением и величиной. В том случае, когда направления магнитных полей в некоторой области пространства противоположны, происходит аннигиляция (пересоединение) магнитного поля, т.е. взрывоподобный переход энергии магнитного поля в другой вид энергии (ускорение заряженных частиц).

Процесс аннигиляции магнитных полей играет решающую роль во многих геофизических и астрофизических явлениях, таких как магнитосферные суббури, геомагнитные бури, солнечные хромосферные вспышки и т.д. Однако остаются неясными физические характеристики плазмы в ограниченной области пространства, где этот процесс происхо-



дит. Здесь возникает эффект рассеяния энергии, обусловленный возникновением турбулентности в плазме, сильными мелкомасштабными флуктуациями плотности, электрических полей и токов.

Измерения, выполненные с ИСЗ в околоземном пространстве, вы-

явили на разных высотах турбулентные области аннигиляции магнитного поля. Масштабы флуктуаций варьируются от десятков до тысяч километров. Такие флуктуации магнитного поля способны кратковременно захватывать ионы низких энергий и передавать им часть своей энергии. Раз-

вите и распад этих флуктуаций, скорости и направления их движения, ускорение части ионов не могут быть описаны в рамках МГД-теории и представляют собой явления сильной турбулентности. При этом на значительных расстояниях от области аннигиля-

ции, где магнитное поле упорядочивается, возникают характерные для пересоединения направленные течения плазмы, исследованные как в лабораторных условиях, так и в космосе, и вполне удовлетворительно описываемые МГД-теорией.

Без детального экспе-

риментального изучения природы процесса аннигиляции невозможно создать его теорию и прогнозировать магнитные бури и другие связанные с ними явления. Таким образом, необходимо создание космических аппаратных средств в рамках нового научного проекта.

#### ПРОГРАММА И НАУЧНЫЕ ЦЕЛИ ПРОЕКТА

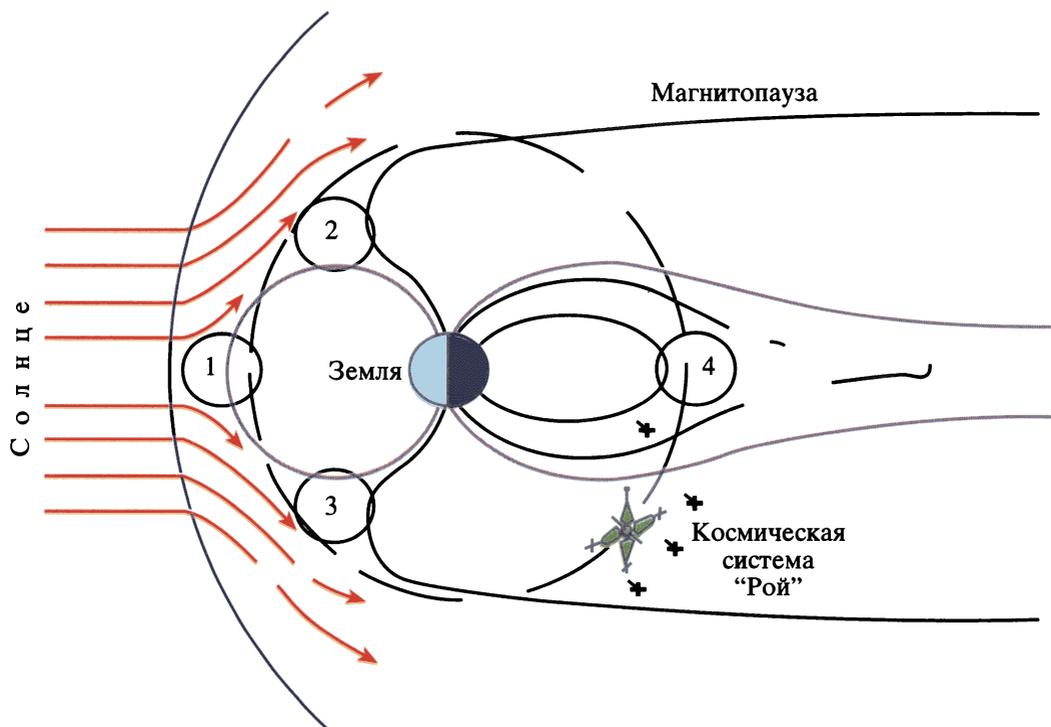
Главная цель российского многоспутникового проекта "РОЙ" – экспериментальное изучение сильной турбулентности плазмы и непосредственно процесса аннигиляции магнитного поля в тонких токовых слоях. Предполагается исследование трехмерных характеристик флуктуаций плазмы и полей, их дина-

мики, условий возникновения диссипации магнитного поля, энергетики этого процесса. Данные факторы считаются ключевыми, определяющими динамику плазменных границ, перенос массы и энергии через эти границы, возникновение магнитосферных суббурь.

В рамках проекта "РОЙ" будут исследованы **мелкомасштабные структуры плазмы** в тех районах магнитосферы, где и происхо-

дят процессы аннигиляции магнитного поля. Это область магнитопаузы на линии Солнце–Земля, каспы (области незамкнутых силовых линий магнитного поля Земли) на дневной стороне, а также приземный

*Ключевые области "аннигиляции" (пересоединения) магнитного поля в магнитосфере: 1 – область магнитопаузы на линии Солнце–Земля, 2, 3 – северный и южный каспы, 4 – область зарождения суббурь в хвосте магнитосферы.*



плазменный слой в хвосте магнитосферы на ночной стороне, где предполагается возникновение продольных токов, питающих авроральную дугу. Разрушение поперечного тока в хвосте магнитосферы приводит к образованию протяженной зоны сильной турбулентности и возникновению суббури. Она быстро расширяется в ночную часть магнитосферы, что сопровождается сильным нагревом и ускорением плазмы. Принципиальную важность явлений турбулентности плазмы в этих областях подтвердили соответствующие измерения со спутников проекта "ИНТЕРБОЛ" (Земля и Вселенная, 1997, № 3) и других высокоширотных космических аппаратов.

Основная трудность при постановке космических экспериментов по изучению таких сложных процессов заключается в том, что их характерные пространственные и временные шкалы сильно варьируются – от единиц до тысяч километров. Необходимо провести **одновременные измерения в нескольких точках** на расстояниях, обусловленных природными масштабами, – от длины инерции электрона, дебаевского радиуса (расстояния экранирования электрического поля в плазме), ларморовского радиуса частиц (вращение заряженных частиц в магнитном поле) до десятых долей радиуса Земли. Важность малых масштабов (10–300 км) подтверждают измерения, выполненные парами спутников

"ISEE-1 и -2", "Интербол-1" и "Магион-4" на различных околоземных орбитах, а также теоретические работы. Но такие мелкомасштабные явления до сих пор остаются неисследованными экспериментально, что существенно затрудняет теоретический анализ и моделирование процессов аннигиляции.

Западноевропейский проект "CLUSTER-2" (четыре научных спутника запущены 16 июля и 9 августа 2000 г.) задуман для исследования более масштабных явлений (от 0.1 до 2 радиусов Земли) в околоземном пространстве. Его программа предусматривает измерения прямых следствий аннигиляции магнитного поля, т.е. распространение турбулентности, нагрев и ускорение плазмы, изменение крупномасштабных токов и т.д. Космические проекты "РОИ" и "CLUSTER-2" дополняют друг друга, хотя и различаются по научным задачам и конфигурации.

Для решения описанных задач в проекте "РОИ" будет создана система из основного спутника ("База") и четырех субспутников.

Исследовать вариации нелокальной плотности плазмы планируется в ходе уникального эксперимента – **когерентного радиопросвечивания** на средних волнах 150–1000 кГц по осям "База"–субспутник (**радиотомография**). С базового спутника будут излучаться когерентные волны на частотах 300 и 1000 кГц. Измерения на субспутниках относитель-

ного набега фаз этих волн позволят восстановить пространственное распределение плотности плазмы. Данный метод разработан учеными МГУ и не имеет аналогов в мировой практике исследований магнитосферы (Земля и Вселенная, 1999, № 5).

Телеметрические измерения с субспутников будут ретранслироваться на Землю через спутник "Базу", где хранятся данные измерений всей системы спутников и осуществляется их частичная обработка до передачи на Землю.

В проекте ожидаются следующие результаты: определение спектра масштабов и амплитуд флуктуаций плотности горячей плазмы, магнитного и электрического полей в них, характеристики их движений в области аннигиляции магнитного поля и вблизи нее; основные экспериментальные данные для развития теории аннигиляции магнитного поля в условиях сильной турбулентности, энергетики преобразования магнитного поля в тепловую и кинетическую энергию плазмы; базовые закономерности магнитосферных суббурь и хромосферных вспышек на основе экспериментальных данных о физике процесса аннигиляции и прогресса в теоретическом описании этого явления.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ  
ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Для достижения научных целей проекта предполагается использование

как хорошо известных методов диагностики плазмы, так и новых подходов. Намечено провести спектрометрию горячей и сверхтепловой плазмы по массе, энергии и направлениям движения частиц, измерить магнитные и электрические поля, волновые спектры в широком диапазоне. Планируется выполнить несколько экспериментов по активной диагностике плазмы для периодического сравнения измерений плотности плазмы и магнитного поля независимыми методами. Основное внимание будет уделено **синхронным многоточечным измерениям** параметров горячей разреженной плазмы с высоким разрешением. Поскольку метод радиотомографии при помощи нескольких близко расположенных космических аппаратов является абсолютно новым для исследования магнитосферы, далее он будет рассмотрен более подробно.

С помощью различных **анализаторов (детекторов) плазмы** возможно решение следующих научных задач:

- непрерывные измерения функции распределения ионов и электронов по энергии и направлениям движения с высоким временным разрешением (до ~10 мс) на каждом космическом аппарате;

- исследование стохастического ускорения частиц до высоких энергий относительно их первоначальных значений и образования хвостов в функциях распределения;

- комплексные измерения частиц высоких энергий;

- выявление зависимости спектров и интенсивности частиц от массы и заряда.

Из предыдущих исследований известно, что основные экспериментальные данные о динамике пересоединения магнитных полей в космосе были получены при комбинировании измерений частиц и численного моделирования. Например, по наблюдениям потоков частиц из области пересоединения была зафиксирована характерная **D-образная функция** распределения ионов, часто регистрируемая на дневной магнитопаузе и вблизи каспов. Принимая это во внимание, измерения частиц будут проводиться на каждом космическом аппарате проекта "РОИ".

Не менее важные задачи стоят перед комплексом **волновых экспериментов** проекта:

- трехкомпонентные измерения постоянного магнитного поля с высоким разрешением на каждом космическом аппарате;

- регистрация прохождения альфвеновских волновых фронтов (поперечные магнитогидродинамические волны, распространяющиеся в плазме вдоль силовых линий магнитного поля), ожидаемых при вспышках пересоединения;

- измерение переменных магнитного и электрического полей;

- изучение особенностей в частотных спектрах,

отражающих макрохарактеристики флуктуаций (например, фрактализация);

- активное зондирование окружающей плазмы с помощью сильных коротких периодических электрических импульсов; при этом возбуждается нелинейный отклик плазмы с различными волновыми резонансами. По частотам этих резонансов можно точно определить плазменную частоту и магнитное поле (это обеспечит взаимную калибровку различных экспериментов в течение полета);

- определение нелинейности, вызванной сильной турбулентностью плазмы.

#### МЕТОД РАДИОТОМОГРАФИИ

Одним из важнейших экспериментов в проекте "РОИ" является радиотомографическое просвещение плазмы. Эксперимент предполагает исследование тех элементов магнитосферы, которые играют активную роль в суббурях. Преимущества радиотомографического метода очевидны: локальные измерения, проводимые с одного спутника, содержат информацию о среде в радиусе нескольких метров от него и вдоль силовой линии магнитного поля, на которой он находится. В то же время томография с помощью нескольких КА, лежащих в одной плоскости, позволяет обозреть всю область между ними. Томографические измерения в проекте "РОИ" дадут принципиально новые результаты по сравнению с

традиционными методами измерений. Кроме того, данный метод позволяет избежать систематической погрешности локальных измерений, связанных с возмущениями от присутствия космического аппарата.

Томографический метод восстановления некоторых локальных характеристик среды основан на математической обработке интегралов от этих локальных параметров вдоль линий, пересекающих изучаемую область. Как правило, необходимую информацию можно извлечь из параметров электромагнитного излучения, прошедшего через исследуемую область, – это амплитудное затухание, временная задержка, угол поворота плоскости поляризации, разность фаз двух волн разной частоты. Локальные характеристики плазмы представляют собой электронную концентрацию, магнитное поле и другие физические величины. Выбор определенного параметра среды (электронной концентрации), распределение которого предполагается получить при помощи томографии, определяется физическим механизмом взаимодействия среды (плазмы) с электромагнитным излучением, длиной волны излучения и характерными масштабами неоднородностей распределения. При этом большое значение имеют способ получения интегральных характеристик и набор линий, вдоль которых интегрировались рассчитываемые величины. Для полу-

чения данных для томографической реконструкции параметра обычно используются одним источником электромагнитных волн и несколькими приемниками, движущимися относительно исследуемой области.

Основная цель эксперимента по томографии – **определение спектров вариаций плотности, скоростей и других характеристик мелкомасштабных плазменных образований** в областях активного пересоединения.

Наиболее точным методом реконструкции электронной плотности в области между спутниками системы проекта “РОИ” является фазо-разностный метод, позволяющий получать подробные сведения о распределении электронной плотности. Метод основан на дисперсии радиоволн разных частот в плазме и дал превосходные результаты при изучении неоднородностей электронной плотности ионосферы. Магнитосферные измерения разности фаз двух радиоволн на линии спутник–спутник проводились в одном из экспериментов американского проекта “ISEE”.

При проведении эксперимента требуется измерить как можно больше интегралов электронной плотности вдоль радиолиний спутник–спутник (далее – лучей) в исследуемой области. Там, где лучи многократно пересекаются, можно решать задачу томографической реконструкции распределения электронной плотности.

## ПРИМЕНИМОСТЬ МЕТОДА РАДИОТОМОГРАФИИ

Согласно последним экспериментальным данным и теоретическим оценкам, неоднородности горячей плазмы в ключевых областях магнитосферы близки к размерам ионного ларморовского радиуса (десятки и сотни километров). Плазменные потоки в этих областях имеют скорости от 10 до 200 км/с. Область реконструкции электронной плотности может составлять до 1000 км вдоль линий тока, а поперек линий тока – около 200 км (расстояние между спутниками проекта “РОИ”). Локальная неоднородность плотности плазмы, движущаяся со средней скоростью потока, пройдет сканируемую область за 5–100 с. При таких временных масштабах плазменные структуры могут рассматриваться как стационарные, т.е. мало меняющиеся за время измерения. Каждый элемент структуры последовательно просвечивается каждым из радиосигналов “База”–субспутник под разными углами. Таким образом можно получить многократные пересечения лучей в исследуемой области, используя **все три субспутника**.

Система спутников проекта “РОИ” имеет следующую конфигурацию: все субспутники размещаются вдоль линии тока плазмы, так чтобы угол между лучами с “Базы” и крайними субспутниками составлял не менее 100°. Когда все спутники находятся



*Взаимное расположение на орбите космических аппаратов проекта "РОИ". Три субспутника расположены вдоль нижнего края восстанавливаемой области, а основной спутник "База" – на ее верхнем крае, против среднего субспутника. Линии тока плазмы параллельны оси абсцисс.*

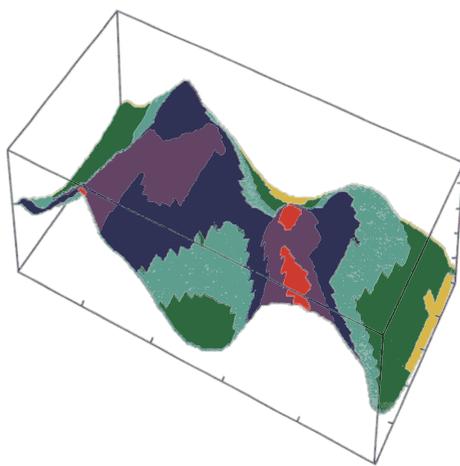
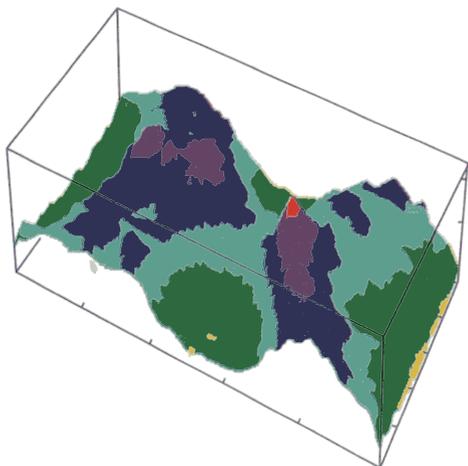
в одной плоскости, с помощью радиотомографии можно восстановить распределение в ней электронной плотности. Баллистические расчеты показали, что существует несколько способов создания стабильной конфигурации, требуемой для томографии. Разработана программа компьютерного моделирования томографического эксперимента. Томографический метод был опробован на всевозможных видах плазменных структур, которые вводились в программу моделирования.

Для получения достаточно больших разностей фаз между сканирующей

и опорной волнами выбраны частоты, соответствующие реальным условиям эксперимента. С одной стороны, чтобы обеспечить набег фазы, частота сканирующей волны должна быть как можно меньше. С другой стороны, линейные интегралы от плотности должны быть как можно больше. Они зависят от расстояния между спутниками и от электронной плотности вдоль лучей, соединяющих спутники. Средняя плотность электронов в исследуемых областях равна  $10 \text{ см}^{-3}$ , плазменная частота – 28 кГц (в некоторых случаях – до 50 кГц). Во избежание по-

глощения плазмой, сканирующая волна должна иметь частоту не ниже 100 кГц. Верхний предел частоты сканирующей волны определяется точностью измерений разности фаз и находится около 300 кГц. Частота опорной волны

*Один из результатов кинетического моделирования, восстановленный в ходе исследования, сильно напоминает "классическую модель" пересоединения, полученную с помощью МГД-моделирования (цвет и высота показывают возрастание плотности плазмы, по горизонтальным осям – расстояние в км). Только группировка близко расположенных спутников может экспериментально подтвердить существование подобной конфигурации в магнитосфере во время пересоединения. Общая форма и абсолютные значения плотности определены довольно точно (плотность нормирована на  $15 \text{ см}^{-3}$ ).*

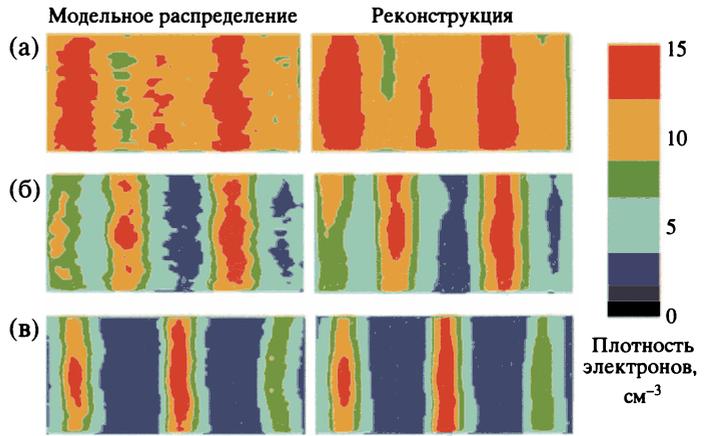


Модель эволюции электронной плотности вблизи границы двух областей с антипараллельными полями (слева) и ее реконструкция (справа). Подобные магнитные конфигурации могут существовать в плазменном слое хвоста магнитосферы или во внешних каспах. Уровень относительных флуктуаций плотности меняется от 10 до 100% (абсолютные значения нормированы на  $15 \text{ см}^{-3}$ ).

можно взять около 1 МГц. Высокой точности измерений разности фаз можно достичь детектированием узкополосных сигналов.

Разрешение томографических реконструкций электронной плотности ограничено диаметром первой зоны Френеля  $D = (Lc/f)^{1/2}$ . При расстояниях между спутниками  $L \sim 300 \text{ км}$  и частоте сканирующей волны  $f_1 = \omega_1/2\pi \sim 100 \text{ кГц}$  разрешение составит примерно 30 км. Такой порог позволит изучить

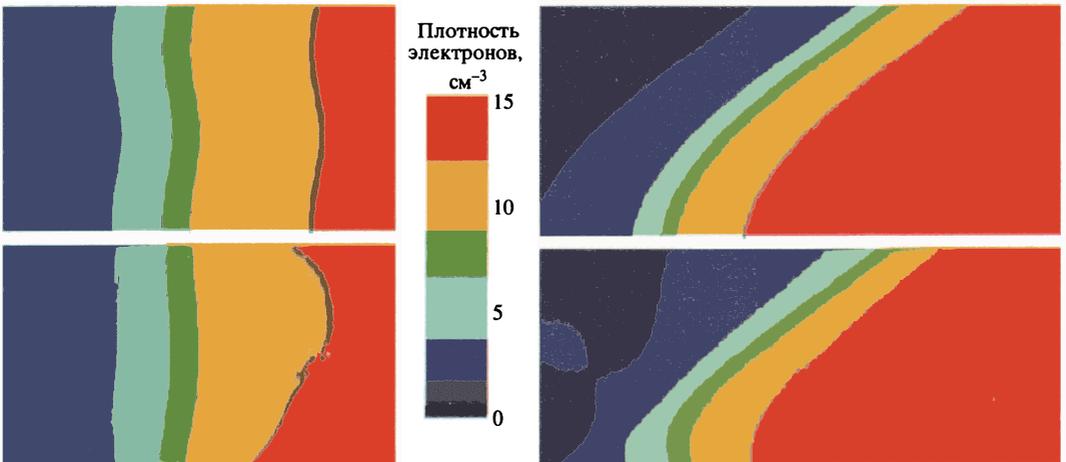
Примеры модельного восстановления скачка плотности на магнитопаузе. Модельное распределение (вверху) и реконструкция (внизу) вертикальной (слева) и наклонной границы плотности плазмы.



многие принципиальные мелкомасштабные процессы, контролирующие динамику пересоединения в каспах и на магнитопаузе. Еще меньшие масштабы будут изучаться с помощью бортовых измерений полей и волн на каждом космическом аппарате проекта "РОИ".

Четвертый субспутник необходим для проведения трехмерных корреляций. В настоящее время рассматриваются различные варианты трехмерной конфигурации группировки с четырьмя субспутниками.

Современные методы реконструкции, которые были использованы для проверки применимости томографии с описанной конфигурацией, нуждались в соответствующей кинетической модели турбулентного распределения электронной плотности. Помимо результатов кинетического моделирования в качестве примеров распределения плотности использованы и некоторые аналитические модели. В их число входили границы двух сред различной толщины и формы и с раз-



ным наклоном; квази-периодические, волокнистые и слоистые структуры. Качество реконструкции этих структур, т.е. величина усредненного квадратичного отклонения, находилось в пределах 20%.

Еще один важный пример градиентов электронной плотности в магнитосфере – граница между областями с различной плотностью. Несмотря на то что спутники регулярно наблюдают магнитопаузу, такие данные, как двумерный разрез магнитопаузы, ее колебания и поверхностные волны, а также связанные с ними возмущения электронной плотности, до сих пор плохо изучены. Применение томографии в комбинации с коррелированными многоточечными измерениями позволит изучить перечисленные явления. Моделирование эксперимента показывает, что в случае реконструкции границы довольно точно передаются как форма, так и толщина области максимальных градиентов.

#### РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТА

Орбита с апогеем 12–15 земных радиусов и наклоном  $62,8^\circ$  представляется оптимальной для множества пересечений ключевых областей магнитосферы спутниковой системой проекта “РОИ”. Для перигея желательна высота около 5000 км, чтобы избежать большой дозы радиации в поясах захваченных высокоэнергичных частиц. Это также позволит провести разне-

сенные измерения характеристик магнитосферной плазмы на больших масштабах и продольных токов над авроральными зонами ускорения вблизи перигея.

Ориентация субспутников перпендикулярна плоскости эклиптики, что обеспечивает им наиболее стабильное положение на орбите. Субспутники должны вращаться вокруг оси со скоростью один оборот за 5 с. Это позволит быстро измерять полную функцию распределения частиц по направлениям их движения. Основной спутник с трехосной стабилизацией будет осуществлять связь с наземным приемным пунктом.

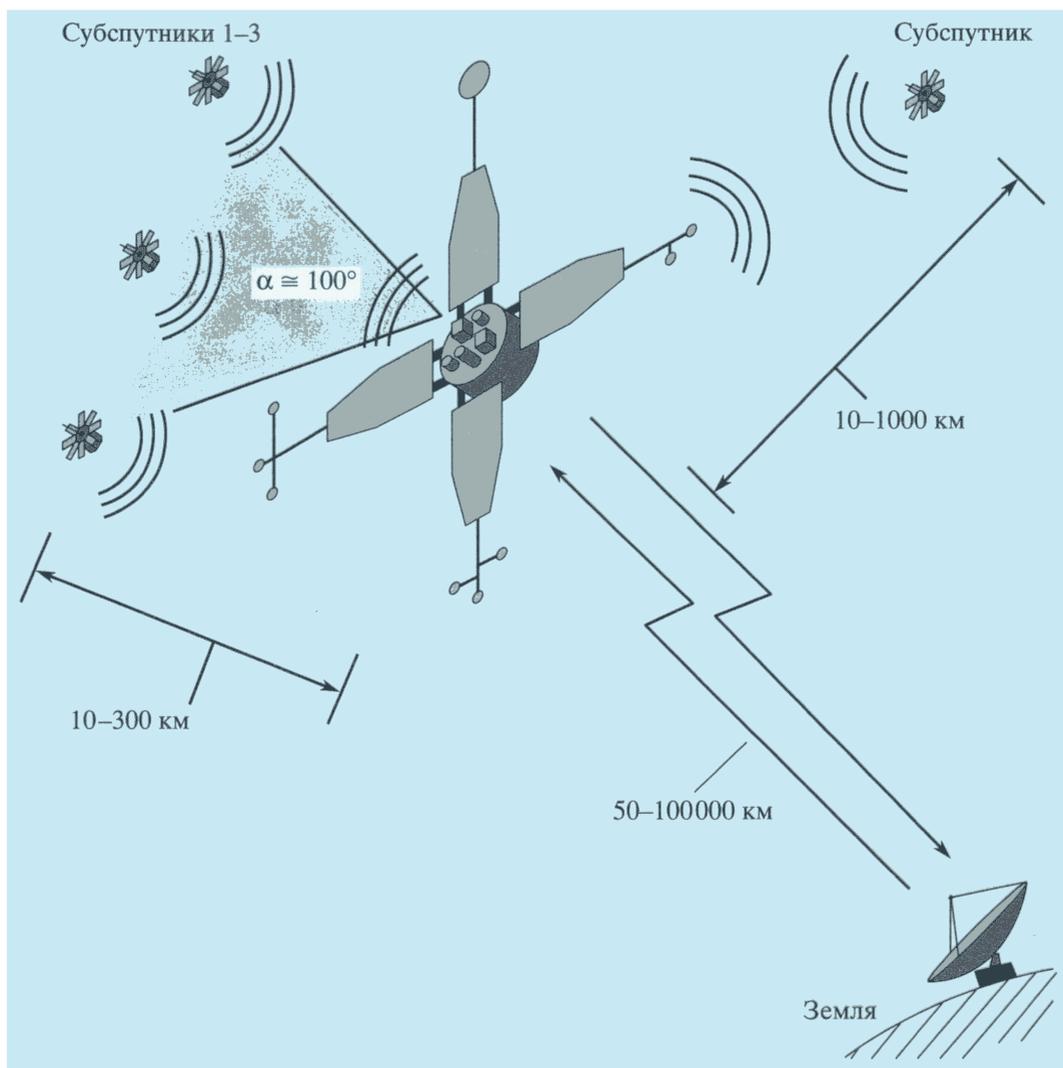
Исходя из опыта предыдущих проектов, минимальный поток информации от комплекса приборов, измеряющих заряженные частицы, оценивается в 2 Мбит/с, а скорость записи/передачи информации от приборов, регистрирующих волны, – в 3–5 Мбит/с. Заметим, что запущенный в 1996 г. американский магнитосферный спутник “FAST” передает информацию со скоростью до 2 Мбит/с и содержит бортовую память в 1 Гбит. Для высокоапогейной системы проекта “РОИ” такие потоки информации, очевидно, нереальны ни технически, ни экономически. Уже сейчас за рубежом затраты на передачу, хранение и обработку данных сравнимы с расходами на создание спутника и его запуск.

Мы предлагаем возможное решение этой назревшей проблемы с учетом

развития бортовой электроники.

В зоне приема наземной станции объединенный поток информации поступит со спутника-“Базы” на наземную станцию в режиме непосредственной передачи. Вне этой зоны все данные запишет бортовое запоминающее устройство спутника-“Базы” емкостью около 10 Гбайт. Бортовая обработка информации с интерактивным отбором и последующим ее сжатием позволит передавать на станцию приема только 10% данных, записанных с высоким разрешением, после выделения наиболее интересных измерений. Предварительная оценка показывает, что информативность радиотракта спутник-“База”–Земля должна быть не менее 2 Мбит/с. Существующие системы позволяют не только достичь, но и превысить эту величину.

Опыт работы со спутником “Интербол-2”, показал, что большинство бортовых научных комплексов имеют свои процессоры и обладают огромным набором режимов работы. Доступных сейчас нескольких сотен 16-битных команд за сеанс связи оказывается недостаточно. Например, близкий по параметрам орбиты шведский спутник “VIKING” (запущен в 1986 г.) имел тракт передачи команд на борт 12 кбит/с, что позволяло эффективно изменять режимы работы бортовых приборов в реальном времени непосредственно исследователями на прием-



Пространственная конфигурация и схема связи спутников в проекте "РОЙ": основной аппарат ("База") и четыре субспутника. Расстояние между "Базой" и субспутниками может меняться в диапазоне 10–300 км. Для расширения диапазона измерений один из субспутников может находиться на расстоянии 600–1000 км от спутника-"Базы". Такие малые расстояния между космическими аппаратами позволят передавать телеметрическую информацию с субспутника на основной аппарат с высокой скоростью, используя ненаправленные антенны. Далее данные будут передаваться со спутника-"Базы" на Землю через направленную антенну. Положение спутников с точностью порядка 1 км определяется с помощью приемников навигационных систем GPS и ГЛОНАСС, установленных на каждом КА.

возможность реализации отдельного канала управления только режимами работы научной аппаратуры на включенном приборе, в то время как команды на служебные системы спутника и канал телеметрии реализуются по стандартной централизованной схеме управления.

При высоте перигея системы "РОЙ" не ниже 5000 км не возникнет необходимости выключать значительную часть приборов при пролете через пояс

ной станции. Поток команд составлял не менее нескольких тысяч за сеанс при необходимости перепрограммирования прибо-

ров или процесса бортовой обработки.

Чтобы снять проблемы при управлении спутниками, рассматривается воз-

радиации, что заметно упрощает управление научной аппаратурой.

#### ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Каждый спутник проекта "РОИ" и установленная на нем научная аппаратура должны удовлетворять требованиям, обеспечивающим точность измерений и их правильную интерпретацию. В первую очередь речь идет об уровне **фоновых полей**, создаваемых самим космическим аппаратом.

Важнейшим элементом электромагнитной чистоты и долговечности КА являются **электромагнитно чистые панели солнечных батарей**, например, использовавшиеся в проектах "ИНТЕРБОЛ" и "МАРС-96". Применение солнечных батарей такого типа в проекте "РОИ" необходимо. Кроме того, надо уделить особое внимание металлизации и эквипотенциализации (отсутствие разности потенциалов на поверхности) корпуса спутника и элементов его конструкции, тщательному предполетному контролю качества эквипотенциализации по методикам, реализованным при подготовке проекта "ИНТЕРБОЛ".

В проекте "РОИ" очень важны измерения параметров магнитного поля, которые необходимы для интерпретации результатов большинства экспериментов проекта. Чтобы обеспечить необходимую точность измерений магнитного поля, КА должен обла-

дать высокой степенью магнитной чистоты: его собственное магнитное поле в месте расположения датчиков магнитометра должно не превышать 0.2 нТл и изменяться со скоростью не более  $10^{-3}$  нТл/с. Такая величина магнитного поля соответствует суммарному дипольному магнитному моменту спутника не более  $250 \text{ Гс} \times \text{см}^3$ , магнитным моментам приборов и элементов конструкции не выше  $0.5 \text{ Гс} \times \text{см}^3/\text{км}$ .

Собственное магнитное поле космического аппарата складывается из постоянных полей магнитных элементов и полей электрических токов. Для их уменьшения приборы и конструкция КА изготавливаются только из немагнитных материалов. В случаях применения ферромагнитных материалов и постоянных магнитов их поле минимизируется компенсационными полями, и лишь при невозможности такой компенсации – путем экранирования. Для уменьшения магнитных полей электрических токов необходимо уменьшить длину проводов, а штанги с магнитометрами должны содержать материалы с минимальными термо-ЭДС и термотокамаи. На всех этапах проектирования и создания КА будет осуществляться **контроль магнитной чистоты** отдельных элементов и измерение их магнитного состояния.

#### ЭТАПЫ ПОДГОТОВКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

Реализация проекта (запуск системы спутни-

ков с помощью одной ракеты-носителя планируется в 2006 г.) предполагает **несколько этапов**:

- разработка научной программы исследований и методических основ эксперимента, анализ уже имеющихся результатов измерений и их интерпретация;

- анализ, обоснование и выбор технических средств и решений для проведения эксперимента, включая характеристики основного КА, субспутников и приборного комплекса, средства передачи и обработки информации, вопросы баллистического обеспечения;

- изучение и отбор предложений по созданию спутникового комплекса, новых бортовых служебных систем и научных приборов;

- разработка, создание, калибровка и испытание комплекса научной аппаратуры (в т.ч. испытания на электромагнитную совместимость) спутника и его служебных систем, комплексные испытания;

- запуск космических аппаратов и настройка всех бортовых систем;

- проведение исследований и выбор оптимальных орбитальных ситуаций для наиболее значимых измерений, координация с другими проектами;

- обработка данных и анализ результатов измерений, составление итогового отчета, публикация научных результатов;

- обеспечение доступа пользователей к результатам обработки инфор-

мации через Центр данных ИКИ РАН.

Задуманная схема проекта "РОИ" – многоспутниковые синхронизированные измерения, оптимальный выбор орбиты, применение новых технологий в области бортовой обработки и передачи данных, разработка уникальных методов исследова-

ний (таких как радио-томография), использование экономичных и эффективных бортовых служебных систем – делает его уникальным по сравнению с уже реализованными и планируемыми проектами, интересным с научной и технологической точек зрения. Проект "РОИ" разра-

батывается при поддержке Министерства науки и технологий РФ.

Авторы выражают благодарность В.Е. Куницыну, И.В. Силину, Й. Бюхнеру, Б. Никутовски, В. Васильяну и Е.Н. Сосновцу за активное участие в подготовке статьи.

---

## Информация

---

### "Урановые часы" отмеряют время звезд

Содержание радиоактивных изотопов в веществе с течением времени уменьшается, темп уменьшения известен. Исходя из их количества в начальный момент, вычисляют, сколько времени прошло с момента формирования объекта. Так определяется возраст в диапазоне от нескольких сотен и тысяч лет (археологические находки) до миллиардов лет (горные породы).

В астрофизике этот метод мог бы дать прямое (независимое от теории эволюции звезд) определение возраста звезд. В природе существуют и радиоактивные изотопы с подходящим (достаточно длительным) темпом распада. Это торий-232 (период полураспада – 14.05 млрд. лет) и уран-238 (период полураспада – 4.47 млрд. лет). К сожалению, этих элементов очень мало во Вселенной. В звездах солнечного типа их содержание ни-

чтожно, поэтому их спектральные линии невозможно выделить на фоне множества линий других элементов.

Лучше обстоит дело при изучении звезд, бедных металлами. В звездах шаровых скоплений "металличность" примерно в 200 раз меньше, чем на Солнце. Недавно американский астроном Т. Бирс из Мичиганского университета (США) с коллегами обнаружили сотни звезд, у которых содержание металлов иной раз в 10 000 раз меньше, чем на Солнце. Все они сформировались в ранние годы существования Млечного Пути на важном, но все еще плохо понятном этапе жизни нашей Галактики.

Бедные металлом звезды очень сильно различаются по содержанию тяжелых элементов – качество, способное помочь при исследованиях начального этапа жизни Галактики. Поэтому астрономы начали программу наблюдения этих объектов с помощью Очень Большого Телескопа и установленного на нем спектрографа УВЭС на Европейской Южной Обсерватории в Чили.

Вскоре была найдена звезда, CS 31082-001 (блеск –  $12^m$ ), с

аномально большим содержанием тяжелых элементов. Так, относительная распространенность элементов группы железа на ней в 800 раз меньше, чем на Солнце. А вот самых тяжелых стабильных элементов оказалось только в 8 раз меньше: 12% от содержания на Солнце. Линии этих элементов в спектре звезды четко выделялись, их не перекрывали линии других металлов. Было найдено 14 линий тория, а также линия урана. Этих двух элементов оказалось относительно меньше (9 и 6% соответственно), чем их соседей по таблице Д.И. Менделеева, что ясно указывало на уменьшение первоначального количества в процессе радиоактивного распада.

Полученные данные позволили вычислить возраст звезды. Наиболее точная оценка получена по линии урана-238 благодаря более быстрому темпу его распада:  $12.5 \pm 1.5$  млрд. лет. Это одновременно и нижняя граница возраста Вселенной – ведь она не может быть старше составляющих ее звезд.

ESO Press Release 02/01,  
7 February 2001

## Вселенная в компьютере

С. Б. ПОПОВ,  
кандидат физико-математических наук  
Государственный астрономический институт  
им. П.К. Штернберга

Компьютеры уже давно стали едва ли не главным инструментом любого астронома. Компьютер нужен для управления телескопами и спутниками, для накопления и обработки полученных на них дан-



ных. Конечно, компьютер необходим теоретику для численного моделирования. О некоторых примерах компьютерных экспериментов – от звезд до сверхскоплений – пойдет речь в этой статье.

### ОТ ТЕЛЕСКОПА ДО КОМПЬЮТЕРА – ОДИН ШАГ

В наше время астронома чаще можно увидеть не у окуляра телескопа, а перед экраном компьютера. И не только теоретика, но и наблюдателя, ведь теперь приемником изображения обычно служит ПЗС-матрица, и астрономы могут следить за изображением не в окуляр, а по монитору.

Использование компьютеров в астрономии, как и в других науках, чрезвычайно разнообразно. Это и

автоматизация наблюдений, и обработка их результатов, и работа с большими каталогами, и небесно-механические расчеты. Не забудем о компьютерных сетях, без которых уже невозможно представить себе современную науку. Даже при написании статей компьютер теперь совершенно необходим. Здесь мы подробнее поговорим о довольно специфическом применении компьютера в астрофизике – **компьютерных экспериментах**.

Компьютерное моделирование самых разных

процессов, от физических до социальных, развивается уже более 50 лет, с первого появления ЭВМ. Часто это связано не столько с большим объемом вычислений, сколько с очень сложным характером исследуемых процессов, которые не поддаются аналитическому описанию. Иногда проще показать, чем рассказать, и дисплей дает такую возможность.

Выделим четыре важных направления численных расчетов в астрофизике: **моделирование спек-**

**тров и кривых блеска небесных объектов, гидродинамическое моделирование, популяционный синтез и расчеты крупномасштабной структуры.** Безусловно, этим все не ограничивается, и данные четыре класса не исчерпывают многообразия численных экспериментов в астрономии, но при описании сложного явления всегда приходится чем-то пренебрегать.

#### НАБЛЮДЕНИЯ НА КОМПЬЮТЕРЕ

Астрономия – необычная наука. Ей, как правило, недоступны непосредственные эксперименты с объектами исследований: звезду не засунешь в пробирку! Все, что мы имеем, – различные виды излучения: в первую очередь – электромагнитное. Кроме него – гравитационное излучение, потоки нейтрино и космических лучей. Астрономы только подсматривают и подслушивают! Им нужно научиться извлекать максимум информации из наблюдений и воспроизводить их в расчетах для проверки гипотез, описывающих эти наблюдения.

Результаты наблюдений (спектры, кривые блеска и т.д.) астрономы пытаются интерпретировать, т.е. выдвигают гипотезы о том, какое физическое тело и при каких условиях может проявлять себя подобным образом. Гипотезы нужно подтвердить расчетами, т.е., используя некоторые предположения и известные физические за-

коны, попытаться воспроизвести результаты как можно точнее. Поэтому моделирование спектров и кривых блеска чрезвычайно важно. Моделируются кривые блеска сверхновых звезд, спектры аккреционных дисков и многое-многое другое (Земля и Вселенная, 1994, № 2). Отметим, например, моделирование спектров нейтронных звезд с учетом тончайших (порядка одного сантиметра!) атмосфер различного химического состава, проводимое Г. Павловым, В. Завлиным и их коллегами из ФТИ им. Иоффе (Санкт-Петербург). Учет многочисленных физических эффектов (к примеру, сильных магнитных и гравитационных полей) позволяет получить спектры, которые совпадают с наблюдаемыми спектрами радиопульсаров и других одиночных нейтронных звезд. Именно положительные результаты таких сравнений позволяют сказать, что мы правильно понимаем природу тех или иных астрофизических объектов.

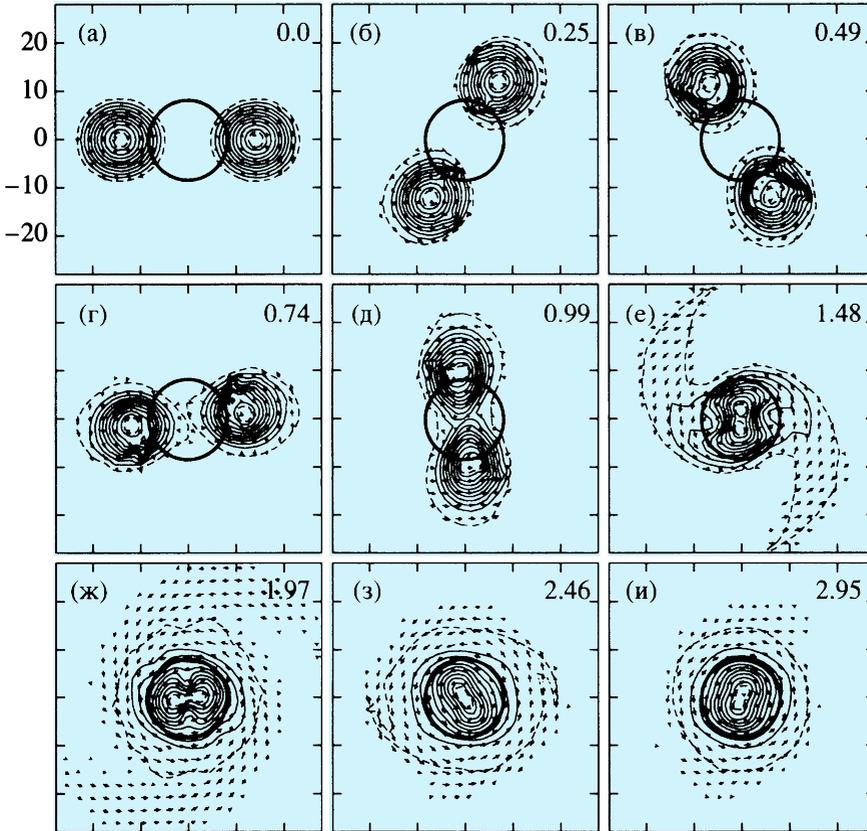
#### БУРЯ В КРИСТАЛЛЕ

Всем известно выражение “буря в стакане воды”. Но буря в природе – мощный и сложный гидродинамический процесс, и для его исследования необходимо привлекать сложные методы численного моделирования. Не случайно одни из самых мощных компьютеров находятся в крупных гидрометеоцентрах. Какие “электронные

бури” разыгрываются в кристаллах процессоров при их работе!

В астрофизике аналогами “бури” можно считать взрывы сверхновых (Земля и Вселенная, 1989, № 2), аккреционные процессы в тесных двойных системах (Земля и Вселенная, 1985, № 6; 1987, № 3; 1999, № 1), формирование звезд и другие явления, сопровождающиеся сложными течениями вещества. Эти проблемы интенсивно изучаются, например, в Институте прикладной математики и Институте теоретической и экспериментальной физики – учреждениях, судя по названиям, совсем не астрономических. Пополним список: джеты в активных ядрах галактик (Земля и Вселенная, 1994, №№ 4, 5), молодых звездах (Земля и Вселенная, 1995, № 1) и тесных двойных системах (Земля и Вселенная, 1994, № 2), разрушения звезд в гравитационном поле сверхмассивной черной дыры, слияния двойных нейтронных звезд и черных дыр.

Последний сюжет имеет отношение к генерации **гравитационных волн** и, по-видимому, к гамма-всплескам (Земля и Вселенная, 1993, № 2). Их природа, несмотря на значительные успехи, достигнутые после наблюдений в различных диапазонах спектра, все еще не ясна. Гравитационные волны были предсказаны общей теорией относительности (Земля и Вселенная, 1988, № 6). Возникают они при вращении несимметрич-



Гидродинамический расчет слияния нейтронных звезд (из работы К. Охара и Т. Накамура, Япония). Контурами показана плотность, стрелками – скорость. Время (в правом верхнем углу квадратов) – в миллисекундах. Окружность – гравитационный радиус черной дыры, равной по массе сумме двух сливающихся объектов.

ных тел, например в двойных звездных системах. Косвенное, но несомненное подтверждение их существования получено при изучении двойного радиопульсара PSR 1913 + 16 (системы из двух нейтронных звезд, одна из которых – пульсар, посылающий периодические радиосигналы). Параметры его орбиты изменяются в точном соответствии с расчетами потерь энергии на излучение гравитационных волн в рамках Общей теории относительности. За открытие первого такого объекта и подтверждение предсказаний общей теории относительности **Халс** и **Тейлор** получили в 1993 г.

Нобелевскую премию по физике.

Для регистрации гравитационных волн строятся несколько детекторов, чуть ли не самых дорогостоящих наземных приборов за всю историю науки. Очевидно, что успешная регистрация слабого сигнала на фоне разнообразных и многочисленных шумов (а именно такая картина ожидается в детекторах гравитационных волн) требует возможно более точного представления о форме искомого сигнала. Поэтому не следует экономить на теоретических исследованиях слияний двойных компактных объектов и других процессов –

вероятных источников гравитационных волн. Создан специальный проект “Grand Challenge” (“Большой Вызов” или “Большая Проблема”) для моделирования слияний черных дыр и нейтронных звезд. Расчеты осложняются необходимостью учета эффектов общей теории относительности. Разные группы исследователей проводят вычисления в некоторых приближениях, более-менее достоверно описывающих реальность. Можно надеяться, что еще до регистрации реального гравитационного сигнала его форма станет достаточно точно известна благодаря компьютерному моделированию.

Галактика в скоплении Скульптора. Молодые, горячие звезды и газовые туманности спиральных рукавов – голубого цвета; холодные, старые звезды – красного. Снимок получен на 3.6-м телескопе Европейской Южной Обсерватории.



## САМОДЕЛЬНЫЕ ЗВЕЗДЫ И ГАЛАКТИКИ

При проведении даже не очень сложных вычислений, но повторяющихся многократно, лучше один раз написать программу, а компьютер уже сам воспроизведет все математические операции нужное число раз (единственное ограничение – быстрое действие компьютера). Так что для расчетов параме-

*М82 – галактика с мощным звездообразованием. Для изучения звездного населения подобных объектов активно используют численные методы.*

тров больших популяций астрономических объектов (звезд, тесных двойных систем, нейтронных звезд и т.п.), где необходимо просчитывать миллионы и миллионы похожих систем, активно используются численные методы. Называется это – **популяционный синтез**.

Одна из сложных проблем – расчет **интеграль-**

**ных спектров галактик**. Для далеких систем мы можем получить только спектр галактики в целом. Чтобы осмыслить полученные данные, необходимо промоделировать современный звездный состав галактики, понять историю звездообразования в ней, определить основные параметры популяций звезд: начальную



M1 M <sub>☉</sub>		M2 M <sub>☉</sub>	A R <sub>☉</sub>	T млн. лет
12.00		9.00	600.00	0.00
11.58		8.85	616.70	16.42
11.31		8.84	625.50	18.06
3.24	WR	9.43	32.28	18.07
2.92	WR	9.42	33.14	18.51
				18.51
				18.51
10.85	TZ			18.51
10.85	BH			18.61

Расчет эволюции тесной двойной системы из звезд 12 M<sub>☉</sub> и 9 M<sub>☉</sub>. Вычисления проведены с помощью программы "Машина Сценариев", разработанной в отделе Релятивистской астрофизики ГАИШ МГУ под руководством профессора В.М. Липунова (сайт в Интернете <http://xray.sai.msu.ru>).

ния. Наблюдения показывают, что около 7 млн. лет назад вспышка звездообразования произошла в центральной области нашей Галактики. Оценить возраст и другие параметры этой вспышки удалось именно при комплексном подходе, с точки зрения эволюции одиночных звезд и эволюции тесных двойных (Земля и Вселенная, 1995, № 5).

**Нейтронные звезды** наблюдаются как радиопульсары, рентгеновские источники в тесных двойных системах и, в последнее время, как одиночные остывающие и аккрецирующие объекты. Количество известных источников этого типа постоянно увеличивается благодаря вводу в строй все более совершенной аппаратуры. В последние несколько лет количество известных радиопульсаров возросло до 1500, растет и число наблюдаемых рентгеновских источников с нейтронными звездами.

Всего в Галактике должно быть порядка 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> нейтронных звезд. Это следует, например, из расчетов химической эволюции Галактики. Ясно, что судить обо всей популяции только по радиопульсарам нельзя (их полное число в Галактике не пре-

функцию масс, химический состав и т.д. (Земля и Вселенная, 2000, № 3). И все же случается, что, восстанавливая по спектру галактики ее звездный состав, группы исследователей получают весьма различающиеся картины. Иногда результаты, полученные при рассмотрении только одиночных звезд, вступают в противоречие с результатами расчета при учете кратности звезд. Необходим комплексный подход к проблеме, учитывающий и двойные, и одиночные звезды.

Особенно интересны и актуальны сейчас расчеты галактик с мощными вспышками звездообразования. В таких системах много молодых массивных звезд большой светимости, там высок темп появления сверхновых, поэтому в областях недавнего (несколько миллионов лет) бурного звездообразования должно быть много тесных двойных систем с компактными объектами. Все это делает области звездообразования очень интересными для изуче-

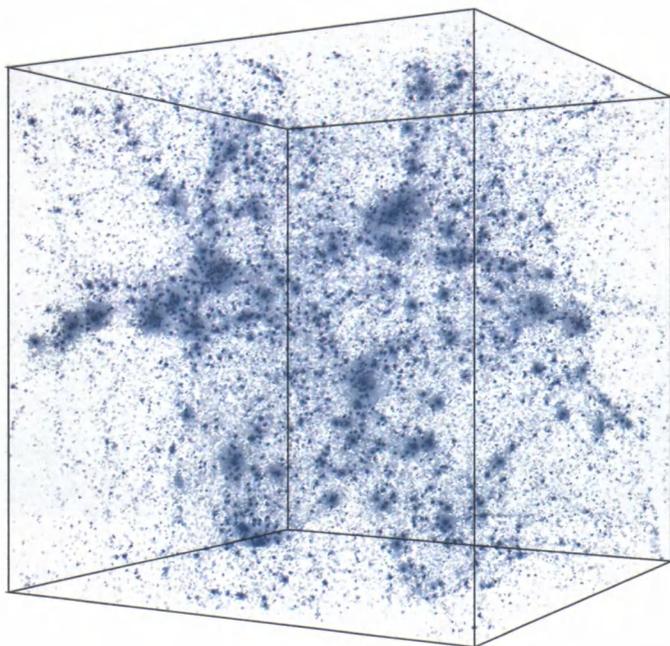
*Пространственное распределение скоплений галактик по результатам компьютерного моделирования (крупномасштабная структура).*

восходит 100 000). Более того, возможно не все нейтронные звезды проходят через эту стадию, рождаясь или с очень большим магнитным полем (магнетары), либо, наоборот, с очень маленьким полем, или с большим (порядка нескольких секунд) периодом вращения (Земля и Вселенная, 2000, № 2). Так что при моделировании популяции в целом нужно принимать во внимание разнообразие начальных параметров и эволюцию нейтронных звезд.

Благодаря такому подходу удастся объяснить малое число одиночных аккрецирующих нейтронных звезд, наблюдаемых рентгеновским спутником РОСАТ, а также наложить некоторые ограничения на модели распада магнитного поля нейтронных звезд. По-видимому, существенный распад до значений, типичных для миллисекундных пульсаров, невозможен у одиночных нейтронных звезд, т.е. мощная аккреция в тесных двойных системах существенным образом влияет на распад магнитного поля.

#### КОМПЬЮТЕРНАЯ ВСЕЛЕННАЯ

В настоящее время мы можем непосредственно наблюдать галактики и квазары до красного смещения  $z \approx 6$ . Напомним, что



космологическое красное смещение в спектрах галактик возникает из-за "разбегания" галактик вследствие расширения Вселенной. Чем больше красное смещение, тем дальше находится от нас галактика в пространстве и во времени. Реликтовое излучение дает информацию о процессах при  $z = 1400-1500$ . Данные по нуклеосинтезу (образование химических элементов) свидетельствуют о первых минутах жизни Вселенной.

Еще один большой пласт информации связан с **крупномасштабной структурой Вселенной**. Измерения флуктуаций реликтового фона позволяют делать выводы о начальных неоднородностях Вселенной, из которых потом и образуются строительные блоки галактик. Переход от известных неоднородностей при  $z > 1000$  к изве-

стой структуре при  $z < 5$  представляет большой интерес. Сейчас именно расчеты распределения галактик и их скоплений в больших масштабах  $\approx 100$  Мпк) позволяют судить о работоспособности космологических моделей.

Основные параметры космологических моделей – средняя плотность Вселенной (чаще используется ее отношение к критической плотности), вид темной материи (горячая, холодная или некоторая их смесь) и наличие  $\Lambda$ -члена. Последний характеризует плотность энергии вакуума. Соответствие компьютерной Вселенной (крупномасштабная структура, темп расширения и т.д.) наблюдательным данным позволит сделать выбор между различными значениями параметров. Например, недавнее открытие ускорения в расши-



*Результаты расчета крупномасштабной структуры (из работ А. Кравцова, А. Клыпина и А. Хохлова). Показан элемент структуры на момент, соответствующий  $z = 0.99$  (т.е. такой мы можем видеть крупномасштабную структуру на больших расстояниях, когда она была намного моложе).*

рении Вселенной (по наблюдениям далеких сверхновых) дало доказательство значимости  $\Lambda$ -члена. Его вклад в среднюю плотность Вселенной оценивается в 0.6–0.7. На долю темного вещества (причем в основном холодного) остается 0.3–0.4 от средней плотности. Отметим, что проводившиеся ранее расчеты формирования крупномасштабной структуры уже говорили в пользу существенного вклада  $\Lambda$ -члена в динамику Вселенной, и наблюдения космологических сверхновых лишь подтвердили ожидания ученых.

Космологические расчеты, начатые в 70-х гг., ведут многочисленные группы исследователей в разных странах мира. За это время совершенствовались компьютеры, улучшались математические методы, появлялись новые наблюдательные данные, особо важные для постановки начальных условий и проверки расчетов. В итоге совсем было утвердившийся

взгляд на Вселенную как на однородную и бесструктурную (в масштабах свыше нескольких мегапарсеков) пришлось полностью пересмотреть. Сейчас мы знаем, что **структуры существуют вплоть до размеров порядка 100 Мпк**, и только в больших масштабах Вселенная однородна. Моделирование образования таких структур – одна из интереснейших задач в современной астрофизике.

В первых работах рассматривалось только гравитационное взаимодействие небольшого числа (300–700) частиц. Сейчас используется до  $10^7$ – $10^8$  частиц, и в расчеты включена гидродинамика. Вычисления доведены до формирования отдельных галактик и учета влияния звезд (взрывов сверхновых) на динамику задачи. Показано, что **барионная часть темной материи находится в газообразном состоянии**, а не в виде компактных звездных остатков или коричневых

карликов. В работах по моделированию формирования крупномасштабной структуры удалось “победить и уничтожить” модель горячей темной материи, т.к. она не давала в расчетах достаточно большого числа объектов с большим красным смещением. По многим причинам модели, в которых темная материя предполагается смесью из примерно равных горячей и холодной составляющих, пришлось отбросить. Пока всем наблюдательным данным лучше всего соответствует космологическая модель, в которой скрытая масса представлена холодной материей, а вклад  $\Lambda$ -члена в среднюю плотность весьма существен.

Для проведения компьютерных экспериментов в различных областях науки в США создана национальная информационная инфраструктура. Предполагается создание мощных суперкомпьютеров, развитие компьютерных сетей и создание новых методов обработки данных и вычислений. Космологическая часть программы – одна из наиболее важных, от ее успеха во многом зависит судьба программы в целом.

Космологические расчеты предполагается про-

водить в трех измерениях в кубе со стороной 1 млрд. св. лет. В этой области сосредоточена масса около  $10^{18} M_{\odot}$ . Более 99% массы составляет темная материя. Чтобы галактика типа нашей была представлена в модели хотя бы  $10^3$  частицами, а карликовая галактика – одной, при расчетах необходимо оперировать с  $10^9$  частицами, каждая массой  $10^9 M_{\odot}$ . Для таких вычислений потребуется около 100 Гб оперативной памяти и 1–2 Тб дискового пространства, что в тысячу раз превосходит параметры типичного настольного компьютера. Скорость считывания информации с диска должна быть порядка 0.27–0.55 Гб/с. Это превосходит возможности существующих вычислительных машин. Предполагается, что в инфраструктуре будут использованы суперкомпьютеры нового поколения с числом процессоров более тысячи.

Полномасштабные работы по космологической программе начнутся в 2002 г. Это позволит, вместе с получением новых наблюдательных данных, существенно продвинуть-

ся в понимании важнейших космологических вопросов.

Компьютерная космология сейчас, к сожалению, почти не развивается в нашей стране. В свое время группа академика Я.Б. Зельдовича проводила исследования высочайшего уровня. Но сейчас почти все наши специалисты в этой области работают за рубежом. Так что приходится наблюдать со стороны, как астрономы постигают Вселенную. Судя по всему компьютеры ранга применяемых в информационной инфраструктуре США у нас появятся не скоро, так что эта прискорбная ситуация может продлиться довольно долго. Пока единственным выходом является активное сотрудничество с крупными мировыми научными центрами, обладающими мощными вычислительными средствами.

АСТРОНОМЫ ИЗ  
СИЛИКОНОВОЙ ДОЛИНЫ

Сейчас профессии, связанные с компьютерами, – одни из самых популярных среди молодежи. Многие выпускники астрономиче-

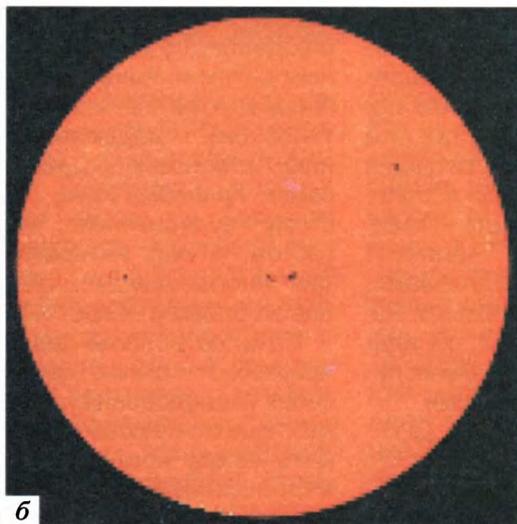
ских отделений становятся программистами (астрономы получают хорошее физико-математическое образование, включающее отличное знание компьютеров), и, наоборот, в астрономию приходят математики и программисты. Их привлекает обилие интереснейших приложений компьютерных методов в астрономии вообще и в астрофизике – особенно. Сейчас нужны специалисты по обработке рядов наблюдений и изображений, по автоматизации наблюдений, по компьютерным сетям и, конечно же, специалисты по математическому моделированию. Астрономия – одна из самых красивых наук, поэтому неудивительно, что работа в ней интересна для многих профессионалов из близких областей.

Сами астрономы давно применяют компьютеры в своих исследованиях. Все, кто еще пытаются выбирать между компьютером и телескопом, могут отбросить сомнения: астрономия дает возможность реализовать любые устремления, и от телескопа до компьютера – всего один шаг.

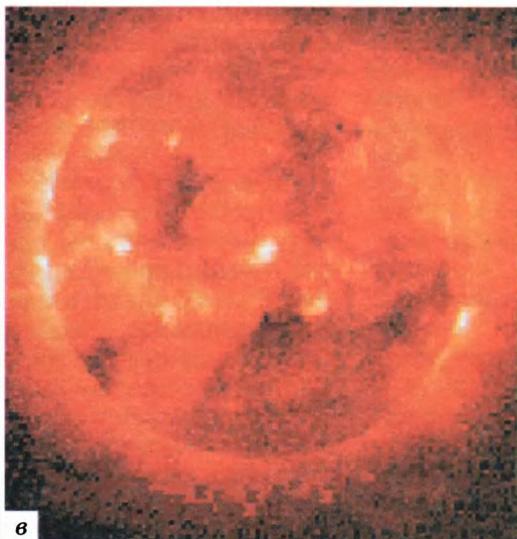
### Солнце в феврале–марте 2001 г.



а



б



в

В феврале 2001 г. пятнообразовательная активность Солнца была на среднем уровне для циклов средней величины. Наибольшее значение ежедневного числа пятен отмечено 09.02 (114), а наименьшее – 24.02 (48). Больших групп пятен, значимых солнечных событий и магнитных бурь в этом месяце не зафиксировано.

В марте пятнообразовательная активность продолжала держаться на том же уровне вплоть до начала третьей декады, когда на Солнце **резко увеличилось число небольших групп пятен**. 22 марта из-за восточного лимба (края) Солнца в северном полушарии появилась большая группа пятен. К 29.03 площадь пятен достигла рекордной величины для текущего цикла солнечной активности: 2440 миллионов долей полушарья, почти **в 15 раз больше поверхности нашей планеты**. Вследствие такого бурного процесса резко повысилась вспышечная активность. 29 марта в данной области произошла большая солнечная вспышка (балл X1.7), сопровождавшаяся мощным выбросом коронального вещества. Плазменный выброс от этого события достиг околоземного космического пространства в начале 31.03 и вызвал очень большую магнитную бурю – вторую по величине в текущем солнечном цикле. 2 апреля, когда эта гигантская группа пятен находилась вблизи западного лимба Солнца, в течение десяти часов произошли еще три большие солнечные вспышки, причем последняя стала **самой мощной в 23-м цикле** солнечной активности. Мощность подобных вспышек непосредственно измерить невозможно. Она определяется по времени отключения приборов из-за насыщения, наступающего, если поток мягкого рентгеновского излучения превысит  $12.5 \times 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$  ( $X > 12.5$ ). Расчетный балл данной вспышки – X17.1. В последней декаде апреля

Вид Солнца: а) в водородной линии  $H\alpha$  ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ), б) в белом свете, в) в диапазоне мягких рентгеновских лучей. Снимки получены со спутника "SOHO" 19.02.2001 г.

Вид Солнца: а) в водородной линии  $H\alpha$  ( $\lambda = 6563 \text{ \AA}$ ), б) в белом свете, в) в линии ионизованного железа. Снимки получены со спутника "SOHO" 26.03.2001 г. Слева (восток) в верхней части диска можно видеть большую мартовскую группу пятен.

произошло несколько очень больших магнитных бурь.

Солнечная активность в феврале 2001 г. продолжала плавно понижаться. Значение относительного числа солнечных пятен для февраля:  $W_{\text{фев}} = 80.1$ . Сглаженные за тринадцать месяцев числа Вольфа также понемногу уменьшались, подтверждая, что апрельское значение  $W^* = 120.7$  – точка максимума 23-го цикла солнечной активности. Но в марте относительное число солнечных пятен существенно увеличилось: до  $W_{\text{март}} = 114.2$ . Наименьшее ежедневное значение относительного числа пятен отмечено 17.03 (51), а наибольшее – 28.03 (258).

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно узнать в ИНТЕРНЕТе:

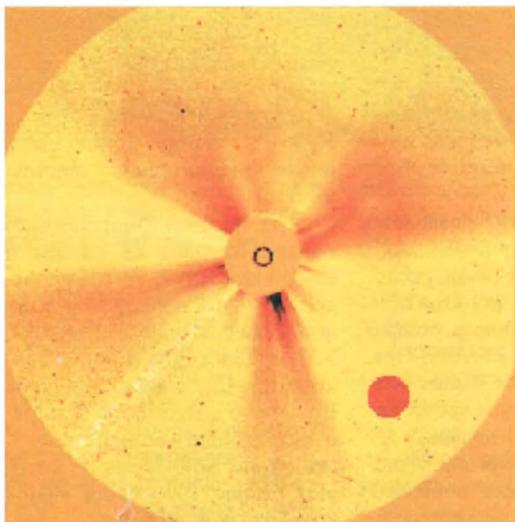
<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>.

Страница обновляется каждый понедельник.

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

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

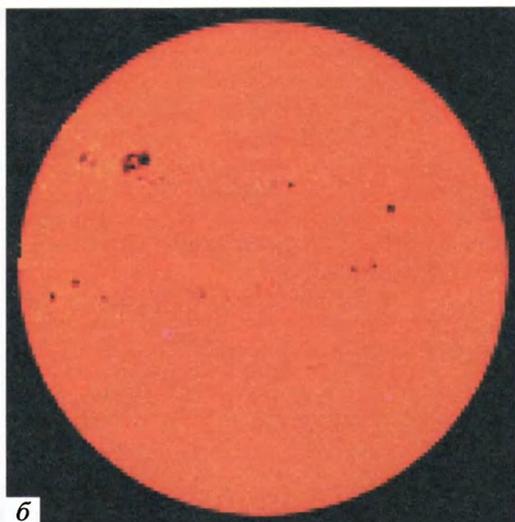
Выброс коронального вещества (транзиент) после выброса солнечного волокна 16.03.2001 г. Снимок получен со спутника "SOHO".



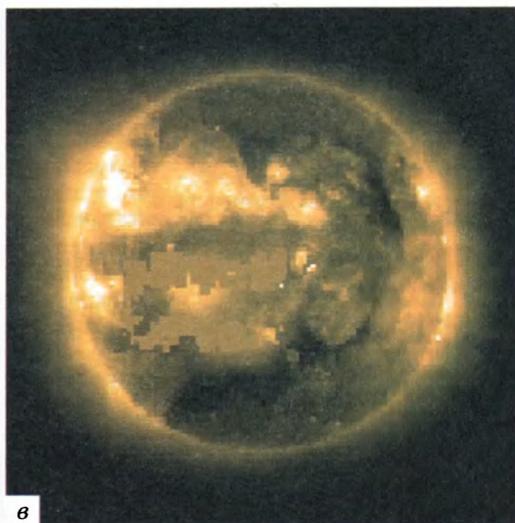
Источник иллюстраций – страницы Службы Солнца в сети ИНТЕРНЕТ ([www.sec.noaa.gov](http://www.sec.noaa.gov)).



а



б



в

---

## Информация

---

### Драгоценный камень меча Ориона

В созвездии Ориона находится ближайший и наиболее активный из звездных “родильных домов”. В последние 10 млн. лет – очень короткий промежуток времени по астрономическим масштабам – здесь сформировались десятки тысяч звезд. В переводе на шкалу человеческой жизни: звездам из Ориона – один месяц, а Солнцу – 40 лет.

К югу от пояса Ориона на его “мече” расположена жемчужина неба – великолепная туманность Ориона, достаточно яркая, чтобы быть видимой невооруженным глазом. Это комплекс газа и пыли размером в несколько десятков световых лет. В небольшой телескоп видно, что туманность освещается несколькими массивными

горячими звездами, входящими в кратную систему Трапедии.

Но там есть нечто, спрятанное от случайного наблюдателя. Это Скопление Трапедии – группа из более 1000 молодых звезд возрастом около миллиона лет, сконцентрированных на пространстве с поперечником меньшим, чем расстояние от Солнца до соседних звезд. Группа астрономов, возглавляемая Марком Мак-Когреаном (Германия), получила впечатляющие снимки этой области в инфракрасных лучах с помощью прибора ISAAC, установленного на Очень Большом Телескопе Европейской Южной Обсерватории.

Выявлено множество красных объектов, спрятанных в облаке, – членов звездного скопления. На снимках заметны мощные потоки материи, истекающие от очень молодых объектов на скорости до 200 км/с и создающие на пути ударные волны. Хорошо видны пылевые диски, проектирующиеся на яркий фон диффузной туманности. Среди них – диск Орион 114-426,

в 30 раз больший, чем Солнечная система, с признаками формирования собственной протопланетной системы.

Предметом дискуссии остаются очень тусклые объекты, размещенные среди ярких звезд скопления. Недавно астрономы, работавшие на других телескопах, объявили их “свободно плавающими” планетами (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Мак-Когреан относится к этому скептически. Он считает равновероятными другие объяснения. Например, они могут быть объектами типа коричневых карликов из предыдущего поколения звезд Ориона. И даже если подтвердится, что это действительно самостоятельные объекты очень малых масс, вряд ли можно называть их планетами. Планеты – это небесные тела, обращающиеся вокруг звезд. Может, все-таки лучше называть подобные объекты маломассивными коричневыми карликами.

ESO Press Photos 03a-d/01,  
17 January 2001

*В.Н. ИШКОВ  
ИЗМИРАН*

---

## Информация

---

### Темные облака раскрывают секреты

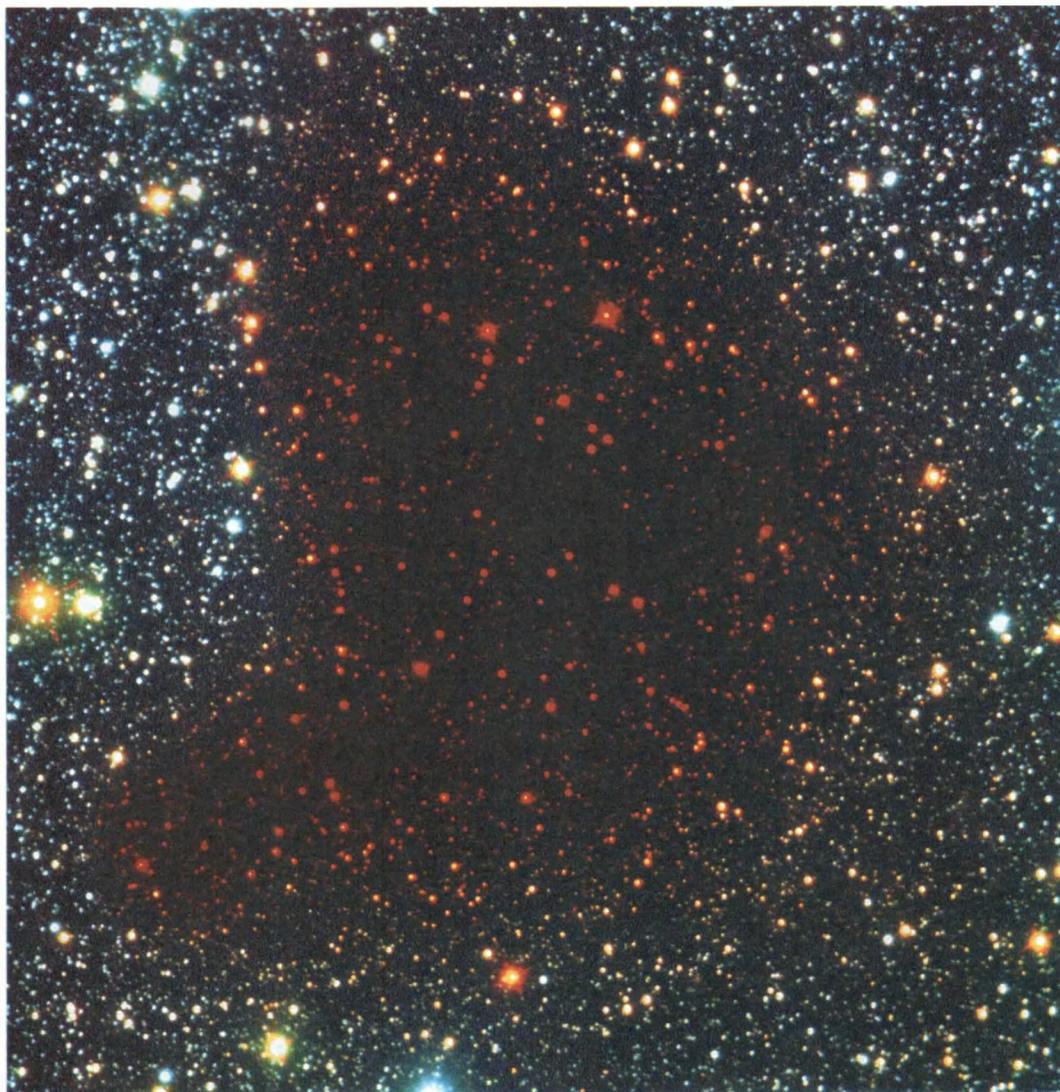
Известно, что звезды рождаются при сжатии газопылевых облаков. Такие облака почти непрозрачны, поэтому начальные этапы зарождения звезд считались “недостающим звеном” в картине формирования звезд. Для лучшего понимания происхождения звезд и

планетных систем необходимо знать физические условия в холодных глубинах темных облаков.

Новая техника позволила выявить структуру близких облаков, изучая свет звезд, расположенных позади них. При прохождении света сквозь облако он поглощается и рассеивается. Эффект зависит от длины волны. Поэтому звезды фона кажутся краснее, чем на самом деле. Измеряя степень покраснения звезд, видимых в разных участках облака, можно составить карту распределения пыли в нем. Но даже небольшие облака настолько непрозрачны, что очень мало звезд фона видны

через них. Здесь могут помочь только большие телескопы и очень чувствительные инструменты.

При исследовании темного облака Барнард 68 (Земля и Вселенная, 1999, № 6), проведенного на Европейской Южной Обсерватории с помощью 3.58-м Телескопа Новых Технологий (Ла Силья) и Очень Большого Телескопа (Параналь), изучено в общей сложности около 3700 звезд, из которых свыше 1000 были видны только в инфракрасных лучах. Результаты измерений цвета звезд позволили оценить поглощение света на 1000 отдельных участках облака. Была состав-



лена трехмерная модель распределения пыли в нем и определены параметры облака.

В68 – одно из ближайших к нам темных облаков, его расстояние  $\approx 410$  св. лет. Находится в созвездии Змееносца. Размер – около 12 500 а.е., что соответствует размеру кометного облака Оорта Солнечной системы. Температура – 16 К. Давление на границе облака – 0.0025 нПа, что в 10 раз больше, чем в межзвездной среде. Масса – около  $2 M_{\odot}$ .

Распределение плотности соответствует модели равнове-

сия силы тяготения к центру и газового давления. Но подобное состояние не может длиться долго. Облако находится на стадии, предшествующей коллапсу.

Считается, что Барнард 68, как и соседние темные облака, – немногие остатки некогда большого газопылевого облака, рассеянного под действием ультрафиолетового излучения и звездных ветров от горячих массивных звезд.

---

*Барнард 68 – темное облако, газопылевая туманность. Композиция из трех изображений, полученных на Европейской Южной Обсерватории в видимом ( $\lambda = 0.44 \mu\text{m}$ ) и близком инфракрасном ( $\lambda = 0.85 \mu\text{m}$ ) свете с помощью 8.2-м зеркала "Анту" Очень Большого Телескопа и установленного на нем прибора ФОРС-1, а также с помощью 3.58-м Телескопа Новых Технологий и прибора SOFI в инфракрасных лучах ( $\lambda = 2.16 \mu\text{m}$ ).*

ESO Press Release 01/01,  
10 January 2000

## “Средиземное море” Северной Европы под угрозой

**Более 100 лет продолжается загрязнение, а по сути – отравление Балтийского моря, северного “средиземного моря” Европы. Наблюдение за акваторией Балтики велось давно. Но только в последнем десятилетии века в результате многочисленных исследований морской среды, включая мониторинговые, выявлен полный круг проблем, связанных с неблагоприятным состоянием окружающей среды.**

### МИР БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

Балтийский бассейн охватывает территорию 12 экономически развитых государств, 9 из которых непосредственно примыкают к морскому побережью. В них проживает 80–85 млн. человек, в т.ч. непосредственно на побережье – 15 млн.

Каждая из стран Балтийского региона вносит определенный “вклад” в экологическое состояние акватории. Ведь Балтийское море – “большая лужа”, мелководный внутренний водоем со средней

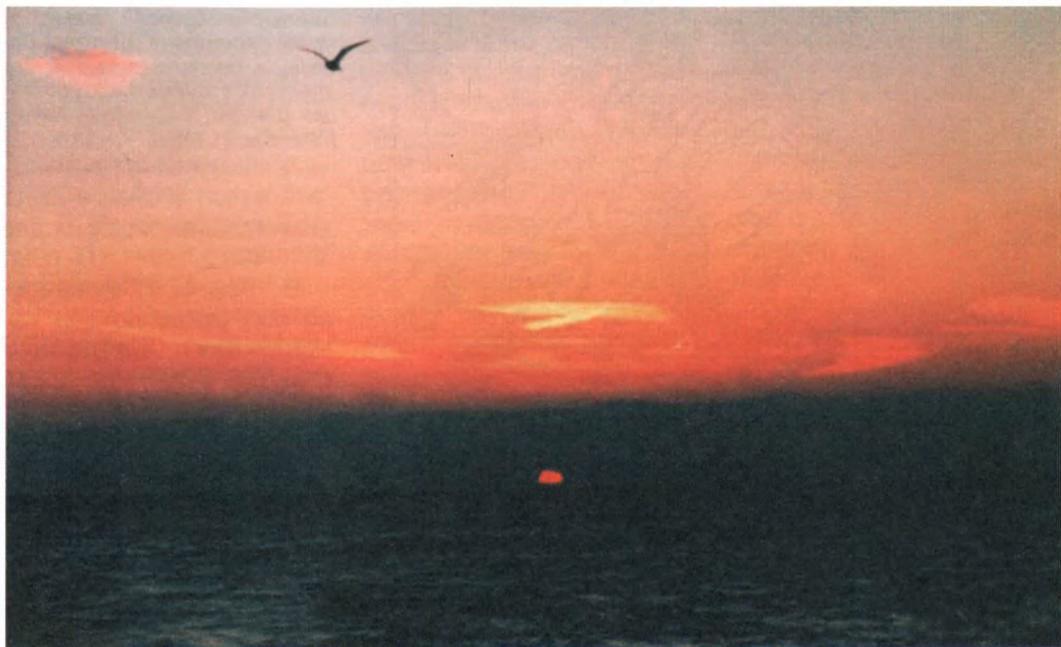
глубиной всего 50 м. Его объем пополняется атмосферными осадками и стоком, потери через испарение незначительны. Излишки пресной воды постоянно вытекают в Северное море, а в ответ Балтика “получает” соленые придонные воды Атлантики, которые постепенно заполняют глубокие участки моря. Полный обмен воды в Балтийском море происходит в среднем за 20–25 лет. Следовательно, экологическое состояние моря во многом определяется условиями, складывающимися на окружающих территориях.

Как и другим “средиземным морям”, Балтийскому трудно устоять против техногенных воздействий. В XX в. интенсивная деятельность человека привела к возникновению в морской среде процессов, аналогичных природным, но более значительных по масштабам проявления. К ним относится ускоренное обогащение воды органикой (эвтрофикация) и ослабленное насыщение ее кислородом. Вызвано это проникновением в прибреж-

ные воды чуждых ей химических веществ с содержанием главным образом азота и фосфора. Среднестатистический фермер в странах Европейского Союза вносит на каждый гектар сельскохозяйственных угодий в год около 250 кг азота, фосфора и калия.

Море вбирает в себя органики больше, чем может “переварить”. Питательные вещества вызывают усиленный рост водорослей, которые оседают на дне моря. Это приводит к уменьшению содержания кислорода и гибели морской фауны: рыб и придонных организмов. В последние годы у западного побережья Швеции и Дании наблюдается особенно энергичное распространение водорослей. Другой источник поступления соединений азота в поверхностные воды связан с атмосферными осадками, в странах Северной Европы с интенсивными кислотными дождями (Земля и Вселенная, 1989, № 3).

В последние десятилетия у южных берегов Балтики формируются зоны загрязнения шириной до



*Балтийское море – второе (северное) “средиземное море” Европы. Фото Е. Ивановой.*

нескольких километров. Они весьма негативно сказываются на состоянии ресурсов Балтики. Это в первую очередь отражается на рыбном промысле. Чрезмерная эксплуатация природных ресурсов моря разрушает места обитания морских животных. Балтийская водная фауна, состоящая из морских и пресноводных организмов, среди которых сохранились реликтовые популяции, очень чувствительна к любым изменениям среды обитания. Увеличивается тепловая нагрузка на море, чему способствуют выбросы с АЭС. А при повышении температуры воды усиливается рост водорослей и сокращаются рыбные запасы.

Безусловно, существенно нарушает экологическое

равновесие и судоходство. На Балтику, которая составляет 0.1% водной поверхности Земли, приходится около 10% объема мировых морских перевозок. Пути караванов судов пролегают преимущественно между крупными портами и промышленными центрами, где экологическая обстановка и без того напряженная. В структуре морских перевозок значительное место принадлежит опасным в экологическом отношении грузам – нефти и нефтепродуктам, минеральным удобрениям, ядовитым и взрывоопасным веществам.

#### РЕЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ

Около 80% загрязнения всех морей приходится на береговые источники, главный из которых – впадающие в моря реки. В Балтику вливают свои

воды около 200 сравнительно крупных рек, и с ними поступает в десятки раз больше посторонних веществ, чем в Норвежское, Баренцево и Белое моря.

Прибрежные воды Балтийского моря засорены сбросами лесопромышленных комбинатов, в которых содержатся синтетические органические соединения, болезнетворные бактерии, нефть, всевозможный мусор.

Значительно присутствие тяжелых металлов у берегов Финского залива. А в донных осадках Невской губы в 2–10 раз больше тяжелых металлов и фосфора, чем в открытой части Финского залива. Недавно воздвигнутая дамба делает процесс управляемым: большая часть отходов не проникает в Финский залив.

С 1985 г. по 1995 г. сброс различных загрязняющих веществ в Бал-

*Балтийский бассейн, охватывающий территории 12 стран Европы и расположенные в его пределах атомные электростанции Швеции, Финляндии, Литвы и России.*

#### ХИМИЧЕСКАЯ УГРОЗА НА ДНЕ

В 1946–47 гг. проведен под руководством командующего Балтийским флотом СССР адмирала В.Ф. Трибуца сверхсекретная операция по уничтожению германского химического оружия. Тем самым были выполнены обязательства, принятые странами-победительницами во второй мировой войне. Начиненные отравляющими веществами боеприпасы, предназначенные для захоронения, отправлены на дно россыпью вблизи порта Лиепая (Латвия) и острова Барнхольм (Дания). Около полусотни старых судов западные участники антигитлеровской коалиции собрали в портах Европы, загрузили их контейнерами со снарядами, забетонировали и вывели в море. Буксировка наполненных смертоносным грузом старых посудин на большое расстояние исключалась, поэтому их пустили на дно здесь же, на выходе из Балтики, в связывающем Балтику с Северным морем проливе Скагеннак.

По данным журнала "Химическая экология" (1998, № 1), США и Великобритания в 1946–47 гг. опустили на дно Балтики (в проливах Скагеннак, Каттеллаг, Лилл Белт в районе шведского порта Люсечиль) около 268 тыс. т отравляющих



тийское море сократился. Это объясняется усилением контроля за движением синтетических мощных средств и снижением поступления минеральных удобрений в стоки с сельскохозяйственных угодий. Но смыв с полей синтетических веществ остается значительным. Например, с территории Финляндии с сельскохозяйственным стоком в Балтийское море поступает от 20 до 40 тыс. т азота и 2–4 тыс. т фосфора.

Несмотря на международное сотрудничество и усилия европейских стран, существует ряд трудностей, связанных с невозможностью предотвращения загрязнения прибреж-

ной зоны. Очень многие сохранившиеся прибрежные экосистемы Европы, имеющие важное экологическое значение, не обладают статусом природоохранных территорий. Значительная их часть находится под угрозой исчезновения. Почти треть прибрежных дюн балтийского побережья практически уничтожена.

Индустриализованное общество выбрасывает в море много новых веществ, о воздействии которых на природу экологами почти ничего не известно. Балтику еще могут ожидать неприятные сюрпризы. Один из них затаился на дне моря.

веществ. Помимо германских, были захоронены и яды советского производства. Всего в 1946–72 гг. затоплено близ о. Барнхольм, в Готландской впадине, в районе порта Лиепая и на меридиане Таллина 312 тыс. т отравляющих веществ.

На дне Балтийского моря оказались десятки тысяч тонн химического оружия, содержащего иприт, люизит, фосген и другие отравляющие вещества. Наибольшую опасность для Балтийского региона представляют те, что включают иприт – сильнейший мутаген, способный изменить генетический код живых организмов и вызвать мутации уже в 4–5-м поколении. Для нарушения генетического кода человека достаточно одной молекулы иприта, “отловить” которую приборами практически невозможно.

Во время первой мировой войны, особенно в последние ее годы, было применено около 9 млн. гранат, начиненных “горчичным газом”, как немцы называли иприт. Во время сражения на р. Ипр, в ночь с 12-го на 13 июля 1917 г., они выпустили в атмосферу около 125 т иприта. Погибло 2229 английских и 348 французских солдат.

ТАЙНОЕ СТАНОВИТСЯ ЯВНЫМ

Через 28 лет после окончания второй мировой войны на дне Балтики захоронено в 500 раз больше отравляющих веществ, чем использовано в битве при Ипре. Об этом нигде не упоминали. Но в

конце 60-х гг. рыбаки в советской зоне затопления начали вылавливать бомбы с боевыми отравляющими веществами. Произошли первые несчастные случаи, даже со смертельным исходом. В 1989 г. Академии наук СССР было поручено дать независимое научное заключение о проблеме химического заражения дна Балтийского моря. А потом, согласно указу Президента России, был сформирован Комитет по проведению подводных работ при Правительстве РФ. Его задача – решить проблему затопленных химических боеприпасов.

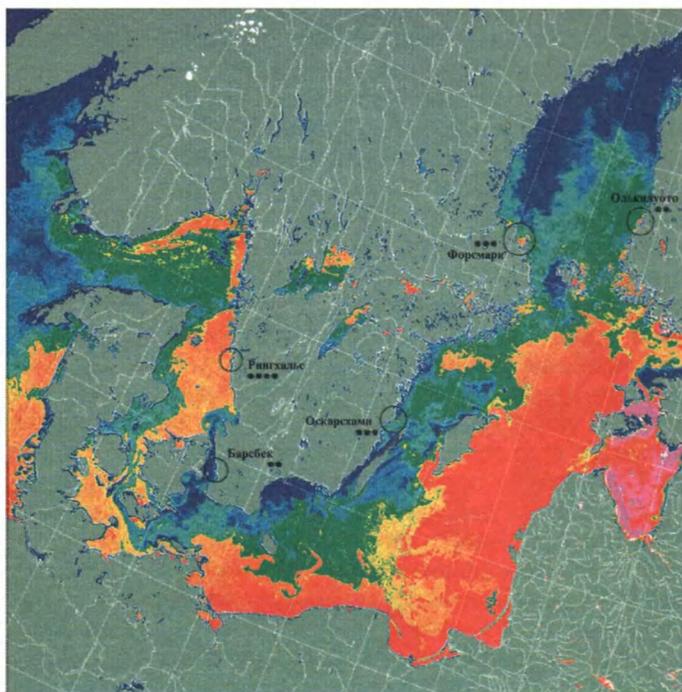
Часть боеприпасов ушла глубоко в донный ил, оболочка других снарядов была изъедена коррозией, их содержимое, медленно вымываемое морской водой, разлагается в результате естественного гидролиза – обменной реакции между водой и ипритом.

Изучение этого процесса показало: захоронения, проведенные россыпью, как считалось сначала “безалаберно”, оказались более безопасными, чем при концентрации отравляющих веществ в трюмах барж. Оболочки снарядов и бомб корродируют не одновременно, и отравляющие вещества вытекают постепенно. Выяснилось, что эта часть затоплений, проведенных Советским Союзом, практической угрозы в настоящее время не представляет. Тем не менее могли появиться и непредвиденные эффекты. Ученые решили изучить эту проблему.

Российские экологи подчитали уровень разрушения оболочек в момент их извлечения из донных осадков. Он оказался достаточно высоким. Люди, производившие эту операцию, были снабжены средствами индивидуальной защиты.

Сейчас в химических захоронениях времен Советского Союза на дне Балтики вытеснение отравляющих веществ идет постоянно, но залповые выбросы пока не отмечаются. По подсчетам специалистов, затраты на уничтожение химического оружия примерно в 10 раз превышают затраты на его изготовление. Кроме того, эксперты пришли к выводу, что трогать боеприпасы нельзя. Санкт-Петербургские экологи предложили использовать силы природы. Экологи разработали способ защиты от угрозы поражения моря отравляющими веществами.

Существуют микроорганизмы, способные питаться выходящими из химических снарядов веществами. Уже в первых экспедициях, начиная с 1989 г., в рамках российской программы “Морской экологический патруль” было отобрано на местах захоронения оружия 336 бактериальных культур (штаммов), в том числе те, которые потребляли иприт. Из них выбрали 18 высокоактивных “пожирателей” иприта, после дополнительных тестов оставили один штамм. К нему сразу же проявили интерес немецкие экологи, т.к. с его по-



0 250 500 км

Масштаб 1:2500000

10 15 20 25

Шкала температур поверхности воды

мощью решалась проблема утилизации химических боеприпасов не только на дне моря. Выбранный штамм не позволяет "связанному" им иприту распространяться дальше. Создается естественный замкнутый биосферный цикл. Этим штаммом можно заселить опасные районы. Одновременно необходимо засыпать грунтом обнажившиеся части снарядов и бомб. Тогда, по мнению ученых Санкт-Петербургского центра экологической безопасности РАН, можно надеяться, что "советская" часть боевых отравляющих веществ будет обезврежена. Теперь слово за международ-

ной экологической экспертизой.

Другое дело – захоронения боеприпасов в трюмах судов. Значительная часть затопленных кораблей возвышается над поверхностью морского дна, а сами снаряды взаимодействуют с агрессивной морской водой. Рано или поздно боеприпасы, лежащие сверху, продавят своей тяжестью ослабленные коррозией оболочки боеприпасов нижних ярусов, и тогда произойдет массовый, залповый выброс отравляющих веществ в морскую воду. В этом случае естественная обменная реакция – гидролиз – просто не ус-

*Температура поверхностных вод Балтийского моря и влияние на ее распределение тепловых сбросов атомных электростанций. По данным ночных снимков поверхности Земли с американских спутников "NOAA" (National Ocean and Atmospheric Association – Национальной организации по исследованию океана и атмосферы) от 2.09.91 и 3.06.92, обработанных Научно-исследовательским центром экологической безопасности РАН.*

пееет защитить воду и отравляющие вещества попадут в пищевые цепочки.

Существуют варианты подъема барж вместе с зарядами и перезахоронения на больших глубинах в океане. Но, по мнению директора Санкт-Петербургского центра экологической безопасности профессора В.К. Донченко, при этом возможен залповый выброс отравляющих веществ.

Российские специалисты предлагают накрыть суда саркофагами, наподобие чернобыльского, и закачать в трюмы судов бетон. Предварительные расчеты уже проведены. Россия располагает необходимыми и, главное, уже отработанными технологиями, а также квалифицированными специалистами, которые способны за четыре-пять сезонов завершить всю операцию по изоляции судов. Обойдется это в 30, а то и во 100 раз дешевле, чем альтернативные способы.

По-прежнему необходим выход в море "Морского экологического патруля", который 10 лет подряд осуществлял мониторинг Балтики, искал новые рай-

оны захоронений. С 1989 г. его финансирование в основном осуществляла Россия. Сейчас экспедиция стала международной: к российским специалистам присоединились их коллеги из Финляндии, Дании и Германии.

Осознание угрозы всему Балтийскому региону поможет не допустить катастрофу, которая способна превратить его в гигантский Чернобыль. Тем более один "Чернобыль" Балтийское море уже пережило...

#### РАДИАЦИЯ В МОРЕ

До 70-х гг. радиационная обстановка на Балтике не отличалась от общемирового фона, установившегося после испытаний ядерного оружия в атмосфере и последующего выпадения радиоактивных осадков на море и сушу. Следует принять во внимание, что общая площадь водосбора всех рек, впадающих в Балтийское море, в три раза превышает его акваторию. Поэтому дожди, смывая с земной поверхности выпавшие радионуклиды, приносили их в море. Концентрация стронция-90 и цезия-137 в Балтийском море оказалась в 6–7 раз больше, чем в водах Атлантического океана на той же широте.

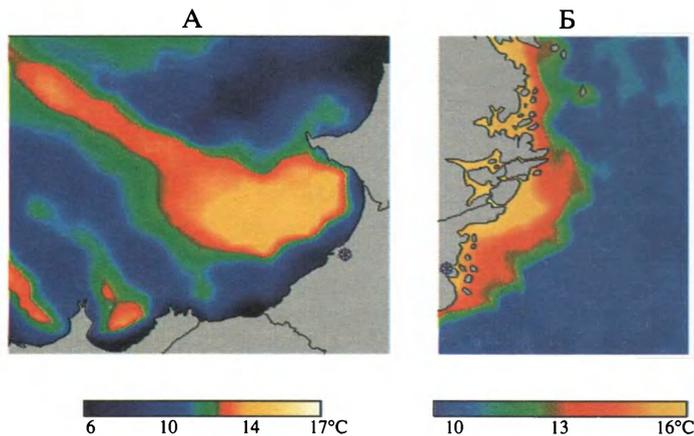
Следующий этап начался с первой атомной электростанции Оскарсхамн, построенной Швецией на побережье Балтийского моря в 1971 г. С этого момента на фоне радиоактивного глобаль-

ного загрязнения существует потенциальная опасность сбросов в результате работы прибалтийских АЭС.

В те же 70-е гг. в Балтийское море через Датские проливы стали поступать выбросы радионуклидов ядерных перерабатывающих заводов Западной Европы. Воды, загрязненные главным образом цезием, проникали из Северного моря в Балтийское с глубинным придонным течением. Путь от Селлаферта на севере Англии до Западной Балтики вода проходит примерно за пять лет, а от французского мыса Аг – за два-три года. Наиболее интенсивное поступление сбросов было отмечено в 1978–79 гг. Однако благодаря значительному их уменьшению в последние годы вблизи Селлаферта и завода на мысе Аг эти источники стали менее значимы. Модельные расчеты показали, что около 4% растворимых радионуклидов из Селлаферта и около 8% с мыса Аг поступают в пролив Каттегат. Из них только 1% достигает Центральной Балтики. Франция, которая располагает самыми обширными после Великобритании мощностями по переработке ядерных отходов, заявила о готовности к 2020 г. выбросы в море со своего завода на мысе Аг "свести практически к нулю". Великобритания подобными технологиями не располагает, и присоединение к французской инициативе привело бы к полной остановке завода в Селлаферте.

До 1985 г. работа исследователей радиоактивного загрязнения Балтийского моря координировалась международными организациями – СЭВ, МАГАТЭ, а с 1985 г. – Хельсинкской Комиссией по охране Балтийского моря от загрязнения (HELCOM). И в этом году накопления цезия-137 в Балтийском море оценивались в следующем процентном соотношении: последствия испытаний ядерного оружия в атмосфере – 81.5%, от ядерных перерабатывающих заводов Западной Европы – 18.25%, от всех прибалтийских АЭС – 0.25%. Таким образом, работа прибалтийских АЭС практически не повлияла на концентрацию цезия-137 в Балтийском море. Но в атмосферу он по-прежнему поступает с эпизодическими выбросами радионуклидов со всех атомных станций Балтики.

Авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г. резко изменила радиационную обстановку. Обзор и анализ результатов, полученных всеми прибалтийскими странами за 1986–88 гг., произвел Радиевый институт им. В.Г. Хлопина в Санкт-Петербурге. Среди долгоживущих радионуклидов, поступивших в атмосферу от Чернобыля и достигших акватории Балтики воздушным путем, были в основном цезий-134 и цезий-137. Наибольшие атмосферные поступления цезия-137 отмечены в юго-западной части Ботнического залива и в центральной части Финского залива. Но уже к 1989 г.



содержание в Балтийском море радиоактивного цезия заметно выравнялось, исключение составили глубоководные районы. В Финском заливе цезия-137 оказалось в 10 раз больше, чем в 1985 г. Дальнейшие наблюдения позволили заметить снижение радиоактивного цезия в восточной части залива за счет поступления относительно чистых речных вод. Загрязненные воды переместились в западном направлении. Основные потенциально опасные источники поступления радионуклидов в окружающую среду Балтийского региона сосредоточены в Ленинградской области. Но и за ее пределами имеется ряд объектов, которые в аварийных ситуациях могут оказать воздействие на радиационную обстановку Балтики в целом. В первую очередь к ним необходимо отнести Игналинскую АЭС в Литве, Кольскую и Тверскую АЭС, а также атомный ледокольный и подводный

флот. Последовательная реализация основных концепций экологической политики стран бассейна Балтийского моря в области защиты морской среды способствовала частичному оздоровлению состояния этого моря. Дальнейшие всесторонние действия по защите морей от загрязнения предусмотрены Хельсинкской Конвенцией по охране морской среды Балтийского моря (1974 г. и 1992 г.), рядом других международных и региональных договоров, а также принятым по инициативе органов ЕЭС документом Европарламента "Общая политика безопасности на морях". Они регламентируют поступление загрязнений с побережий. В Санкт-Петербурге работает Международный центр по дистанционному зондированию в окружающей среде им. Ф. Нансена. Опыт по защите морской среды стран бассейна Балтийского моря позволяют сделать вывод о необходимости про-

*Распределение температур поверхности Балтийского моря под влиянием тепловых сбросов атомных станций. А – район станции Сосновый Бор (Россия); Б – район станции Оскархамн (Швеция). Карта температур поверхности моря составлена по данным спутников "NOAA" в начале 90-х гг. Обработка Научно-исследовательского центра экологической безопасности РАН.*

ведения более согласованных, комплексных природоохранных мер. Они должны регулировать загрязнение в поверхностных и подземных водах, почвах, атмосфере и океане.

Российские экологи выступили с идеей Концепции коллективной экологической безопасности. В юридической практике необходима экологическая ответственность за принятие политических и социально-экономических решений. Сохранение природы обусловит качество жизни населения Европы. Как сообщила автору ученый секретарь Центра экологической безопасности Л.П. Романюк, идея получила поддержку на нескольких международных конференциях, симпозиумах и рабочих встречах. Первым шагом в создании системы экологической безопасности может быть принятие Конвенции по Балтийскому морю, т.к. именно здесь существуют реальные предпосылки и накоплен опыт сотрудничества в области сохранения окружающей среды.

*В.И. ИВАНОВ*

## Станислав Лем

(к 80-летию со дня рождения)

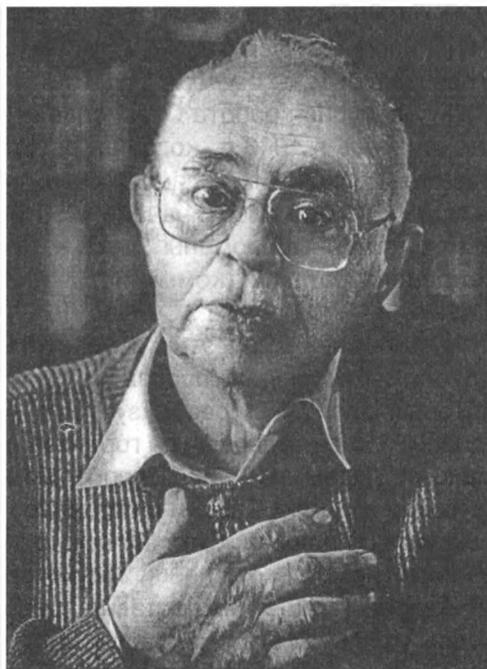
---

Замечательный польский писатель-фантаст Станислав Лем родился 12 сентября 1921 г. во Львове в семье врача-отоларинголога. Уже сами обстоятельства своего рождения писатель расценивает как мистические, рассказывая об этом в автобиографии, вошедшей в книгу “Абсолютная пустота”, изданную на русском языке в 1995 г. Его отец, бывший военным врачом во время первой мировой войны, провел около пяти лет в русском плену, а потом вернулся в родной Львов. Какое-то время власть в городе находилась в руках красных, его арестовали как классового врага и повели на расстрел с группой других польских офицеров. По дороге им случайно встретился еврей-парикмахер, который ежедневно брил коменданта города и был близко знаком с отцом Лема. И его удалось освободить. А приблизительно через год родился Станислав. Сам писатель считает, что вся его судьба – наглядное воплощение двух крайних сил, “водящих моей рукою, – случайности и упорядоченности”.

Отец Лема стал уважаемым и состоятельным врачом во Львове. Сын не испытывал недостатка ни в чем, получил прекрасное гимназическое образование, свободно владел французским, немецким, латинским и русским языками. В детстве любимым занятием Лема бы-

ло погружение в вымышленные миры и необычные ситуации.

Любимые книги юного Лема – анатомические атласы, многоцветные карты срезов головного мозга, медицинские справочники. В кабинете отца находились наглядные пособия – скелет и распиленные на части черепа. Впоследствии они стали толчком к написанию “Ру-



Станислав Лем

кописи, найденной в ванне”, изданной на русском языке в 1994 г.

В библиотеке отца имелись также астрономические атласы. Еще в юности Станислав делал наброски летательных аппаратов, питающихся энергией солнечных лучей, чертежи различных вымышленных механизмов. Потом иногда он узнавал, что подобное существует и в реальности: так, например, Лем самостоятельно изобрел механический дифференциал. Частицу внутреннего мира этого периода своей жизни Лем впоследствии отобразил в полуавтобиографической книге “Высокий замок” (русское издание, 1969): “Я был книжной молью, – пишет Лем. – Читал все, что попадало под руку: эпосы, романы и научно-популярные книжки (отец не жалел денег, хотя книга тогда имела примерно цену костюма)”.

В 1936 г. в гимназии проводилось тестирование, и Лем набрал 180 баллов – наивысший показатель интеллекта среди школ по всей южной Польше. Лем получил образование во Львовском мединституте и Ягеллонском университете в Кракове в 1940–48 гг. После этого он окончательно переселился в Краков, где живет и сейчас в отдельном доме с садом.

Литературная работа Станислава Лема началась в 1946 г., когда он опубликовал в краковских изданиях свои первые стихи и рассказы. В начале 1950-х гг. выходят первые романы Лема – “Магелланово облако” (коммунистическая утопия) и “Астронавты”. Сейчас Лем невысокого мнения об этих и некоторых других своих ранних произведениях, в которых “злой” мир преобразуется в мир “добрый”. В то же время он гордится романами “Эдем” (1959), “Непобедимый” (русское издание, 1964) и в особенности романом “Солярис”, который выдержал в России несколько изданий и по которому Андрей Тарковский поставил превосходный фильм. В этих и последующих произведениях Лем превращается из юного оптимиста в закоренелого пессимиста.

В 1961 г. он опубликовал роман-предупреждение “Возвращение со звезд”, в котором показал вырождение благополучного общества в результате гипертрофированного потребительства.

Лем считается не только писателем, но и ученым – философом и науковедом. Он очень ценит свою давнюю философскую книгу “Сумма технологий” (1964), в которой ему удалось предсказать возникновение информационных сетей, виртуальную реальность (в книге она названа фантомной) и клонирование. Лем резко отмежевывается от дешевой ненаучной фантастики, которую обожают американцы, называя ее “fantasy” (пиши, что взбрдет в голову). Он убежден в необходимости социально-философской основы и продуманной научной базы у фантастического жанра литературы, почему она и зовется научно-фантастической. И при этом ссылается на классические примеры Жюль Верна и Герберта Уэллса. Научная фантастика должна уметь в какой-то степени предсказывать будущее, считает Лем. Недавно в беседе с немецкими философами он процитировал свое давнее предсказание: “...Германию будут осаждать нищие со всего мира, чтобы как-то туда пробраться, а Польша станет протекторатом Ватикана. И вот, пожалуйста мои прогнозы сбылись”.

Произведения Лема переведены на 38 языков, в том числе на такие редкие, как каталонский и баскский (в Испании). Особенно много переводили Лема в России и Германии, что сам писатель отмечает с гордостью.

Для того чтобы лучше представить себе личность крупнейшего писателя современности и его мировоззрение, нам хотелось бы привести здесь хотя бы краткий пересказ некоторых мест из недавнего интервью Станислава Лема с корреспондентом журнала “Новая Польша” Эвой Ликовской (2000, № 11, ниже она фигурирует под инициалами Э.Л.):

**Э.Л.** Вот уже 13 лет, как Лем перестал писать научную фантастику и публикует философские очерки и повести о проблемах современной цивилизации. В них преобладает трагическая тональность: из повестей “Мир на Земле” и “Фиаско” следует, что люди никогда не перестанут уничтожать друг друга. Очерки “Мегабайтовая бомба” и “Мгновение” посвящены тотальной угрозе, исходящей от новых информационных технологий.

**Лем:** “Интернет, который должен был стать хранилищем знаний человечества, сталместилищем глупости, мошенничества, воровства, порнографии, педофилии, злобных выходок. Телевидение во всем мире предоставляет безграничный простор насилию и убийствам... Как же мне писать, что все идет к лучшему в этом лучшем из миров, когда дело обстоит как раз наоборот?... Людей, стремящихся к знанию, гораздо меньше, чем ищущих легкого развлечения... Я не ожидал, что электроника выбросит на рынок такое гигантское количество разнообразных игр, которые служат лишь для того, чтобы *убить время*; впрочем, этой же цели служат и дурацкие телепередачи”.

**Э.Л.** спрашивает об отношении Лема к компьютерным играм и фильмам из ряда “научной фантастики”.

**Лем:** “Они отвратительны. С наукой они вообще не имеют ничего общего. Они показывают космос, где обитают, как правило, туповатые внеземные цивилизации, с которыми земляне ведут “звездные войны”. Кинопродюсеры и создатели компьютерных игр в который раз пережевывают бредни о летающих тарелках и космических злодеях, потому что якобы именно этого ожидает рынок”.

**Э.Л.** спрашивает о возможности существования внеземных цивилизаций.

**Лем:** “Лично я предпочел бы, чтобы мы были во Вселенной одни – хотя бы потому, что вести себя хуже, чем люди, просто невозможно...”

**Э.Л.** задает вопрос об отношении Лема к религии и Богу.

**Лем:** “Я не верю в сверхъестественные истории, в загробную жизнь и т.п. Но при этом вовсе не намерен воевать против Господа Бога. Я признаю, что в социальном аспекте людям нужна религия, как нужна им надежда на вечную жизнь... Я неверующий. Это вопрос убеждений, к которым человек приходит самостоятельно. Я считаю, что каждому нужно оставить свободу выбора”.

Последний вопрос Э.Л. звучит, как констатация: – Свой сборник “Мегабайтовая бомба” Вы заканчиваете мрачной мыслью: “Быть может, XXI век будет еще более жестоким, чем наше кровавое столетие... Быть может, наш мир действительно бескрайний, а пропасти – стало быть и края – создадим мы сами”. И Станислав Лем дает прямой ответ, выдержанный в обычной для него саркастически-пессимистической манере: “Создадим, наверняка создадим. Но у меня все же остается надежда, что мы до этого не доживем”.

Читатели журнала “Земля и Вселенная” присоединяются к общемировой волне поздравлений выдающегося писателя-классика с 80-летием и желают ему долголетия. Они выражают свою солидарность историку науки и философу Станиславу Лему в борьбе с распространяющимися по всему миру антинаучными идеями, за свободу и достоинство личности.

**Б.С. ГОРОБЕЦ,**  
доктор геолого-минералогических наук

## Об уроках футурологии

Предсказания будущего снова в моде, однако невозможны точные прогнозы. При попытках конкретизации будущего в деталях потерпели фиаско многочисленные “пророки”, которыми так была богата вторая половина XX в. Не остаиваюсь на этом не из-за профессиональной солидарности, но потому, что теперь общеизвестны все неудачи футурологии, пытавшейся выйти за пределы обобщений.

Сначала обратимся к прошлому. В 1895 г. президент Лондонского Королевского общества лорд Кельвин заявил: “Летательные аппараты тяжелее воздуха невозможны”. В начале XX в. Французская академия предупреждала об экологической катастрофе, к которой неизбежно должно привести накопление конского навоза, связанное с развитием гужевого транспорта в Париже. В 1929 г. профессор Ирвинг Фишер из Йельского университета утверждал: “Акции достигли такого уровня, который гарантирует стабильность”. Было это накануне всемирного экономического кризиса. В 1957 г. президент компании IBM Том Уотсон заявил: “Думаю, что во всем мире спрос примерно на пять компьютеров”. Только смех может вызвать тот факт, что в 1890 г. Чарлз Дуэлл, заведовавший Федеральным патентным бюро, предложил закрыть это учреждение, так как “все уже изобретено”.

В 1976 г. издана книга Германа Кана “Следующие 200 лет”, написанная при участии сотрудников Гудзонского института. Это один из примеров литературы, вымучивающей будущее, которая, нацелившись в грядущие века, утонула в

вымыслах. К счастью, во времена ПНР (Польской Народной Республики) я не мог познакомиться с подобной позицией, иначе сама численность экспертов, помогавших автору, лишила бы меня смелости взяться за “Сумму технологий” при полном отсутствии авторитетных советников. В книге “Следующие 200 лет” содержатся многочисленные несбывшиеся прогнозы.

Однако книга излучала оптимизм, что обеспечило ей всемирную популярность. Она теперь воспринимается как долгий странный сон, в котором существует СССР, догоняющий США по валовому доходу, прекрасно чувствует себя ГДР. В этой книге обнаруживаются многочисленные “достижения” в различных сферах жизни, например возможность заменить исчерпавшиеся запасы полезных ископаемых другими материалами... Но не в этом состоит главное поражение старой футурологической школы. О разнообразных достижениях в сфере коммуникаций, о бионике, клонировании, нанотехнологии, геноме и использовании технических достижений в человеческом организме в книге нет ни слова.

Прогнозы, обещающие невероятные нововведения и даже переворот в очень многих сферах нашей жизни, появляются теперь так часто и повсеместно, что невозможно открыть ни один журнал без того, чтобы не обнаружить в нем всевозможные предсказания в больших количествах. Не только понятно, но и очевидно, что надо им противостоять, особенно в той мере, в какой они льют нам на мозги мутную воду, чтобы ловить в ней рыбу.

Действительно, научно-технический прогресс набирает темп (хотя он неравномерно распределен по всему миру), но и о том, и о другом я писал очень давно, для меня это очевидно. Предвидел я и внедрение технологических достижений

\* Перевод с польского Марины Рутковской.

в физиологические процессы. В то же время я отрицательно отношусь к прогнозам, которые уверяют нас, что скоро будет поставлен крест на любых опухолях, как доброкачественных, так и злокачественных; что можно будет беседовать и дискутировать с компьютерами, снабженными искусственным интеллектом; что посредством клонирования можно будет выращивать человеческие органы, например почки, сердце, даже глаза и уши. Многие популяризаторы науки, глядя через розовые очки на последние экспериментальные результаты, утверждают, что можно уже сейчас из материнских клеток лягушки вырастить глаза и пересадить их незрячим людям. Запасы горючих ископаемых, к сожалению, истощаются, но предсказание, будто вместо них появятся так называемые “топливные элементы”, в которых главным источником энергии будет водород, бессмысленно, ведь на Земле водород в свободном виде не существует и извлекается он из воды с помощью электролиза, что, в свою очередь, требует большого количества энергии.

Людям, у которых рождаются подобные “гениальные” идеи, не мешало бы вспомнить притчу о человеке, который так быстро бегал вокруг стола, что врезался в собственную спину.

## **Об изменениях климата**

Циклоны, ураганы, штормы, шквалы, смерчи, бури, наводнения, сильные оползни, землетрясения! – одним словом, настал час библейского Апокалипсиса. На этом я мог бы и закончить мое эссе, но меня тут же снова начнут упрекать в пессимизме. Итак, попытаюсь в доступном большинству читателей виде объяснить причины катаклизмов, которые в последнее время обрушились на нашу планету. К сожалению, мне не удастся исключительно оптимистично представить несколько новых фактов, ставших известными недавно и обогативших наши знания об изменениях земного климата.

Простого примера, который я неоднократно использовал (бак с бельем для кипячения, поставленный на самый край

газовой плиты), уже недостаточно, хотя в принципе он правильно описывает явление. Температура нашей планеты все сильнее повышается. Одни считают, что это объясняется эффектом, связанным с выбросами большого количества промышленных газов. Другие полагают, что потепление вызвано более сложным комплексом причин.

Циркуляция вод океана, покрывающего 70% поверхности планеты, изменяется таким образом, что не всем обитателям планеты это на пользу. В последние годы открыто много морских течений, важнейшее из которых имеет вид конвейерной ленты. Оно напоминает восьмерку, немного выгнутую к северу. Поскольку эта фигура вращения жидкости замкнута, не имеет значения, с какой точки начинать описание этого течения. В северной его части обширные области Гренландских ледников, тающие из-за повышения температуры атмосферы, поставляют в океан пресную воду. С этим течением соседствует морское течение Гольфстрим, которое, беря свое начало в Юкатанском проливе, между Северной и Южной Америкой, несет нагретые приэкваториальные воды. Это теплое течение омывает Западную Европу, Великобританию и достигает Скандинавского полуострова. Здесь, однако, из-за глобального потепления мощные арктические льды в результате таяния поставляют в океан больше воды (причем воды холодной)... Согревающее Европу течение Гольфстрим изменится: тогда – несмотря на общее повышение средней температуры нашей планеты – климат в Европе станет таким, как в Канаде и Сибири (расположенных примерно на той же широте, что и наш континент).

Следующее неблагоприятное явление, вызванное потеплением климата, – усиление испарения воды Мирового океана. А это, в свою очередь, означает рост количества осадков (их жертвой стала Великобритания, которую почти затопили непрекращающиеся дожди), а также усиленное образование атмосферных вихрей.

На актуальный для всех вопрос, можно ли что-то сделать, чтобы климат не

подвергался внезапным изменениям и возмущениям, ведущим к осадкам, засухам, диким колебаниям погоды, мы слышим от метеорологов разные ответы. Скептически настроенные синоптики отвечают, что это не в наших силах. А все потому, что роль человека (выбросы промышленных отходов в атмосферу) в потеплении климата на планете незначительна.

Скорее всего, от глобального потепления выиграет Сибирь. Зато над США будут чаще проноситься циклоны. Точно так же Восточная Азия больше не будет для них запретной территорией. А что будет с Польшей? На мой взгляд, изменения климата сильнее ударят по нашим западным соседям – Франции и Германии.

Существовало мнение, что климатические зоны на разных географических широтах довольно стабильны и неизменны. Теперь раздаются голоса, что эта стабильность была лишь видимой, связанной по сравнению с геологическими эпохами периодом наблюдений климата. Точно так же пчеле, живущей в среднем шесть недель, кажется, что лето никогда не кончается.

## Об источниках энергии

Вполне понятен страх перед последствиями аварии на атомной электростанции – достаточно вспомнить Чернобыль. Правда, реакторы чернобыльского типа – это реликты (к сожалению, в некоторых местах они все еще работают). Уже разработаны новые конструкции урановых реакторов, которые в случае разгона цепной реакции автоматически останавливаются. Никто не может дать однозначный ответ на вопрос, оказывает ли действующая атомная электростанция неблагоприятное влияние на окружающую среду.

Следующей, возможно наиболее важной, проблемой является хранение радиоактивных отходов. Такие непригодные для дальнейшего использования отходы могут в течение сотен лет оставаться радиоактивными и выделять тепло. В принципе, можно было бы избавиться от этих небезопасных остатков

двумя способами: поместив их на большой глубине в горячих недрах Земли или же забросив в космическое пространство, которое, как мусорная свалка, имеет практически неограниченные размеры. Использование описанных выше способов пока не осуществимо технически и из-за высокой стоимости. Для развития ядерной энергетики важно и то, что запасы урана рано или поздно будут исчерпаны.

Эпоха горючих полезных ископаемых, таких как уголь, нефть и газ, подходит к концу. Во всем мире ученые ищут альтернативные способы приведения в движение наших автомобилей и электростанций. Есть несколько новых потенциальных источников энергии, но при более внимательном рассмотрении оказывается, что они труднодоступны и малоэффективны. На берегах, а точнее, на прибрежных шельфах океана, под водой залегают метаногидраты, летучая составляющая которых – метан – входит в состав газа, используемого в наших домах. К сожалению, метаногидраты имеют неприятное свойство. Прежде всего: они стабильны только на дне океана. Оказавшись на его поверхности, они разлагаются, что может привести к взрыву. Кроме того, свободный метан – одно из основных соединений, вызывающих парниковый эффект. Об использовании мощных сил гравитации, заключенных в океанских приливах, написано уже немало книг, и там, где амплитуда приливов и отливов достигает нескольких метров, построены даже специальные сооружения, предназначенные для использования этого явления. Оказалось, что данный тип энергии имеет низкую плотность, и поэтому для ее использования необходимы значительные финансовые вложения.

Точно так же ветровые электростанции по сравнению с традиционными методами производят в два раза более дорогой электрический ток. Рассматривается и использование водорода, который даже называют “топливом будущего”, но, чтобы получить его, требуется сначала произвести электролиз воды: это напоминает поведение человека, который перекладывает деньги из од-

ного кармана в другой и думает, что тем самым он преумножает свои капиталы.

Последний “хит”, разрекламированный специалистами, – кремний, выделяющий энергию при соединении с азотом. На этом пути тоже есть препятствия, так как кремний крайне редок в чистом виде. Зато он в огромных количествах встречается в виде химического соединения, называемого песком. Из песка можно извлечь чистый кремний, но для этого требуется значительная энергия.

В ближайшем будущем нас ожидают серьезные проблемы с автомобилями. Надежда на их решение связывалась с повсеместным появлением электромобилей. Однако пока еще не осуществились не только мечты инженеров, связанные с автомобильной промышленно-

стью, но не удалось создать и аккумулятор большой емкости, в десятки раз большей, чем у автомобильных аккумуляторов. Правда, существуют прототипы таких аккумуляторов, но они небезопасны для автомобилей, так как во время дорожного происшествия они могут взорваться или загореться.

Трудно предсказать путь выхода из топливного кризиса. Я возлагаю особые надежды на реакции термоядерного синтеза, т.е. процессы, которые идут от начала расширения Вселенной и в течение миллиардов лет служат источником энергии звезд. Иными словами, я вижу шансы разработки будущих “токамаков”, но, очевидно, бессмысленно говорить о том, что термоядерные микрореакторы будут непосредственно приводить в движение автомобили.

---

## *Информация*

---

### **Будет ли спасен проект “Спектр-Рентген-Гамма”?**

В нынешнем году европейские ученые окончательно решат вопрос о продолжении работ над крупным международным проектом космической обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма” (Земля и Вселенная, 1997, № 2). Данный проект сейчас находится под угрозой закрытия.

Космическая обсерватория “Спектр-РГ” и его научная про-

грамма разрабатывается в России с 1987 г., в создании приборов участвуют 12 стран. Государственное финансирование космических научных исследований было радикально сокращено после распада СССР в 1991 г. В настоящее время оно вообще прекращено. Международный научный комитет программы “Спектр-РГ” в надежде сохранить проект обратился к ESA с просьбой о продолжении его финансирования.

Космические агентства Великобритании, Дании, Израиля, Италии, Финляндии и Швейцарии с начала 1990-х гг. уже потратили миллионы долларов на подготовку и испытание приборов для этого проекта. ESA не

участвовало в проекте, но рассматривает возможность инвестиций, которые сделают научные наблюдения “Спектр-РГ” доступными европейским ученым после запуска обсерватории (предположительно в 2003 г.). Для ознакомления с ходом работ представители ESA посетили НПО им. С.А. Лавочкина – головное предприятие проекта. Визит европейских специалистов подтвердил необходимость инвестиций в размере 20 млн. долларов, чтобы завершить сборку космического аппарата, его испытание и произвести запуск.

По материалам ESA и “Space News”, 19.02.2001

## Московский конгресс европейских астрономов

С 23 мая по 6 июня 2000 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова прошел IX объединенный съезд Европейского и национального астрономических обществ.

Европейское астрономическое общество (ЕАО) учреждено в октябре 1990 г. в Давосе (Швейцария). Оно объединяет около 1400 астрономов из 40 стран, прежде всего – ведущих ученых Западной Европы и восточноевропейских стран (границы Европы “раздвинуты”, чтобы включить страны Средней Азии и Закавказья). Самая большая “национальная фракция” ЕАО – российская, 240 наших астрономов – индивидуальные члены ЕАО. Ряд национальных астрономических обществ (около 20) включены в ЕАО в качестве “присоединенных”, в том числе крупнейшие и старейшие астрономические общества – Французское, Немецкое и Королевское астрономическое общество Великобритании. Ежегодные съезды ЕАО охватывают обширную научную программу. В последние девять лет они

проводятся совместно со съездом какого-либо из присоединенных национальных обществ. Эти форумы обозначаются аббревиатурой JENAM – Объединенный съезд Европейского и национального астрономических обществ.

Созданное в апреле 1990 г. Астрономическое общество СССР после распада Союза стало международной общественной организацией, зарегистрированной в Минюсте России под названием “Астрономическое общество” (АстрО). Оно известно в мире как Евразийское астрономическое общество (Eurasian Astronomical Society). АстрО объединяет около 850 астрономов из 35 стран. Три года назад правление ЕАО обратилось к АстрО с предложением провести один из съездов JENAM в России. Это и было сделано в 2000 г. – JENAM 2000 состоялся в Москве.

Научный Оргкомитет возглавили академик РАН Н.С. Кардашев, президент ЕАО профессор Ж.-П. Зан (Франция) и сопредседатель АстрО Н.Г. Бочкарев.

В Оргкомитет вошли ректор МГУ академик РАН В.А. Садовничий, директор ГАИШ член-корреспондент РАН А.М. Черепашук и около 20 ведущих астрономов из разных стран. Местный оргкомитет напряженно работал под руководством А.М. Черепашука и Н.Г. Бочкарева. Надо учесть, что работа местного оргкомитета проходила в условиях острого дефицита времени. Неоценимую помощь оказала администрация МГУ. Благодаря бескорыстной помощи ряда учреждений и организаций удалось оказать финансовую поддержку многим участникам.

В Съезде и присоединенных к нему научных мероприятиях приняло участие более 900 человек из примерно 40 стран, среди них США, Индия, Мексика. Это рекордное число для JENAM – в два-три раза выше обычного. Самой многочисленной была, конечно, российская делегация. Многие специалисты из стран СНГ получили уникальную возможность встретиться с коллегами

из западных стран, да и из бывшего СССР тоже, завязать научные контакты, приобрести новых друзей.

Во время Съезда проведено несколько объединенных дискуссий, но в основном работа шла по секциям.

Замечательные результаты последних исследований рассмотрены во время дискуссий по темам “Гамма-всплески и их родительские системы”, “Темные века:  $100 > z > 10$  – объекты и возможности их наблюдения” и “Гравитационная астрономия”.

Приведем названия секций: “Ранняя Вселенная, инфляция и космологические постоянные”, “Морфология и динамика звездных систем: звездные скопления, рукава галактик и кольца”, “Астрофизика высоких энергий: данные с космических аппаратов “XMM”, “INTEGRAL”, “SPECTRUM-X”, “Двойные системы и их эволюция”, “Сверхновые звезды, нейтронные звезды и магнетары”, “Обратная связь и структура межзвездной среды в галактиках со вспышками звездообразования”, “Солнечный цикл: Солнце на вершине максимума”, “Центральная машина AGN: строение, источники энергии, эволюция”, “Новые направления в небесной механике”, “Сверхвысокое угловое разрешение в астрономии”, “Новейшая техника для получения, обработки и хранения астрономических данных”, “Гравитационные линзы”.

Как можно понять из обсуждений на заседани-

ях и замечаний, высказываемых в кулуарах, на участниках Съезда наибольшее впечатление произвели пленарные доклады, сделанные выдающимися учеными: И. Новиковым (Дания–Россия) о проблемах изучения микроволнового фонового излучения; Я. Эйнасто (Эстония) о структурах Вселенной на шкале 130 МПс; Т. Лозинской (Россия) о межзвездной среде, звездном ветре и сверхновых; М. Моньес (Франция) о последних результатах по микролинзированию; Р. Сюняевым (Россия) об аккреции вещества на черные дыры и нейтронные звезды; Г. Фишманом (США) о гамма-всплесках и космической обсерватории следующего поколения для изучения этого феномена; М. Хенелтом (Германия) о “лаймановском лесе” как средстве исследования Вселенной на космологических расстояниях; П. Андре (Франция) о наблюдениях самых ранних стадий образования звезд; С. Коллин (Франция) об активных ядрах галактик (AGN); А. Фридманом (Россия) об открытии новых структур в галактиках; А. Линде (США–Швейцария) об инфляционной стадии Вселенной и об образовании вещества в ней; П. Риччи (Италия) о новостях гравитационной астрономии; Л. Ксанфомалити (Россия) о сравнении Солнечной системы с планетными системами других звезд. Новые наблюдательные возможности и перспективы обсуждались в докладах

В. Вамстекера (США) о всемирной внеатмосферной обсерватории, П. Шавера (ЕЮО) о наблюдениях на больших телескопах, Ю. Балеги (Россия) о перспективах наблюдений на больших российских оптических телескопах в следующем столетии. Даже этот список, отражающий малую часть тем докладов, наглядно демонстрирует уровень развития европейской астрономии. А всего на Съезде сделано 400 устных докладов и 350 стендовых.

Кроме того, оргкомитеты ряда других научных конференций решили провести их в сроки, непосредственно примыкающие к Съезду. Так, в Москве состоялись симпозиум “Астрономия древнейших цивилизаций”, проведенный АстрО совместно с Институтом археологии РАН и европейским обществом “Астрономия в культуре” (SEAC), коллоквиумы “Астрономическое образование”, “Взаимосвязи западноевропейской и российской астрономии на протяжении веков”, “Влияние научных обществ на развитие астрономии в России”, “Атомные и молекулярные данные для астрофизики”, а также Школа молодых астрономов.

В Киеве с 5-го по 8 июня состоялся присоединенный симпозиум “Астрономия Украины: год 2000 и далее”. В Санкт-Петербурге прошел симпозиум “Спектрофотометрические и фотометрические каталоги. Звездные стандарты и солнечные аналоги”. После него – присоединен-

ный симпозиум “Астрометрия, геодинамика и небесная механика на заре XXI века”, организованный Институтом прикладной астрономии РАН. Ясно, что на большинстве приуроченных к Съезду конференций обсуждали проблемы, стоящие на стыке астрономии и других наук: истории, археологии, педагогики, социологии, метрологии.

Общая публикация трудов Съезда пока не пред-

полагается. Вышел только сборник аннотаций с изображением Московского университета на обложке. Научный журнал АстрО предоставил 800 страниц для публикации избранных докладов. Некоторые секции и присоединенные конференции выпускают сборники трудов самостоятельно.

В рамках культурной программы проведены экскурсии по Москве и в Звездный городок, посещение

спектакля в Большом театре. Желающие могли побывать в Специальной астрофизической обсерватории (САО) на Кавказе, в Пушинской радиоастрономической обсерватории АКЦ ФИАН, Сергиевом Посаде, Санкт-Петербурге, а также в районе озера Байкал.

*Н.Г. БОЧКАРЕВ,*

*доктор*

*физико-математических наук*

*ГАИШ МГУ*

---

## *Информация*

---

### **Черная дыра в галактике Кентавр А**

Галактика NGC 5128, она же известная радиогалактика Кентавр А, – одна из самых изученных объектов южного неба. Расстояние до нее – 11 млн. св. лет. Необычность ее внешнего вида отметил еще Джон Гершель в 1847 г. Это эллиптическая галактика, пересеченная широкой темной полосой. Обычные эллиптические галактики не содержат пыли. Здесь же она привнесена небольшой спиральной галактикой, “недавно” погло-

щенной гигантской эллиптической.

Детальное исследование центра галактики в оптических лучах затруднено, т.к. полоса пыли плотно закрывает его. Первая информация о центре была получена при наблюдениях в близком инфракрасном диапазоне с борта спутника ISO (инфракрасная космическая обсерватория), запущенного Европейским космическим агентством. Была выявлена структура, очень похожая на небольшую пересеченную галактику, центр которой совпал с компактным радиисточником. Ее угловой размер – 5' (соответствует линейному размеру 16 500 св. лет). Инфракрасные наблюдения с борта Космического Телескопа им. Хаббла обнаружили в центре тонкий газовый диск, напоминающий по виду аккреционные диски.

Изучить диск подробно, проникнув через толстую стену пыли, окружающую центр галактики, удалось с помощью прибора ISAAC, установленного на Очень Большом Телескопе Европейской Южной Обсерватории (Земля и Вселенная, 1999, № 3). Получено несколько спектральных снимков центрального диска при экспозиции 35 мин на каждый спектр. Выяснилось, что диск вращается, и была получена кривая изменения скорости его вращения при удалении от центра. Это позволило вычислить массу центрального объекта внутри диска – 200 млн.  $M_{\odot}$ . Таким объектом может быть только сверхмассивная черная дыра.

ESO Press Release 04/01,  
8 March 2001

## **Геофизика и внутреннее ядро Земли**

Принято считать, что глубинная структура нашей планеты известна значительно хуже удаленных объектов Вселенной. Пока удалось проникнуть лишь в самый верхний слой земной коры. О мантии и центральной области Земли можно судить лишь по данным косвенных геофизических исследований. По мере совершенствования их методов расширяется знание о “подземном космосе”, в центре которого находится одно из загадочных образований – железо-никелевое твердое ядро диаметром 1200 км. Совсем недавно установлена важная роль внутреннего ядра в геофизических процессах.

Успехи геофизиков в понимании природы твердого ядра и связанных с ним процессов сделали возможным провести всероссийскую научную конференцию “Внутреннее ядро Земли и геофизическая информация о процессах в ядре”. Она организована в конце ноября 2000 г. Российской академией

наук, Министерством промышленности, науки и техники Российской Федерации и Российским фондом фундаментальных исследований и проводилась в стенах Объединенного института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (ОИФЗ). Программный комитет конференции возглавил вице-президент РАН академик Н.П. Лавров, Организационный комитет – член-корреспондент РАН Ю.Н. Авсюк.

Полученная информация позволила объяснить разрозненные факты и эмпирические закономерности с единых позиций, установленных геофизиками, геологами, астрометристами, геохимиками. Конференция обобщила полученные разными специалистами результаты изучения процессов в ядре, позволяющие выявить контуры его комплексной модели. На 5 сессиях заслушаны 44 доклада, дополненные 24 стендовыми докладами. Их сделали ученые, прибывшие из различных научных центров страны.

В первый день конференции рассмотрены проблемы, связанные с закономерностями вращения по орбите системы Земля–Луна в гравитационном поле Солнца. Вызываемые Солнцем и Луной приливные силы заметно воздействуют на внутреннее ядро Земли, заставляя его периодически перемещаться в центральной части жидкого ядра на величину от 2 до 10 м. Это подтверждают выявленные в результате наблюдений за географическими широтами изменения положения в теле Земли оси вращения. Установлено, что процесс изменения широт, наблюдаемый астрометристами, – “отражение на поверхности вынужденных движений внутреннего ядра под воздействием приливных сил в системе Земля–Луна–Солнце”.

Фундамент познания хода процессов во времени образуют материалы исторической геологии. Магнитологи совместили шкалу геологических возрастов (биостратиграфичес-

кую) со шкалой изменений магнитного поля. В результате стало ясно, что с изменением режима вращения Земли связана перестройка в земной коре, мантии, Мировом океане и атмосфере.

Большой интерес вызвали вычисления Е.А. Спиридонова (ОИФЗ), которые показали: смещение центра масс внутреннего ядра из плоскости экватора создает вращающий момент на мантию Земли, под воздействием которого она перемещается относительно поверхности жидкого ядра. Н.Г. Сидоренков (Гидрометцентр РФ), по данным об изменениях скорости вращения Земли за последние 300 лет, выделил флуктуации продолжительностью от 2 до 100 лет, вызванные взаимодействием жидкого ядра Земли с окружающей его мантией. Инициированные приливным воздействием Луны и Солнца смещения внутреннего ядра блокируют зональную циркуляцию во внешнем ядре. С вариациями скорости вращения Земли и изменением магнитного импульса ядра Е.А. Спиридонов связывает смену эпох атмосферной циркуляции, перестройку глобального поля атмосферного давления, изменения температуры воздуха, увеличение и сокращение массы ледникового щита Антарктиды. Обнаруженные закономерности можно использовать при построении долгосрочных прогнозов изменений климата.

Профессор Ю.В. Баркин из Государственного

астрономического института им. П.К. Штернберга (ГАИШ) рассмотрел параллельно изменения скорости вращения Земли и активности природных процессов. Его вывод – под действием гравитационного притяжения Луны, Солнца и планет происходит относительное смещение основных оболочек Земли (литосферы, гидросферы, атмосферы). В результате приливного воздействия масса планеты смещается, концентрируясь в одной полусфере, и разуплотняется в противоположной. За этими сдвигами следуют изменения сейсмической и вулканической активности, а также уровня Мирового океана.

В другом докладе Ю.В. Баркина (с соавторами) говорится о том, что группа сотрудников ГАИШ и МГУ им. Н.Э. Баумана совместно изучила собственные и вынужденные малые движения сферического твердого ядра, заключенного в однородном жидком ядре. На основе общих уравнений движения ядра произвольной формы в вязкой несжимаемой жидкости получено приближенное аналитическое решение задачи о вынужденных сдвигах ядра под действием притяжения Луны и Солнца с учетом реальных свойств орбитальных движений светил. Определены спектр частот и амплитуды вынужденных колебаний внутреннего ядра.

Ученые Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН (академик Н.Л. Доб-

рецов и др.) исследовали тепловые гравитационные течения во внешнем ядре, особенно детально – в слое на границе ядра и мантии. Установлено, что перепад температур в этом слое в 30 раз меньше, чем в нижней мантии, а тепловой поток через внешнее ядро в среднем соответствует потоку на поверхности Земли.

В.Ф. Аничкин (Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН) сопоставил данные ударно-волнового и сейсмического зондирования центральной части Земли с использованием предложенного им нового метода расчета скорости звука в веществах при высоких давлениях и плотностях. Он приводит доказательства того, что во внутреннем ядре Земли содержится углерод. По его расчетам, в состав железоникелевого вещества ядра входит химический элемент, обладающий относительно высокой плотностью, но малым атомным весом. По всем признакам (высокая плотность, но малый удельный вес) – это углерод, который при очень высоком давлении может находиться лишь в алмазной фазе.

Только если допустить присутствие во внутреннем ядре углерода в виде алмазов, можно согласовать данные ударно-волнового и сейсмического исследования ядра Земли.

Важнейшей на конференции стала сессия “Палеомагнетизм и модели геодинамо”. Ее открыл доклад профессора МГУ им. М.В. Ломоносова

Д.Д. Соколова, развивающего теорию формирования геодинамо в результате неравномерного (дифференцированного) вращения отдельных слоев ядра. Аналогичный физический процесс приводит к возникновению крупномасштабного магнитного поля у всех небесных тел.

С.В. Старченко (Геофизическая обсерватория "Борок" ОИФЗ РАН) в конце 1999 г. в результате проведенных им двух независимых экспериментов установил, что геодинамо движется преимущественно силой плавучести, возникающей при остывании проводящего ядра планеты и при росте его твердой части за счет жидкой.

Географические полюсы (Северный и Южный), как показали исследования А.В. Долицкого (ОИФЗ РАН) и ученых из МГУ им. М.В. Ломоносова и Московского энергетического института, движутся с остановками по четырем спиральям, отражая вращение мантии по ядру. На дуге большого круга, проходящей через географический полюс, может находиться множество палеомагнитных полюсов, возраст которых различается на десятки тысяч лет. Геомагнитные полюсы смещаются вдоль этой дуги, проходя за тысячелетия десятки градусов по широте. На Земле обнаружены три пары крупнейших структур U-образной формы: Американская, Евро-Африканская и Азиатско-Австралийская. Они образованы встречным движением матери-

ков, направленным к экватору под действием центробежных сил вращения Земли. Там, где материки максимально сближаются, литосфера дробится и отжимается в поперечном направлении, в результате чего и образуются U-образные структуры. Тектонические этапы и фаза складчатости определяются изменениями скорости вращения мантии.

Сотрудники ОИФЗ РАН им. О.Ю. Шмидта Г.Н. Петрова (член редколлегии журнала "Земля и Вселенная"), К.С. Бураков и И.Е. Начасова проанализировали изменения древнего геомагнитного поля за последнее тысячелетие в различных районах Земли в долготном секторе от Японии до Болгарии. Они установили, что амплитуды вариаций меняются как во времени, так и в пространстве. Подтверждено существование колебания напряженности поля с периодом 8000 лет, ранее подвергавшееся сомнению. По данным археологии установлено, что в протекании вариации существуют региональные особенности.

На конференции подробно проанализирована роль внутреннего ядра в истории Земли. Глобальные изменения природной среды и климата могут быть поняты только с учетом процессов, происходящих во внутреннем ядре Земли. Особенно ярко это продемонстрировал академик Ф.А. Летников (соавтор П.И. Дорогокупца) из Института земной коры СО РАН. Исходя из

представления о Земле как неравновесной динамической системе, он развивает мысль о процессах самоорганизации во внутреннем ядре. По мнению Ф.А. Летникова, внешнее ядро насыщено флюидами, состоящими из восстановленных водорода, азота, аммиака и гелия. В центральном ядре флюиды растворены в твердом веществе и представляют собой сжатый газ с гигантской потенциальной энергией. Это источник всех тепловых потоков, которые "питают эндогенные системы литосферы и обеспечивают, в частности, раскол и дрейф материков".

Прорыв флюидов ядра Земли обеспечивает энергией многие геофизические процессы. Тепловой энергии поднявшихся газов вполне достаточно для плавления всех пород мантии и разрушения верхних горизонтов литосферы, буквально прожигаемой флюидным плюмом. Процесс начинается с нарушения стационарности ядра под влиянием приливной силы Луны и Солнца.

О периодичности глубинной энергетической разрядки планеты, вызывающей магматизацию мантии, говорили Ю.А. Балашов (Геологический институт Кольского научного центра РАН) и А.И. Ивлиев (Геологический институт РАН). Такая разрядка характерна не только для Земли, но и для Луны. По мнению А.И. Ивлиева, активное функционирование ядра и магнитного по-

ля продолжалось на Луне 2.5 млрд. лет, а потом через вулканические кратеры были выброшены последние базальтовые лавы, насыщенные флюидом.

Свою концепцию возможного механического выделения земного ядра академик А.С. Монин и профессор О.Г. Сорохтин (Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН) основывают на идеях О.Ю. Шмидта и В.С. Сафонова. Они полагают, что у молодой Земли, холодной и тектонически пассивной, плотного ядра не было, а эндогенный расплав впервые появился через 600–800 млн. лет. О возможном влиянии внутреннего ядра Земли на сейсмический процесс говорилось в докладе Б.В. Левина и Е.Б. Чиркова из Института океанологии им. П.П. Шир-

шова РАН (Земля и Вселенная, 2001, № 3).

Специальная сессия конференции объединила доклады и сообщения, анализировавшие материалы инструментальных наблюдений за глубинными процессами, полученные методами астрометрии, сейсмологии, геохимии, магнитологии, гравиметрии. Были заслушаны, например, такие доклады: “Геодезические системы координат и гравитационное поле Земли”, “Вращение внутреннего ядра Земли из сейсмических записей ядерных взрывов”, “Экспериментальные наблюдения вариаций силы тяжести, обусловленных движениями внутреннего ядра Земли”, “Эффекты земного ядра по результатам приливных наблюдений на сибирских станци-

ях”, “Взаимосвязь сейсмогравитационных колебаний жидкого ядра и атмосферы Земли”.

Конференция показала, что уровень теоретических и экспериментальных исследований в России соответствует мировому уровню развития наук о Земле, потенциал российской нации далеко не иссяк и многие идеи требуют дальнейшей разработки.

Труды конференции намечено издать уже в этом году, а в 2002 г. предполагается провести следующий научный форум по той же проблеме.

*В.А. МАРКИН,  
кандидат  
географических наук  
А.Л. СОБИСЕВИЧ,  
кандидат*

*физико-математических наук  
ОИФЗ им. О.Ю. Шмидта РАН*

---

## *Информация*

---

### **Австралия отделилась от Антарктиды**

Очередная, 189-я экспедиция бурового судна “Джойдес Резолюшн”, вышедшего из порта Хобарт на о. Тасмания, продолжалась с марта по май 2000 г. Буровая установка на его борту способна работать на дне при глубине моря до 8325 м. Научную группу из 30 человек возглавляли австралиец Н. Эксон и американцы Дж. Кеннет и М. Мелоун. В соответствии с международной программой бурения в океане ученые приступили к изучению крайней юго-

западной акватории Тихого океана – дна Тасманова моря, омывающего также Новую Зеландию и Антарктиду. Здесь существовал пракоонтинент Гондвана, включавший в себя Антарктиду, Австралию, Индостан и часть Южной Америки. Но 35 млн. лет назад произошел раскол земной коры, и Австралия со скоростью около 5 см/год “отплыла” на север. Два континента разделил сначала глубокий залив, а потом – широкий пролив.

С судна “Джойдес Резолюшн” проведено бурение дна в пяти точках. Одна из скважин на глубине 2000 м прошла на 900 м ниже морского дна. В образцах грунта обнаружены растительных пыльца и споры сухопутных организмов, остатки бесчисленных видов организмов,

населявших океан 70 млн. лет назад. Тогда в Антарктиде был довольно теплый климат и росли смешанные леса с южным буком и папоротником. Но когда образовалось циркумполярное течение вокруг Антарктиды, море становясь глубже, постепенно охлаждалось. Слои осадочных пород, отлагавшихся на дне, делались тоньше.

Результаты исследования позволяют установить различия в геологических процессах, происходивших в кайнозойе в Индийском и Тихом океанах, их сходство в северных и южных акваториях. Появилась возможность построить беспрецедентно подробную биостратиграфическую картину этого региона в отдаленном прошлом.

Ausgeo News, 2000, № 58

## Отечественные космонавты\*

**Кубасов Валерий Николаевич** (р. 1935), 18-й космонавт, 40-й астронавт мира. Родился в г. Вязники Владимирской обл. После окончания в 1958 г. МАИ работал инженером в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия"), проектировал бортовые системы космических аппаратов, кандидат технических наук. Принят в первую группу космонавтов для подготовки к полетам на КК "Союз" в 1966 г. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (1-й набор) в 1968 г. С 1968 г. по 1981 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-5, -6, -10, -11, -19, -30 и -36" и по программам групповых полетов кораблей "Союз", экспедиций на ОС "Салют-1, -4 и -6", "Союз"-"Аполлон" и "Интеркосмос" (советско-польский и



-венгерский полеты), лунной программе. Выполнил 3 полета общей продолжительностью 18 сут 17 ч 59 мин 22 с в качестве бортинженера экипажей КК "Союз-6 и -19" и "Союз-36/35" на ОС "Салют-6": 11–16.10.1969 (групповой полет КК "Союз-6–8"), 15–21.07.1975 ("Союз"-"Аполлон") и 26.05–3.06.1980. В полете на КК "Союз-6" впервые в мире проведена сварка ме-

таллов в космосе различными способами. Во втором полете впервые в мире были состыкованы корабли разных стран и выполнена советско-американская программа экспериментов. В третьем полете на станции "Салют-6" осуществлены советско-венгерские исследования. Ушел из отряда космонавтов в 1993 г. Продолжает работать в РКК "Энергия" заместителем начальника одного из отделений. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, им. Ю.А. Гагарина (ФАИ) и "За заслуги в развитии науки и перед человечеством" (Чехословакия), другими орденами и медалями. Удостоен звания Герой Венгрии. Почетный гражданин нескольких городов России и США.

**Лавейкин Александр Иванович** (р. 1951), 61-й космонавт, 200-й астронавт мира. Родился в Москве. После окончания в 1974 г. МВТУ им. Н.Э. Баумана работает инженером в РКК "Энергия", участвует в создании и испытаниях новых образцов ракетно-космической техники. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энер-



гия" (4-й набор) в 1978 г. С 1980 г. по 1987 г. проходил подготовку по программам

полетов на ОС "Салют-7" и "Мир". Выполнил полет в качестве бортинженера экипажа КК "Союз ТМ-2/3" в первой длительной экспедиции на ОК "Мир" продолжительностью 174 сут 03 ч 24 мин 56 с: 5.02–30.07.1987 (ЭО-1). Совершил 3 выхода в открытый космос общей длительностью 8 ч 49 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1994 г. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

\* Продолжение. Начало см.: 2001, №№ 1–3.

**Лазарев Василий Григорьевич** (1928–1990), 26-й космонавт, 64-й астронавт мира. Родился в с. Порошино Алтайского края. Увлёкся авиацией еще в школе и после ее окончания сдал экзамены в Свердловскую спецшколу ВВС, но из солидарности с другом поступил в медицинский институт. Учился в Свердловском медицинском институте и работал врачом в травматологическом отделении клиники этого института. Затем перешел на военно-медицинский факультет при Саратовском медицинском институте и в 1952 г. его окончил, работал начальником лазарета. Вошел в только что организованную группу врачей-лётчиков. В 1954 г. окончил Чугуевское военное авиационное училище лётчиков, служил в авиационных частях сначала лётчиком-инструктором, затем старшим лётчиком-испытателем-врачом. Летал на самолетах многих типов, испытывал кислородное оборудование и противо-



перегрузочные костюмы, проводил медицинские эксперименты, "поднимался" в барокамере на высоту до 40 км, участвовал в составлении методик тренировок в условиях невесомости, разрабатывал тренажеры для имитации перегрузок. Получил квалификацию "Военный лётчик-испытатель первого класса", полковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (3-й набор) в 1966 г. С 1968 г. по 1981 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-9, -12, -17, -18А, Т-2 и -3" и по программам длительных полетов на ОС "Салют-4 и -6". Выполнял полет 27–29.09.1973 на

КК "Союз-12" в качестве командира корабля по программе испытаний его бортовых систем. Продолжительность полета – 1 сут 23 ч 15 мин 32 с. Второй полет был аварийным: в работе второй ступени РН "Союз" произошло отклонение от заданных параметров движения, и система спасения автоматически выдала команду на спуск КК "Союз-18А". Суборбитальный полет продолжался 21 мин 27 с, спускаемый аппарат приземлился на склоне горы, и только по счастливой случайности экипаж благополучно эвакуировали. Программа полета предусматривала двухмесячную экспедицию на станцию "Салют-4". Тренировался для участия в экспедициях на ОС "Салют-6", но больше полететь не довелось. Ушел из отряда космонавтов в 1985 г. Работал в ЦПК. Умер после тяжелой болезни. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Почетный гражданин ряда городов России и Казахстана.

**Лазуткин Александр Иванович** (р. 1957), 86-й космонавт, 353-й астронавт мира. Родился в Москве. Занимался в детско-юношеской спортивной школе, победитель соревнований по спортивной гимнастике. Увлекался астрономией, занимался авиационно-техническим и парашютным спортом в аэроклубе МАИ, после окончания которого в 1981 г. работал на кафедре института "Механическое оборудование летательных аппаратов". С 1984 г. работает инженером в РКК "Энергия". Участвовал в разработке программ подготовки космонавтов на динамических стендах и работы в открытом космосе. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей



РКК "Энергия" (10-й набор) в 1992 г. С 1994 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-23 и -25" по программам ЭО-21 и -23, участвовал в американской и немецкой космических программах на ОК "Мир". Выполнял полет 10.02–14.08.1997 (ЭО-23/"Мир-97") в качестве бортинженера экипажа КК

"Союз ТМ-25" на ОК "Мир" длительностью 185 сут 01 ч 41 мин 43 с. При повторной стыковке 25.06.1997 грузовой КК "Прогресс М-34" столкнулся с модулем "Спектр" и, повредив солнечные батареи и обшивку, вызвал его разгерметизацию и выход из строя аппаратуры. Экипаж предпринял экстренные меры и продолжил работу, но "Спектр" впоследствии больше не использовался. С 1999 г. соучредитель Центра космического сотрудничества "Планета Земля", член жюри молодежных конкурсов "Космос", занимается распространением знаний о космонавтике. Герой России. Награжден орденом "За заслуги перед Отечеством", другими орденами и медалями.

**Лебедев Валентин Витальевич** (р. 1942), 29-й космонавт, 70-й астронавт мира. Родился в Москве. После окончания в 1966 г. МАИ работал инженером-конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия"), одновременно занимался в аэроклубе. Освоил несколько спортивных самолетов (в т.ч. реактивные) и вертолет, учился в школе летчиков-испытателей. Принимал участие в разработке и испытаниях новых систем космических аппаратов. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (2-й набор) в 1972 г. С 1973 г. по 1989 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз-13, -27, -29, -32, Т-4 и -5" и по программам полетов на ОС "Салют-6 и -7", советско-французской программе. Выполнил 2 полета в качестве



бортинженера общей длительностью 219 сут 06 ч 07 мин: 18–26.12.1973 на КК "Союз-13" и 13.05–10.12.1982 на ОС "Салют-7" (КК "Союз Т-5/7"). Совершил выход в открытый космос продолжительностью 2 ч 33 мин. В первом полете с помощью системы телескопов "Орион-2" провел астрофизические наблюдения и спектрографирование участков звездного неба, по мате-

риалам результатов исследований стал кандидатом физико-математических наук. В 1989 г. переведен в отряд космонавтов Академии наук СССР, обучался в заочной аспирантуре, защитил докторскую диссертацию в 1992 г. Готовился по программе астрофизических исследований на модуле "Квант" (обсерватория "Рентген") ОК "Мир", но не попал в экипаж экспедиции. Ушел из отряда космонавтов в 1993 г. Работал заведующим лабораторией, с 1994 г. – директор Научного геоинформационного центра РАН, академик РАН (2000 г.). Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотой медалью А. Беккера, французским орденом Почетного легиона, другими орденами и медалями. Почетный гражданин ряда городов России, Казахстана и Грузии.

**Левченко Анатолий Семенович** (1941–1988), 64-й космонавт, 204-й астронавт мира. Родился в г. Краснокутске на Украине. В 1963 г. закончил Черниговское высшее авиационное училище летчиков, до 1971 г. служил в авиационных частях. В 1971 г. окончил школу летчиков-испытателей при Летно-исследовательском институте им. М. Громова (ЛИИ), освоил 80 типов самолетов и налетал более 4500 ч. С 1971 г. работал летчиком-испытателем в Летно-испытательном центре ЛИИ. Получил квалификацию "Летчик-испытатель первого класса", почетное звание



"Заслуженный летчик-испытатель СССР". Зачислен в отряд космонавтов-испытателей ЛИИ (1-й набор) в 1980 г. для подготовки к полетам на КК "Буран". В 1980–82 гг. прошел общекосмическую подготовку. С 1983 г. по 1987 г.

проходил подготовку по программе полета на ОС "Мир". В 1985–87 гг. выполнил испытательные полеты на самолете-аналоге БТС-002 для отработки схемы посадки по штатным траекториям спуска корабля многообразного использования "Буран". Готовился к испытательным полетам как командир КК "Буран". Выполнил полет 21–29.12.1987 г. (ЭП-1) в качестве космонавта-исследователя экипажа КК "Союз ТМ-4/6" на ОК "Мир" длительностью 7 сут 21 ч 58 мин 12 с. Умер после тяжелой болезни. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

**Леонов Алексей Архипович** (р. 1934), 11-й космонавт, 15-й астронавт мира. Родился в с. Листвянка Кемеровской обл. в семье шахтера. Окончив в 1957 г. Чугуевское военное авиационное училище летчиков, служил в авиа-

ционных частях ВВС. Пройдя жесточайший медицинский отбор в отряд космонавтов, приехал в феврале 1960 г. в Центральный авиационный госпиталь на окончательную медкомиссию. Передумал и хотел вернуться в свою

часть, но Ю.А. Гагарин уговорил его остаться. Попал в первый набор отряда космонавтов в 1960 г. С 1961 г. по 1965 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Восток-5" и "Восход-2". Первый полет совершил в качестве

второго пилота КК "Восход-2" (совместно с П.И. Беляевым) 18–19.03.1965. Впервые в мире вышел в открытый космос, удалялся от корабля на расстояние до 5 м и провел вне шлюзовой камеры 12 мин 09 с, затем благополучно возвратился в кабину. Во время полета отказали некоторые системы корабля, экипаж был на грани аварии. При возвращении на Землю пришлось применить ручное управление. Из-за ошибки в ориентации корабль приземлился в сибирской тайге под г. Пермь. Космонавтам пришлось два дня ждать спасателей в глубоком снегу на морозе. В 1966 г. окончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского. В 1967–69 гг. готовился возглавить первый экипаж сначала для облета Луны, а затем по программе высадки на Луну. Лунная программа была отменена (Земля и Вселенная, 1993, №№ 4, 5), он стал готовиться к полетам на орбитальных станциях. В 1970–73 гг. проходил тренировку в качестве командира дублирующего и основного экипажей КК "Союз-10 и -11" по программам полета на ОС "Салют". Медики отстранили от полета бортинженера В.Н. Ку-



басова, и экипаж был заменен. Назначен командиром первого экипажа ОС "Салют-2" (из-за разгерметизации запуска экипажем отменили), затем – командиром экипажа КК "Союз" для автономного полета в сентябре 1972 г. (не состоялся). Стал готовиться для работы на станции ("Космос-557"), в результате аварии системы ориентации она израсходовала топливо и прекратила существование. Второй полет выполнил в качестве командира экипажа КК "Союз-19" 15–21.07.1975 по международной программе "ЭПАС" (экспериментальный полет кораблей "Аполлон" и "Союз"). Впервые корабли разных стран произвели стыковку, советский и американский экипажи выполнили совместные научно-технические эксперименты, астро-

физические и медико-биологические исследования. Длительность двух полетов – 7 сут 33 мин 08 с. В 1972–82 гг. – заместитель начальника ЦПК им. Ю.А. Гагарина по космической подготовке, с 1976 г. – командир отряда космонавтов. В 1981 г. защитил диссертацию (кандидат технических наук) и получил Государственную премию СССР. Ушел из отряда космонавтов в 1982 г. До 1992 г. – первый заместитель начальника ЦПК по летной и космической подготовке. Ушел в отставку в звании генерал-лейтенанта. С 1993 г. – президент инвестиционного фонда "Альфа-капитал". Действительный член Международной академии астрономии. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, им. Ю.А. Гагарина (ФАИ), "За заслуги в развитии науки и перед человечеством" (Чехословакия) и "Космос", другими орденами и медалями. Удостоен званий Герой Болгарии и Вьетнама. Его именем названы кратер на Луне и малая планета. Почетный гражданин ряда городов России, Болгарии, Казахстана, США и ФРГ.

**Ляхов Владимир Афанасьевич** (р. 1941), 45-й космонавт, 91-й астронавт мира. Родился в г. Антрацит на Украине. После окончания в 1964 г. Харьковского высшего военного авиационного училища летчиков до 1967 г. служил в частях ВВС. Освоил несколько типов самолетов, налетал более 2000 ч. Получил квалификацию "Военный летчик первого класса" и "Летчик-испытатель третьего класса". Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (4-й набор) в 1967 г. С 1970 г. по 1989 г. проходил подго-



товку в составе экипажей КК "Союз-25–27, -29, -32, -39, Т-5, -8, -9, ТМ-5 и -6" по программам длительных экспедиций на ОС "Салют-4, -6 и -7" и ОК "Мир" (ЭО-3/4 и ЭП-2), совет-

ско-болгарской программе. Без отрыва от подготовки к полетам окончил Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина, генерал-майор. Выполнил 3 полета в качестве командира экипажей общей продолжительностью 333 сут 07 ч 48 мин 37 с: 25.02–19.08.1979 на ОС "Салют-6" (КК "Союз-32/34"), 27.06–23.11.1983 на ОК "Салют-7" – "Космос-1443" (КК "Союз Т-9") и 29.08–7.09.1988 на ОК "Мир" (КК "Союз ТМ-6/5"). Совершил 3 выхода в открытый космос общей длительностью 7 ч 08 мин. При завершении пер-

вого полета экипажу пришлось в открытом космосе оттолкнуться от станции антенно радиотелескопа КРТ-10. Она зацепилась за корпус станции при отстреле после проведения программы астрофизических наблюдений.

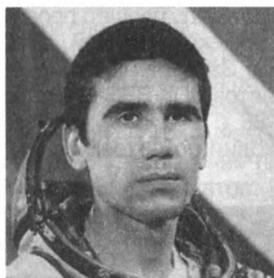
**Макаров Олег Григорьевич** (р. 1933), 27-й космонавт, 65-й астронавт мира. Родился в с. Удомля Калининградской обл. После окончания в 1957 г. МВТУ им. Н.Э. Баумана работает инженером-конструктором в ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия"). Принимал участие в создании КК "Восток", "Восход" и "Союз", кандидат технических наук. Принят в первую группу космонавтов для подготовки к полетам на КК "Союз" в 1966 г. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК "Энергия" (1-й набор) в 1968 г. В 1967–69 гг. готовился в первом экипаже (вместе с А.А. Леоновым) по программам облета Луны, а затем высадки на Луну. Когда лунная программа была отменена, он стал готовиться к полетам на орбитальных станциях. С 1970 г. по 1980 г. прохо-

**Маленченко Юрий Иванович** (р. 1961), 78-й космонавт, 308-й астронавт мира. Родился в г. Светлогорске на Украине. Среднюю школу закончил в 1978 г. с золотой медалью и поступил в Харьковский институт радиоэлектроники, но затем решил связать жизнь с авиацией. После окончания в 1983 г. Харьковского высшего военного авиационного училища летчиков до 1987 г. служил в истребительном полку ВВС Одесского военного округа. Освоил свыше 10 типов самолетов, налетал более 800 ч, получил квалификацию "Военный летчик третьего класса". Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (8-й набор)

Во втором полете во время выхода в открытый космос установил дополнительные солнечные батареи на станции "Салют-7". С 1990 г. работает в ЦПК им Ю.А. Гагарина. Покинул отряд космонавтов в 1994 г. В 1995–98 гг. —



дид подготовку в составе экипажей КК "Союз-12, -17, -18, -27, Т-2 и -3" и по программам экспедиций на ОС "Салют-4 и -6". Выполнил 4 полета в качестве бортинженера общей длительностью 20 сут 17 ч. 43 мин 39 с: 27–29.09.1973 на КК "Союз-12", 5.04.1975 на КК "Союз-18А", 10–16.01.1978 на ОС "Салют-6" (КК "Союз-27/26") и 27.11–10.12.1980 на ОС "Салют-6" (КК "Союз Т-3"). В первом полете испытал мо-



в 1987 г. С 1989 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-17, -18 и -27" по программам ЭО-14-16 для полета на ОК "Мир". Без отрыва от подготовки к полетам в 1993 г. окончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуков-

заместитель Генерального директора редакционно-издательской фирмы "Россия". В 1998 г. ушел на пенсию, занимается общественной работой. Дважды Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

дифицированный корабль с новой системой жизнеобеспечения и скафандрами (после гибели экипажа "Союз-11"). По программе второго полета экипаж должен был работать на борту станции "Салют-4", но во время запуска произошел аварийное выключение третьей ступени РН, и космонавты, испытав 20-кратную перегрузку по баллистической траектории, через 21 мин 27 с совершили вынужденную посадку в горном районе Алтайского края. Ушел из отряда космонавтов в 1986 г. Работал начальником отдела в РКК "Энергия", а с 2000 г. — главный специалист корпорации. Дважды Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями. Почетный гражданин ряда городов России и Казахстана.

ского, полковник. С 1996 г. проходил подготовку в Центре пилотируемых полетов им. Л. Джонсона (NASA) по программам STS-101 и -106 для работы на МКС. Выполнил 2 полета общей продолжительностью 137 сут 18 ч 04 мин 37 с: 1.07–4.11.1994 (ЭО-16) в качестве командира экипажа КК "Союз ТМ-19" на ОК "Мир" и 8–20.09.2000 как четвертый специалист полета экипажа КК "Атлантис" (STS-106) на МКС. Совершил 3 выхода в открытый космос общей длительностью 17 ч 21 мин. Продолжает тренировки в ЦПК. Герой России. Награжден орденами и медалями.

**Мальшев Юрий Васильевич** (1941–1998), 47-й космонавт, 95-й астронавт мира. Родился в г. Николаевске Волгоградской обл. Увлёкся авиацией и в 1963 г. окончил Харьковское высшее военное училище летчиков, затем служил в авиационных частях. Освоил несколько типов самолетов, получил квалификации “Военный летчик первого класса” и “Летчик-испытатель третьего класса”, полковник. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (4-й набор) в 1967 г. Без отрыва



от тренировок и подготовки к полетам в ЦПК заочно окончил Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина (1977 г.). С 1970 г. по 1984 г.

проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз-22, Т-2 и -11”, по программам полетов на военной ОС “Алмаз” и станциях “Салют-6 и -7”. Выполнил 2 полета в качестве командира экспедиций посещения общей продолжительностью 11 сут 19 ч 59 мин 30 с: 5–9.06.1980 (КК “Союз Т-2”) на ОС “Салют-6” и 3–11.04.1984 (КК “Союз Т-11/10”) на ОС “Салют-7”. Ушел из отряда космонавтов в 1988 г. Работал в ЦПК. Дважды Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

**Манаков Геннадий Михайлович** (р. 1950), 69-й космонавт, 229-й астронавт мира. Родился в с. Ефимовка Оренбургской обл. После окончания в 1973 г. Армавирского высшего военного авиационного училища летчиков до 1980 г. служил в различных авиационных частях ПВО. В 1980 г. закончил учебу в Центре испытания авиационной техники и подготовки летчиков-испытателей, продолжил службу летчиком-испытателем. Освоил свыше 40 типов самолетов, налетал более 2000 ч. Получил квалификации “Военный летчик первого класса” и “Летчик-испытатель первого класса”, инструктор парашютно-десантной подготовки, полковник. Без отрыва от службы окончил в 1985 г.



Ахтубинский филиал МАИ по специальности “Самолетостроение”. Принят в группу летчиков-испытателей отряда космонавтов НИИ ВВС им. В.П. Чкалова в 1985 г. для полетов по программе “Буран”. В 1985–87 гг. прошел программу общекосмической подготовки. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (9-й набор) в 1988 г. С 1988 г. по 1998 г. проходил подготовку в соста

ве экипажей КК “Союз ТМ-9, -10, -16, -22 и -24” по международным программам (“Евромир-95”, российско-американской “Мир-NASA-3” и российско-французской “Кассиопея”) и программам полетов на ОК “Мир” (ЭО-7, -13, -20 и -22). Выполнил 2 полета общей продолжительностью 309 сут 21 ч 19 мин 36 с в качестве командира экипажей КК “Союз ТМ-10 и -16” на ОК “Мир”: 1.08–10.12.1990 (ЭО-7) и 24.01–22.07.1993 (ЭО-13). Совершил 3 выхода в открытый космос общей длительностью 12 ч 43 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1996 г. Работал начальником отдела, а с 1997 г. – начальником управления в ЦПК. В 2000 г. уволен в запас. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

**Манаров Муса Хариманович** (р. 1951), 63-й космонавт, 203-й астронавт мира. Родился в Баку (Азербайджан). После окончания в 1974 г. МАИ работал инженером-конструктором в РКК “Энергия” и сменным руководителем полета ОК “Мир” в ЦУП. Зачислен в отряд космонавтов-испытателей РКК “Энергия” (4-й набор) в 1978 г. С 1981 г. по 1990 г. проходил подготовку в составе экипажей КК “Союз ТМ-4, -10 и -11”



и программам полета на ОК “Мир”. Выполнил 2 полета общей продолжительностью

541 сут 29 мин 38 с в качестве бортинженера экипажей КК “Союз ТМ-4 и -11” на ОК “Мир”: 21.12.1987–21.12.1988 (ЭО-2) и 2.12.1990–26.05.1991 (ЭО-8). Совершил 7 выходов в открытый космос общей длительностью 1 сут 10 ч 32 мин. Ушел из отряда космонавтов в 1992 г. С 1995 г. – директор акционерного общества “Выделенные интегральные сети”. Герой Советского Союза. Награжден орденами и медалями.

**Моруков Борис Владимирович** (р. 1950), 93-й космонавт, 396-й астронавт мира. Родился в Москве. После окончания в 1973 г. 2-го Московского медицинского института им. Н.И. Пирогова работал в Институте медико-биологических проблем (ИМБП). С 1975 г. учился в аспирантуре института, в 1979 г. защитил диссертацию (кандидат медицинских наук). После медицинской комиссии с 1978 г. находился в резерве отряда космонавтов. В 1978–84 гг. работал научным сотрудником ИМБП. Принимал участие в послеполетном обследовании космонавтов, выполнивших полеты на ОС "Салют-6".



В 1979–80 гг. работал в ЦУП специалистом по космической медицине и сменным руководителем группы медицинского обеспечения полетов. Зачислен в отряд космонавтов-исследователей ИМБП (5-й набор) в 1989 г. С 1992 г. проходил подготовку к полетам на

ОК "Мир", а затем на МКС. С 1988 г. – заведующий отделом ИМБП, в 1999 г. защитил докторскую диссертацию, автор более 100 научных публикаций и 4 изобретений. В 1999–2000 гг. проходил подготовку по программе полета на КК "Спейс Шаттл" и МКС в Центре пилотируемых полетов им. Л. Джонсона (NASA). Выполнил полет 8–20.09.2000 г. длительностью 11 сут 19 ч 11 мин в качестве пятого специалиста полета в экипаже КК "Атлантис" (STS-106) на МКС. Награжден орденом "За заслуги перед Отечеством", другими орденами и медалями.

**Мусабаев Талгат Амангельдиевич** (р. 1951), 79-й космонавт, 309-й астронавт мира, 1-й космонавт Казахстана. Родился в с. Каргалы в Казахстане. В 1974 г. закончил Рижский институт инженеров гражданской авиации по специальности "Радиоэлектронное оборудование", затем работал инженером авиаотряда гражданской авиации. В 1976–78 гг. – инструктор отдела политико-воспитательной работы Казахского управления гражданской авиации, с 1979 г. – заместитель командира Алма-Атинского объединенного авиаотряда по политико-воспитательной работе. В 1989 г. окончил Ульяновский центр летного, диспетчерского и инженерно-технического состава авиации, работал пилотом самолета Ту-134 Алма-Атинского объединения авиаотряда, налетал более 1800 ч. Входил в сборную Латвии по



гимнастике, чемпион СССР по высшему пилотажу, член сборной Казахстана по самолетному спорту, мастер спорта по гимнастике и по высшему пилотажу. На время подготовки к полету по Казахской космической программе на ОК "Мир" (1990 г.) временно принят в отряд космонавтов. Зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС (12-й набор) в 1991 г. С 1991 г. по 2000 г. проходил подготовку в составе экипажей КК "Союз ТМ-13, -14, -18, -19 и -27" и по программе полета на ОК "Мир", по международ-

ным космическим программам ЭО-10 (российско-казахстанско-австрийская), ЭО-15 (российско-французская), ЭО-16 (РКА-ESA) и ЭО-25 (российско-американо-французская). В 1993 г. без отрыва от подготовки к полетам окончил Актюбинское высшее летное училище, полковник. Выполнял 2 полета на ОК "Мир" общей длительностью 333 сут 11 ч 44 мин 38 с: 1.07–4.11.1994 в качестве бортиженера экипажа КК "Союз ТМ-19" (ЭО-16) и 29.01–25.08.1998 в качестве командира экипажа КК "Союз ТМ-27" (ЭО-25/NASA-7/"Перас"). Совершил 8 выходов в открытый космос общей продолжительностью 1 сут 19 ч 02 мин. Готовится к полетам на МКС. В 2000 г. защитил диссертацию на степень кандидата технических наук. Герой России. Награжден орденами и медалями.

**Николаев Андриян Григорьевич** (р. 1929), 3-й космонавт, 5-й астронавт мира. Родился в д. Шоршелы в Чувашии. В 1947 г. окончил Мариинско-Посадский лесотехнический техникум и до 1950 г. работал мастером по заготовке леса в Карелии. После окончания в 1954 г. Фрунзенского военного авиационного училища летчиков до 1976 г. служил в частях ВВС. Зачислен в первый отряд космонавтов ЦПК ВВС в 1960 г. С 1960 г. по 1970 г. проходил подготовку для полетов на КК "Восток", "Восход" и "Союз" и по лунной программе. 11–15.08.1962 г. совершил полет на КК "Восток-3". Корабль "Восток-4" (стартовал 12.08.1962 г.), пилотируемый П.Р. Поповичем, сблизился с КК "Восток-3" на расстояние до 5 км. Впервые в мире проведен групповой полет кораблей длительностью 70 ч, поддерживалась радиосвязь между космонавтами и с Землей, передавались телевизионные изображения



космонавтов. В полете космонавты провели медико-биологические и другие эксперименты. В 1963–68 гг. – командир отряда космонавтов. Без отрыва от подготовки к полетам окончил в 1968 г. Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е.Жуковского. Второй полет состоялся 1–19.06.1970 г. на КК "Союз-9" (совместно с В.И. Севастьяновым), экипаж выполнил научно-технические и медико-биологические исследования. Установлен рекорд длительности полетов на кораблях – 17 сут 17 ч. Выполнил 2 полета общей про-

должительностью 21 сут 15 ч 21 мин. В 1975 г. стал кандидатом технических наук. С 1974 г. по 1992 г. – первый заместитель начальника ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Ушел из отряда космонавтов в 1982 г. Вел общественную работу и был депутатом Верховного Совета РСФСР. В 1992 г. уволен в запас в звании генерал-майора. Почетный член Международной академии астронавтики. Присуждены Государственная премия СССР и премия Международной академии астронавтики. Дважды Герой Советского Союза. Награжден Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, им. Ю.А. Гагарина (ФАИ) и "Космос", другими орденами и медалями, в том числе иностранными. Удостоен званий Герой Болгарии, Вьетнама и Монголии. Почетный гражданин ряда городов России, Болгарии, Казахстана, Чехии, Монголии, Алжира. Его именем назван кратер на Луне.

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

*(Продолжение следует)*

*С.А. ГЕРАСЮТИН,  
Е.П. ЛЕВИТАН*

## Топливо из лунного сырья

В первой четверти XXI в. с помощью космонавтики предстоит решить такие задачи, как удаление радиоактивных отходов, очистка околоземного пространства от техногенного мусора и создание систем экологически чистого энергоснабжения Земли из космоса. С ростом грузопотока на околоземную орбиту изменится и структура полезных нагрузок ракет-носителей. Большую их часть будет составлять ракетное топливо – до 70–80%. Автор предлагает один из способов промышленного получения топлива для двигательных установок космических аппаратов и носителей из дешевого лунного сырья.

### НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ ЛУННЫХ РЕСУРСОВ

При удельной стоимости выведения на околоземную орбиту грузов даже перспективными носителями (не ниже 700 долларов/кг) ежегодные затраты на запуски только ракетного топлива после 2030 г. составят примерно 5 млрд. долларов. Их, вероятно, можно снизить, если,

например, ракетное топливо (для двигателя КА) вырабатывать из лунного сырья и доставлять на околоземную орбиту. Стоимость лунного топлива будет, по крайней мере, на порядок ниже. Ежегодная экономия на космические транспортные операции составит примерно 4.5 млрд. долларов (о чем подробнее будет сказано ниже).

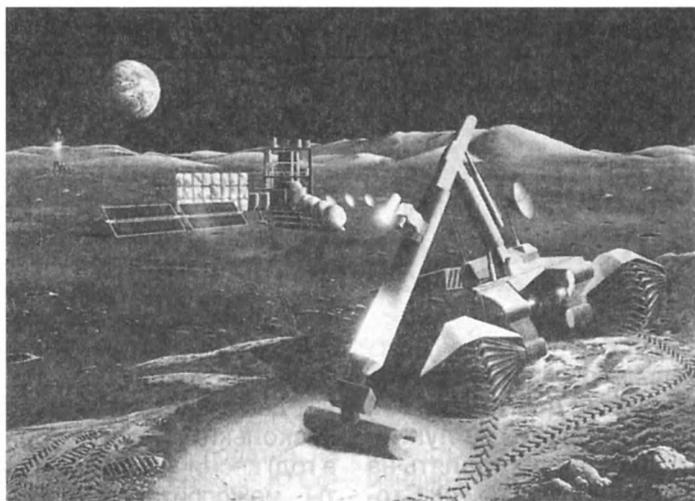
Общая масса топлива, доставленного с Луны на орбиту за эксплуатационный цикл основных элементов системы – лунного топливного завода, транспортных космических аппаратов и топливозаправочной станции, – должна превысить их массу в 10 раз. Предлагаемая идея (изготовление топлива на Луне и доставка на околоземную орбиту) уменьшит это соотношение, по крайней мере, в 20 раз и сделает систему рентабельной.

Радикально удешевит космические полеты использование на автоматических многоразовых транспортных КА двигателей, работающих на топливе, произведенном из лунного сырья и доставляемом на околоземную орбитальную станцию. Работая на коммерческой

основе, станция обеспечит дешевым топливом (до нескольких тысяч тонн в год) космические аппараты, межорбитальные буксиры и разгонные блоки ракет-носителей для выполнения любых программ практического освоения космоса.

### ЛУННОЕ СЫРЬЕ

**Поверхностный слой Луны** глубиной до 2.5 м образован в основном базальтами, в которых, как и на Земле, преобладают пироксены (щелочные силикаты) –  $MgSiO_3$ ,  $FeSiO_3$ ; оливины (железосодержащие силикаты) –  $(MgFe)_2SiO_4$ ; ильмениты (титанистые железняки) –  $FeTiO_3$ ; плагиоклазы, состоящие преимущественно из альбита  $NaAlSi_3O_8$  и анортита  $CaAl_2Si_2O_8$ . В “лунной” промышленности наиболее пригоден реголит – тонкая пылевая фракция обломков коренных пород. Частицы реголита размером от 10 мкм до 1 мм покрыты тонким слоем элементов, имплантированных солнечным ветром (протоны, альфа-частицы и более тяжелые элементы). На лунных полюсах, по всей вероятности, находятся значительные запасы льда



Промышленный комплекс на Луне (рисунок Shimizu).

(Земля и Вселенная, 1997, № 5; 2000, № 4). Лунная атмосфера, хотя и содержит такие важные элементы, как Н,  $^4\text{He}$  и  $^3\text{He}$ , из-за крайне низкой плотности ( $10^{-7}$ – $10^{-10}$  кПа) не может быть источником сырья. Реголит включает: О(42%), Si(21%), Fe(10%), Al(10%), Ca(8%), Mg(5%) и К(0.5%). В его состав входят и более тяжелые элементы, вплоть до тория и урана, но в ничтожных количествах, а также водород (0.005%). Плотность внешнего слоя реголита – около  $1600 \text{ кг/м}^3$ , на глубине 5 см – примерно  $1000 \text{ кг/м}^3$ .

Прочность сыпучего реголита (несколько сотен кПа), делает возможным возведение **крупных промышленных сооружений** и использование транспортных средств. В программе “Аполлон” (в последних экспедициях “Аполлон-15–17”) успешно эксплуатировался двухместный луноход (масса конструкции – 211 кг, масса управляемого аппарата с двумя пассажирами и обслуживанием – около 700 кг),

развивавший скорость до 18 км/ч при мощности электродвигателей 720 Вт. Таким образом, можно создать, например, **грузовой транспорт** с мощностью энергопитания 7 кВт, массой перевозимого грунта до 5 т и радиусом перевозок около 10 км. Предлагаемое транспортное средство массой около 2 т за год может перевезти до 30 тыс. т лунного грунта.

#### ПРОИЗВОДСТВО ЛУННОГО ТОПЛИВА

Разумеется, **топливный завод** сначала нужно доставить на Луну, используя “лунное топливо”, изготовленное на Земле (кислород и алюминий). Товарное топливо, выработанное на заводе, доставляют на околоземную топливозаправочную станцию транспортные аппараты, работающие на этом же топливе. Следовательно, компоненты топлива определяют выбор двигательной установки.

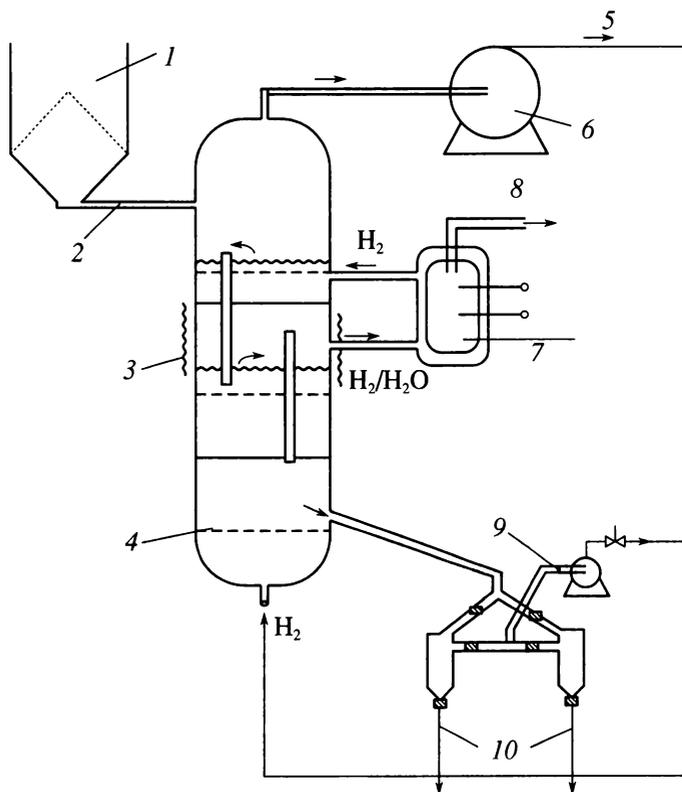
Состав сырья предопределяет использование только кислорода в каче-

стве окислителя для ЖРД, т.к. других окислителей в составе реголита нет. Выбор горючего более широк (водород, алюминий или кремний). Он определяется не столько термодинамической эффективностью топлива (скоростью истечения из сопла продуктов сгорания), сколько объемом переработки лунного сырья (реголита), необходимым для доставки полезного груза (например, лунного топлива) на орбиту назначения.

В ЖРД **лунной ракеты** возможно использование водорода, дающего наибольшую скорость истечения – 4.5 км/с. Водород обеспечивает высокую баллистическую эффективность (относительная масса полезной нагрузки лунной ракеты при выведении на окололунную орбиту) – почти в 1.8 раза больше, чем при использовании кислорода и алюминия (или равноценной пары кислород–кремний). Масса исходного сырья для варианта с водородом почти в 300 раз больше, так как доля алюминия в реголите почти в 2000 раз выше, чем водорода. В качестве топлива поэтому выбраны  $\text{O}_2 + \text{Al}$  и  $\text{O}_2 + \text{Si}$ .

При выборе рабочего тела для электроракетного двигателя (ЭРД) **межорбитального буксира** предпочтение отдано  $\text{O}_2$ , а не используемому в ЭРД калию. Несмотря на то, что при работе на калии к.п.д. ЭРД, по крайней ме-

Схема промышленной лунной установки для непрерывного производства кислорода обработкой ильменита в присутствии водорода (проект фирмы Cabotec, США): 1 – подача ильменита; 2 – нагревание руды, охлаждение газа; 3 – электрический нагреватель; 4 – охлаждение смеси, подогрев газа; 5 – охлажденный водород; 6 – насос; 7 – электролизная камера; 8 – хранилище жидкого кислорода; 9 – отделение водорода из смеси отработанных продуктов; 10 – отработанные продукты.



ре, в 1.7 раза выше, чем теоретически достижимый на  $O_2$ , содержание калия в реголите почти в 80 раз ниже, чем кислорода.

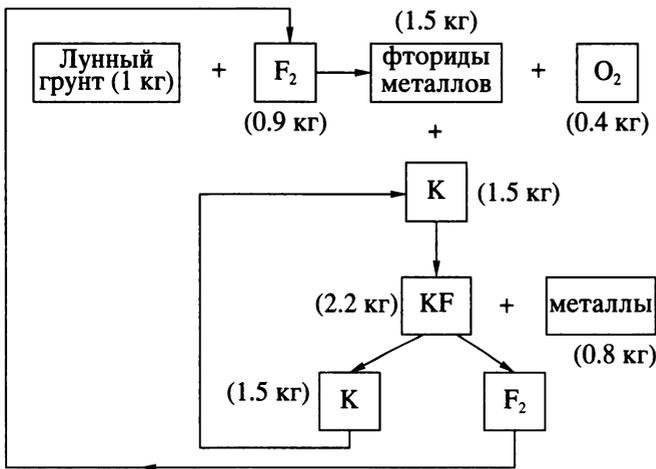
Перед комплексной переработкой реголит нагревают в солнечных печах до 1000 К с последующим охлаждением и разделением газовой смеси на воду, углекислый газ, метан, азот, водород и гелий. Отдельно перерабатывают гелий в гелий-3 (соотношение  $^3\text{He}$  и  $^4\text{He} - 1 : 3000$ ). Затем из реголита извлекают  $O_2$ , Fe, Si, Al, Ti. Источником энергии служат солнечные печи мощностью несколько МВт с температурой до 3000 К, пленочные электрические солнечные батареи с удельной массой 2 кг/кВт. Кроме того, используются газотурбокомпрессорные агрегаты для перекачки продуктов переработки, работающие в режиме рефрижераторов при хранении криогенных компонентов топлива (кислород, гелий).

Рассмотрим известную технологию извлечения  $O_2$ , Si и Al из реголита (для

снабжения **топливозаправочных станций**). Производство кислорода из реголита возможно несколькими способами: химическим, термическим (пиролизом) и электрохимическим (электролиз). Термический и электрохимический способы имеют существенный недостаток – высокую температуру плавления основных окислов: 1600 К ( $\text{FeO}$ ) и 3100 К ( $\text{MgO}$ ), и значительную энергоемкость. Развертывание **лунной энергетической системы** (ЛЭС) потребует увеличения высокого темпа доставки оборудования и объема производства кислорода. Изготовление солнечных батарей в крупных масштабах (до 100 ГВт в год) решит проблемы электроснабжения и транспор-

тировки грузов. Тогда пиролизный и электролизный методы, возможно, получат применение. На первом же этапе работы завода производительностью 1000 т жидкого кислорода в год потребуется до 10 тыс. т первичного сырья в год. Для заправочной станции с грузооборотом топлива около 3000 т в год предпочтителен химический метод добычи сырья.

Основным сырьем при химическом способе добычи кислорода может быть либо чистый ильменит, получаемый методом магнитного обогащения реголита и обрабатываемый восстановительными газами ( $H_2$ ,  $CH_4$  и  $CO$ ), либо необогащенный реголит, обрабатываемый фтором.



Получение кислорода из необогащенного реголита Луны.

В качестве восстановительного газа можно использовать водород при температуре 1070 К. В результате получается чистое (губчатое) железо, двуокись титана и вода. Вода в процессе электролиза разлагается на кислород, сжижаемый в рефрижераторе, и газообразный водород, возвращаемый в систему.

Водород доставляют с Земли в виде соединений, удобных для транспортировки (вода или гидриды калия, натрия для производства кислорода, а фторид калия – алюминия и кремния). Луноход-танкер перевозит жидкий кислород из хранилища к лунной ракете для ее заправки. Побочные материалы (Fe и  $TiO_2$ ) хранятся на складе до создания в перспективе ЛЭС. Железо (3.5 на 1 т кислорода) после плавки в солнечных печах при глубоком вакууме – высокопрочное, поскольку содержит примесей примерно в миллион раз меньше, чем земное железо. Из фольги шириной до 0.5 м, длиной бо-

лее 10 км и толщиной менее 20 мкм изготавливают пленочные электрические солнечные батареи ЛЭС с электрогенерирующим слоем кремния толщиной 2 мкм. В рулонах массой в несколько тонн она способна храниться многие годы.

Похожая технология применена в проекте автоматического завода фирмы **Carbotec** (США) производительностью 1000 т жидкого кислорода в год. Температура химического реактора – 1170 К, давление – 10 атм, скорость циркуляции оборотного водорода – 60 м<sup>3</sup>/мин. Установка достаточно компактна (масса 220 т и мощность 5 МВт) и рассчитана на переработку до 14.4 т ильменита в час.

При "окислительной" схеме конечными продуктами являются  $O_2$ , Si и Al. После обработки газообразным  $F_2$  необогащенного реголита выделяемый газообразный  $O_2$  сжижают при температуре 178 К и извлекают  $SiF_4$ , из которого с помощью электролиза получают чистый твердый кремний и возвращае-

мый в цикл газообразный фтор. Оставшиеся твердые фториды металлов обрабатываются парами калия при температуре 750 К. В результате образуются металлы Al, Fe, Ti и KF. В процессе электролиза KF разделяется на газообразный фтор и металлический калий, также возвращаемые к началу замкнутого цикла. Конечными продуктами производства, используемыми в качестве двухкомпонентного ракетного топлива, будут жидкий  $O_2$  и порошкообразные Si и Al (если двигатель выполнен по схеме ЖРД).

Затраты электроэнергии на обработку смеси из 2 кг реголита и 1 кг фтора составляют 11 кВт·ч. Для выплавки требуется следующее технологическое оборудование: доставляемая с Земли солнечная печь (с температурой в фокальной плоскости 950 К), рефрижераторная установка (с уровнем температуры 178 К), электролитическая ванна и солнечная батарея. Необходимы также в небольших количествах водород и калий, восполняющие потери в замкнутом цикле основного производства ( $O_2$ , Si и Al). Кроме того, водород используется как горючее при получении кислородно-водородного газогенераторного газа для привода турбонасосного агрегата, подающего жидкий кислород в кислородно-алюминиевый ЖРД.

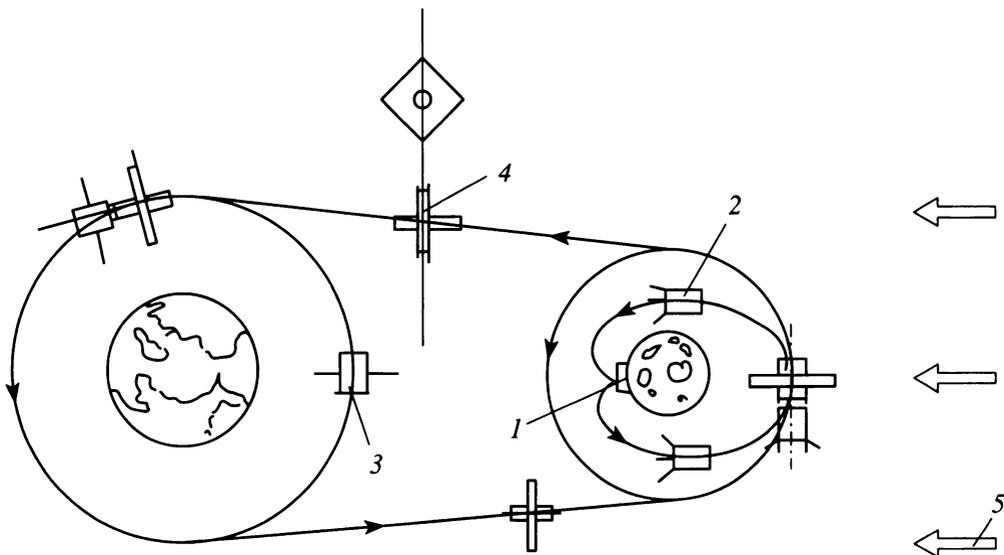


Схема взаимодействия звеньев системы лунного промышленно-транспортного комплекса и транспортных средств: 1 – лунный топливный завод; 2 – лунная ракета; 3 – топливозаправочная станция; 4 – межорбитальный буксир; 5 – солнечное излучение. Рисунок автора.

Применяя данные технологии, из реголита **извлекают компоненты ракетного топлива** для двигательной установки лунной ракеты ( $Al + O_2$  и  $Si + O_2$ ), а также материалы, необходимые в производстве солнечных батарей будущей лунной электростанции. В случае надобности можно извлекать также  $Ca$ ,  $Mg$  и  $Ti$  для изготовления, например, топливных баков и строительных конструкций лунных поселений.

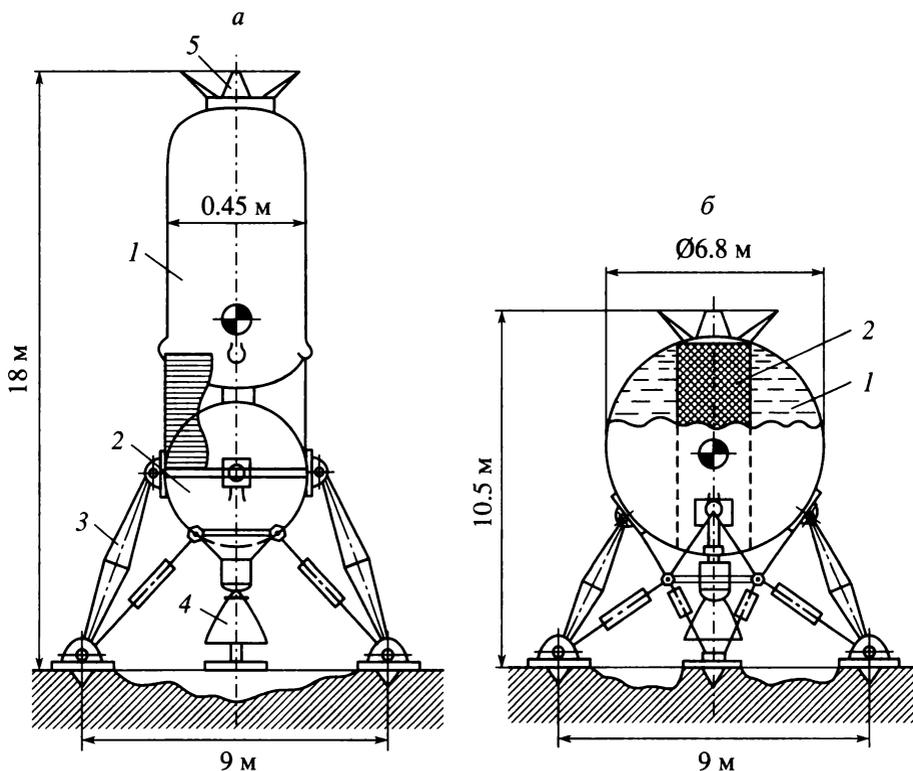
#### ЛУННАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА

Система заправки топливом (из лунного грунта) любых космических аппаратов на околоземной ор-

бите включает: лунный топливный завод, двухступенчатую космическую транспортную систему и топливозаправочную станцию (ТЗС) на низкой околоземной орбите.

При строительстве **топливозаправочной станции** используется крупногабаритный кислородно-водородный бак второй ступени ракеты-носителя “Энергия” или “Спейс Шаттл” массой примерно 50 т и объемом до 2000 м<sup>3</sup>. Бак оснащается ракетными двигателями для выведения на орбиту базирования высотой 450–500 км, системами ориентации, энергоснабжения, стыковки, а также системой активного термостатирования жидкого кислорода с помощью рефрижератора. Такой бак доставляется на орбиту в качестве попутного груза при некотором снижении массы запускаемого коммерческого груза (космический аппарат или автоматическая станция).

**Транспортная система** может состоять всего из двух автоматических многоэтажных аппаратов – **лунной ракеты и межорбитального буксира**. Наиболее выгодно расположить завод недалеко от лунного космодрома, находящегося в районе экватора. Ракета доставляет лунное топливо на низкую окололунную орбиту, где стыкуется с буксиром, заправляет его топливом и возвращается на лунный космодром. Буксир после нескольких рейсов ракеты заправляется топливом, летит к Земле, где перекачивает топливо в станцию, затем возвращается на окололунную орбиту. На лунной ракете применяется ЖРД, работающий на алюминиево-кислородном топливе тягой около 50 тс со скоростью истечения из сопла 2,5 км/с. На буксире используется ЭРД малой тяги (около 10 кгс) со скоростью истечения 80 км/с.



Заправленные топливом ракета и буксир имеют массу по 200 т.

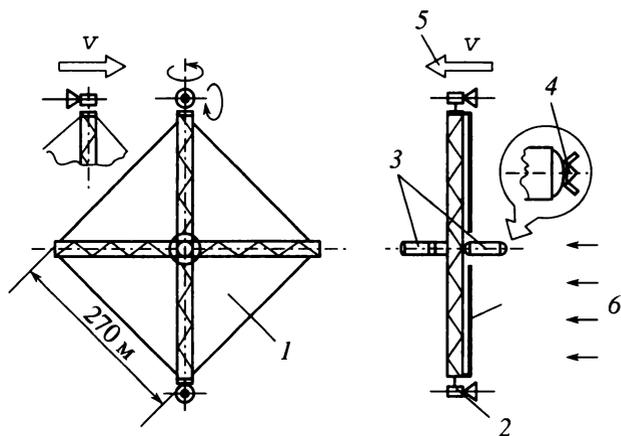
Размеры ракеты и буксира, их стартовые массы определяются стремлением иметь минимальное количество аппаратов в системе, грузоподъемностью средств выведения (ракет-носителей), опреде-

ляющей размеры незаправленного модуля, и ограничением суммарной массы состыкованных и заправленных ракеты и буксира на окололунной орбите.

Принятое значение массы заправленной ракеты 200 т соответствует сухой массе ракеты 20 т. Это поз-

Варианты (а и б) схем лунной ракеты с ЖРД на кислородно-алюминиевом топливе (рисунок автора): 1 – бак с жидким кислородом; 2 – бак с порошкообразным алюминием; 3 – посадочное устройство; 4 – двигатель; 5 – стыковочный узел с системой перекачки топлива.

воляет выводить ее на околоземную орбиту без стыковок (однопусковой вариант), используя современные носители тяжелого класса “Протон” и “Ariane-5”



Конструкция межорбитального буксира с солнечно-электрической двигательной установкой: 1 – солнечная батарея; 2 – электроракетный двигатель; 3 – баки с рабочим телом и полезным грузом (топливом); 4 – стыковочный узел с системой перекачки топлива; 5 – направление полета; 6 – солнечное излучение. Рисунок автора.

грузоподъемностью до 20 т, а также разрабатываемую в ГКНПЦ им. М.В. Хруничева РН "Ангара". Выведение буксира (сухая масса 40 т) осуществляется двумя пусками с одной стыковкой на околоземной орбите энергетического и двигательного модулей (с баками рабочего тела ЭРД) массой по 20 т. Масса энергетического модуля составит 20 т, удельная масса солнечных батарей (с габаритами 270 × × 270 м) – 2 кг/кВт и мощностью – 10 МВт, что приемлемо с точки зрения жесткости конструкции и проблем управления полетом.

В ряде проектов предложены **солнечные батареи**, близкие по габаритам и массе к тяжелым космическим аппаратам. Например, в проекте РКК "Энергия" им. С.П. Королёва размеры солнечно-электрической установки корабля марсианской экспедиции приближаются к 300–400 м. При стыковке на окололунной орбите максимальная масса системы "ракета–буксир" составит 240 т, что близко к уже эксплуатируемой массе ОК "Мир" + КК "Спейс Шаттл" (230 т). В дальнейшем космические аппараты, собираемые (Международная космическая станция) на околоземной орбите из отдельных модулей, предлагается довести до 470 т и более. Существует также проект солнечной электростанции SPS-2000 массой 220 т на экваториальной орбите высотой 1100 км. Он предусматривает передачу энергии в 10 МВт на

земным потребителям по микроволновому лучу, мощность пленочных солнечных батарей – 32 МВт (две панели размерами 300 × × 300 м). Проект разработан в 1993 г. японским Институтом космических исследований (Institute of Space and Astronautical Science) и несколькими промышленными фирмами (Toshiba Corp., Nissan Motor и др.). Конструкция аппаратов и их размерность схожи с уже имеющимися разработками, что гарантирует быстроту реализации предлагаемой системы и ее высокую надежность.

Двухкорабельная транспортная система функционирует следующим образом. Заправленная на лунном заводе 180 тоннами топлива ракета стартует с космодрома на Луне и через 50 мин выходит на окололунную экваториальную орбиту высотой 100 км. Затем из нее перегружают 58 т топлива (полезная нагрузка) в "дежурящий" на орбите буксир, а на оставшемся топливе (20 т) осуществляют торможение, сход с орбиты и посадку на тот же космодром вблизи топливного завода. Следующий старт возможен через 7 сут – длительность автоматизированного обслуживания аппарата между полетами. После трех рейсов ракеты буксир полностью заправлен товарным топливом (140 т) и рабочим телом ЭРД-буксира (25 т). Полет буксира с окололунной орбиты на околоземную (с перегрузкой 140 т товарного топлива на топливо-

заправочную станцию и возвращение на окололунную орбиту) продолжается 7.1 мес., и цикл повторяется. Особенностью полета буксира с ЭРД малой тяги, обеспечивающей ускорение всего 0.4 мм/с<sup>2</sup>, являются многовитковые спиральные траектории выхода на орбиту Луны и Земли.

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛУННОЙ СИСТЕМЫ

За 10 лет ракета в системе "**ракета–буксир**" совершит 48 рейсов в обе стороны, а буксир – 16. За это время они доставят на топливозаправочную станцию около 2200 т лунного топлива (по 220 т в год). Производительность топливного завода – 860 т в год (в том числе кислорода – 625 т в год) при темпе переработки реголита (с 20% выхода O<sub>2</sub>) – 10 тыс. т в год. При массе завода с луноходами и энергетическим комплексом в 140 т суммарная масса конструкций, выведенных на околоземную орбиту (ракета + буксир + завод), составит 195 т.

Таким образом, масса топлива, доставленного за 10 лет **эксплуатации элементов системы** на околоземную орбиту, более чем на порядок превышает массу первоначально выведенных на орбиту грузов. В этом – перспектива развития космонавтики на собственной экономической базе и реальный путь к практическому освоению космоса. До настоящего времени полеты на Луну совершались на однократных

многоступенчатых аппаратах, масса возвращаемой на околоземную орбиту полезной нагрузки была намного меньше массы КА при отлете с Земли. Так, в лунных экспедициях применялась ракетно-космическая система "Сатурн-5" – "Аполлон" со стартовой массой 2950 т, общая масса корабля, лунного модуля и последней ступени на орбите – 140 т. Возвращаемая масса грузов с Луны (130 кг образцов лунного грунта) вместе с тремя астронавтами составляла около 0.5 т. Отношение массы возвращенного груза к отлетному составляло 0.003. Для предлагаемой системы это отношение равно 11, т.е. почти в 3600 раз больше. Увеличение жизненного цикла системы, подтвержденного, например, на КК "Спейс Шаттл", даже на горнорудном и производственном оборудовании типа лунного завода удвоит этот эффект.

Дальнейшее наращивание производительности топливозаправочной системы осуществляется за счет увеличения числа буксиров, обслуживаемых одной лунной ракетой, до 10 (при повышении производительности топливного

завода, дооснастив его транспортабельными 20-т модулями). Тогда грузопоток топлива на заправочную станцию возрастет примерно до 2200 т/год, этого вполне достаточно для реализации крупномасштабных космических проектов.

Создание кислородно-алюминиевых и кислородно-кремниевых ЖРД, применяющих топливо из лунного сырья, пленочных солнечных батарей с удельной массой 2 кг/кВт, а также ЭРД, работающих на кислороде с к.п.д. до 40%, способствует формированию коммерческой системы добычи и заправки космических аппаратов лунным топливом на околоземной орбите.

Характерные стартовые массы лунных ракет и межорбитальных буксиров при массе конструкций соответственно 20 и 40 т составят 200 т. Двухкорабельные системы (минимальные – 1 ракета и 1 буксир) обеспечат перевозку 220 т/год лунного топлива на околоземную топливозаправочную станцию. За 10 лет эксплуатации общий объем доставленного к Земле топлива, по крайней мере, на порядок превысит суммарную массу

конструкций ракеты, буксира и завода. Увеличение общего парка до 11 аппаратов (1 ракета и 10 буксиров) позволит доставлять до 2200 т/год топлива и даст ежегодную экономию (по сравнению с традиционными средствами) до 1 млрд. долларов

Космодром на Луне, находящийся в экваториальной области, и кислородно-алюминиево-кремниевый топливный завод при расширении масштабов и дооснащении его производством железа станут основой солнечной космической электростанции. Перспективна система экологически чистого энергоснабжения Земли по микроволновому лучу.

Элементы космической транспортной инфраструктуры, созданные для коммерческой заправки космических аппаратов топливом, изготовленным из лунного сырья, как самостоятельные многоцелевые универсальные транспортные модули помогут решить практически любые задачи освоения космоса с относительно небольшими затратами.

*Ю.М. ЕСТЬКОВ,*  
кандидат  
технических наук

## Откуда приходят кометы?

В. П. ТОМАНОВ,  
доктор физико-математических наук  
О. В. КАЛИНИЧЕВА,  
Вологодский госпедуниверситет

В кометной космогонии выдвинуты десятки гипотез о происхождении комет. Одна из первых – гипотеза об их межзвездном происхождении, выдвинутая еще Лапласом в 1796 г. Затем она отступила в тень, когда астрономы развили идеи Оорта. В последние десятилетия все большее распространение получает гипотеза о формировании ядер комет в холодных газопылевых облаках Галактики. При прохождении Солнца сквозь такие облака кометы под влиянием солнечных и планетных возмущений переходят на околосолнечные орбиты.

### ГИПОТЕЗА МЕЖЗВЕЗДНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ КОМЕТ

По разным концепциям, местом рождения комет считаются планеты, спутники планет, астероиды, гипотетические трансплутон-

новые планеты, межзвездные газопылевые облака и даже Солнце. В истории кометной космогонии можно выделить три периода: до 1940 г. кометы считались малосущественным компонентом Вселенной; несколько десятилетий разрабатывалась идея Оорта об околосолнечном кометном облаке; в последнее время интенсивно исследуется захват комет из межзвездного облака. Предположение об образовании комет вне Солнечной системы первым высказал Иммануил Кант в 1755 г. П.С. Лаплас в 1796 г. из соотношения числа эллиптических и гиперболических кометных орбит сделал вывод, что кометы поступают к Солнцу из межзвездного пространства. В настоящее время в пользу этой гипотезы можно привести несколько важных аргументов.

Теоретически обоснована **возможность конденсации кометных льдов в**

**межзвездных облаках.** Впервые академик В.Г. Фесенков показал, что в межзвездной среде возможна конденсация частиц среды на зернах тугоплавких элементов, например на железных пылинках, с образованием водяного льда и замерзшего метана. По мнению В.Г. Фесенкова, тесные скопления возникающих при этом частиц служат ядрами неперIODических комет. В качестве механизма образования комет в межзвездной среде японский исследователь У. Ябушита в 1983 г. рассмотрел процесс оседания пылевых частиц в облаках нейтрального газа. Оказалось, этот процесс наиболее эффективен в холодных глобулах ( $T = 40$  К). Нидерландский астрофизик Дж. Гринберг в 1984 г. проследил эволюцию межзвездной пыли до агрегации в кометезимали (сгустки пылевых частиц, покрытых ледяными оболочками) за 5 млрд. лет

и пришел к заключению: кометы – продукты межзвездной пыли. С. Клуб и У. Напир в 1985 г. оценили среднюю плотность комет в молекулярных облаках: одна комета в кубе со стороной  $\approx 3$  а.е.

Получены данные о тождественности химического состава комет и межзвездной среды. Американские астрофизики К. О’Делл в 1971 г., А. Кук и Н. Викрамазинх в 1976 г. сравнили инфракрасный спектр (ИК) некоторых комет и инфракрасного источника в Орионе с теоретическими спектрами сферических пылинкок и пришли к выводу о подобии свойств комет и межзвездных пылинкок.

Группой академика Р.З. Сагдеева в 1989 г. с помощью масс-спектрометров, установленных на космических аппаратах “Вега”, исследованы свойства и химический состав компонентов пылевых частиц кометы Галлея. В частности, показано, что все изотопные соотношения, в том числе  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ , согласуются со средним космическим содержанием изотопов. По заключению авторов, полученные результаты говорят о сходстве межзвездной и кометной пыли.

Недавно комета С/1992 В2 Хиякутаке добавила новый существенный аргумент в пользу гипотезы межзвездного происхождения комет: в ее коме впервые обнаружено свечение молекул изоциановой кислоты ( $\text{HNC}$ ), которое ранее наблюдалось только в межзвездных об-

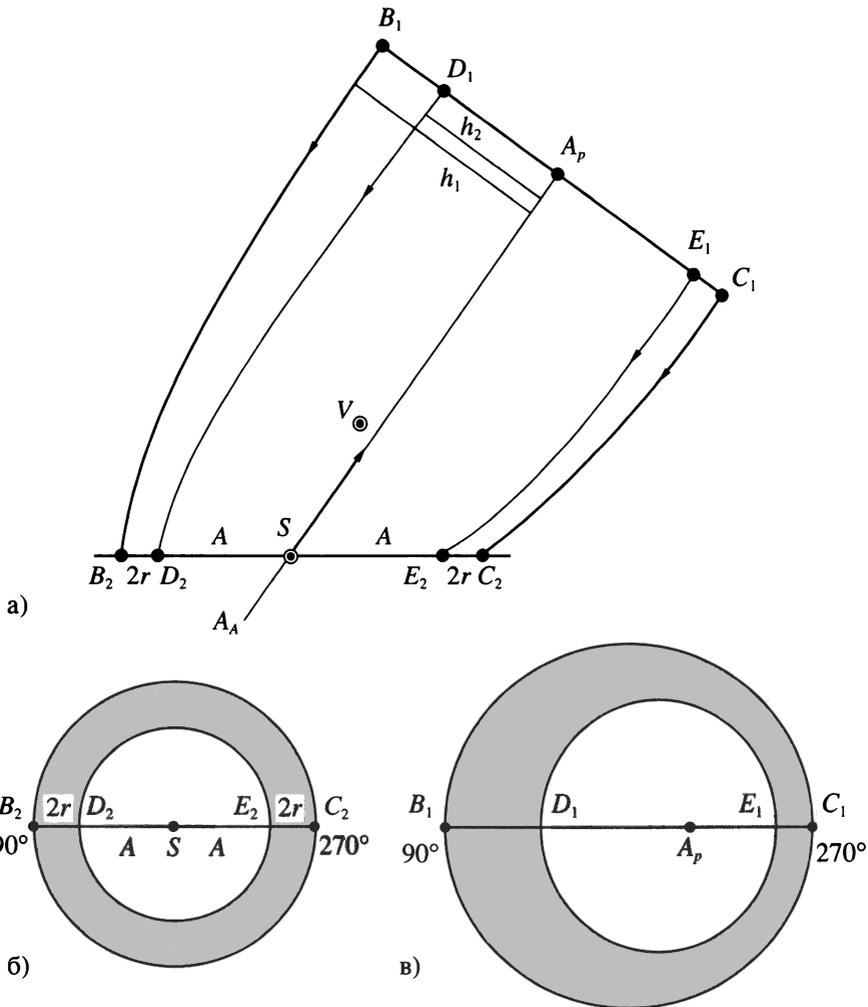
лаках. По мнению украинского исследователя комет К.И. Чурюмова, данная комета не “вырвана” из облака Оорта, а пришла в Солнечную систему из межзвездного пространства.

**Сближения Солнца с межзвездными облаками**, как доказали английские астрономы Фред Хойл и Р.А. Литтлтон в 1939 г., сопровождалась захватом материи и резким изменением климата. Американский астрофизик У. Мак-Кри в 1975 г. показал, что Солнце, двигаясь по своей галактической орбите, могло несколько раз пересечь пылевые полосы (с интервалом около 100 млн. лет). В колонке лунного грунта, взятой экипажем “Аполлона-15”, обнаружены три слоя космической пыли, интервалы между выпадениями которых соответствуют “циклам Мак-Кри”. Напомним, что общий приток кометного вещества на поверхность Земли за 4 млрд. лет оценивается величиной до 5% от современной массы земной коры.

В работе американских астрофизиков П. Тэдэса и Г. Чэнэна в 1985 г. рассмотрены сближения с кометами при вертикальных колебаниях Солнца около галактической плоскости (полупериод  $33 \pm 3$  млн. лет). У. Напир в том же 1985 г. проанализировал механизм захвата комет при прохождении Солнца через спиральные рукава Галактики. Отмечены циклы в 25, 30, 50 и 100 млн. лет. Захват комет мог происходить несколько мил-

лионов лет назад, когда Солнце вышло из Орионовой спиральной ветви. Последнее ледниковое оледенение (2–6 млн. лет назад) могло быть связано с экранированием солнечной радиации при погружении Солнечной системы в пылевое облако. Из анализа периодичности кратерообразования на поверхности Земли сделан вывод, что кометная бомбардировка Земли, вызванная прохождением Солнечной системы через межзвездные газопылевые облака, происходила с периодом около 20–30 млн. лет. П. Хатт и его коллеги в работе 1987 г. показали, что кометные потоки и связанное с ними кратерообразование на Земле в прошлом происходили 0.5–1 млн. лет назад, а также 35, 65 и 99 млн. лет назад. Вероятно, последнее погружение Солнечной системы в межзвездное облако произошло 1–2 млн. лет назад. Учитывая, что возраст долгопериодических комет по фотометрическим оценкам также составляет 1–2 млн. лет, можно предположить, что их захват состоялся в эпоху последнего прохождения Солнца через межзвездное облако.

Часто встречающийся упрек в адрес гипотезы межзвездного происхождения комет об отсутствии сегодня гиперболических комет несостоятелен. Только в эпоху захвата могли бы наблюдаться кометы с резко выраженными гиперболическими эксцентриситетами орбит. Сейчас доступны нашему



Эффект гравитационной фокусировки.

а) Поток кометных ядер идет в Солнечную систему из радианта, совпадающего с апексом движения Солнца относительно близких звезд  $A_p$ . При сближении с Солнцем комета переходит на гиперболическую орбиту вокруг Солнца. Солнце  $S$  – общий фокус всех гипербол.

б) Зона захвата комет на эклиптике. В проекции на эклиптику – это кольцо шириной  $2r$ .

в) Зону захвата пересекает поток кометных ядер, вышедших на бесконечности из деформированного кольца, наибольшая ширина которого – над эклиптической долготой  $90^\circ$ .

наблюдению только кометы, захваченные Солнцем в прошлом и успевшие сделать несколько оборотов вокруг него.

**Захват межзвездных комет**, движущихся в Солнечную систему из апекса Солнца, рассматривали ряд авторов. Задача решалась методом “склеивания” сфер влияния: из бесконечности кометное ядро движется по невозмущенной гелиоцентрической гиперболе, на входе кометы в сферу влияния планеты со-

вершается переход к планетоцентрическому движению, на выходе кометы из сферы влияния – обратный переход к гелиоцентрическому движению.

ГРАВИТАЦИОННАЯ  
ФОКУСИРОВКА

Речь идет о свойстве объекта отклонять проходящий мимо поток частиц и собирать (фокусировать) его. Гравитирующий объект действует при этом подобно линзе. Такая фоку-

сировка межзвездной материи происходит, например, при движении Солнца сквозь молекулярное облако. Если в облаке содержатся кометные ядра, то орбита каждого кометного ядра – гипербола с фокусом в Солнце. Плоскости всех начальных кометных орбит составляют пучок плоскостей с общей осью  $A_p A_A$ , соединяющей апекс пекулярного движения Солнца  $A_p$  и антиапекс  $A_A$ . Солнце – общий фокус всех гипербол. Любая орбита пересекает антиапексиальную полуось движения Солнца  $SA_A$ , идущую от Солнца к антиапексу. Данное явление принято именовать эффектом **гравитационной фокусировки**.

Пусть поток кометных ядер идет в Солнечную систему из радианта, совпадающего с апексом пекулярного движения Солнца  $A_p$ , эклиптические координаты которого долгота  $\lambda = 270^\circ$ , широта  $\beta = 53.5^\circ$ . Орбита каждого кометного ядра – гипербола с фокусом в Солнце. Удельный момент количества движения кометных ядер  $K$ , движущихся из апекса Солнца линейно-параллельным потоком, определяется по формуле

$$K = hV_\infty = \frac{RV_\infty}{2} \times \sin\theta \left[ 1 \pm \sqrt{1 + \frac{4GM}{RV_\infty(1 + \cos\vartheta)}} \right],$$

где  $V_\infty$  – скорость кометы на бесконечности,  $R$  – гелиоцентрический радиус-вектор кометного ядра (для ядра, движущегося по траектории  $B_1 B_2$  в момент пересечения эклиптики

$R = SB_2$ ),  $M$  – масса Солнца,  $G$  – гравитационная постоянная,  $\theta = \arccos(-\cos\beta \times \sin L)$  – угол между вектором  $R$  и направлением на апекс (для ядра, движущегося по траектории  $B_1 B_2$  в момент пересечения эклиптики  $\theta = A_p SB_1$ ),  $h$  – расстояние кометного ядра от оси движения Солнца,  $L$  – долгота планеты.

Для захвата необходимо, чтобы кометное ядро прошло **через сферу действия планеты**, радиус которой  $r$  зависит от массы планеты и расстояния ее от Солнца. Общая область захвата около орбиты планеты – тор, внутри которого перемещается сфера действия. Зона захвата на эклиптике – кольцо шириной  $2r$ . Вследствие гравитационной фокусировки на это кольцо поступает поток  $\Phi$ , вышедший в бесконечности из деформированного кольца. Форма последнего определяется разностью наибольшей ширины кольца  $h_1$  и наименьшей  $h_2$  – величиной  $\Delta h = h_1 - h_2$ . Значения  $h_1$  и  $h_2$  можно вычислить, используя формулу для момента количества движения  $K$  при  $R = A + 2r$  и  $R = A$ . В итоге нетрудно получить, что максимальная ширина кольца – на долготе  $90^\circ$ .

Таким образом, наибольшее число кометных ядер может попасть в сферу действия планеты в эпоху, когда она проходит долготу  $90^\circ$ . Подтверждением этого прогноза служит гистограмма распределения 260 комет с эллиптическими орбитами

по моменту прохождения через перигелий  $T_0$ : максимум приходится на декабрь, когда долгота Земли –  $90^\circ$ .

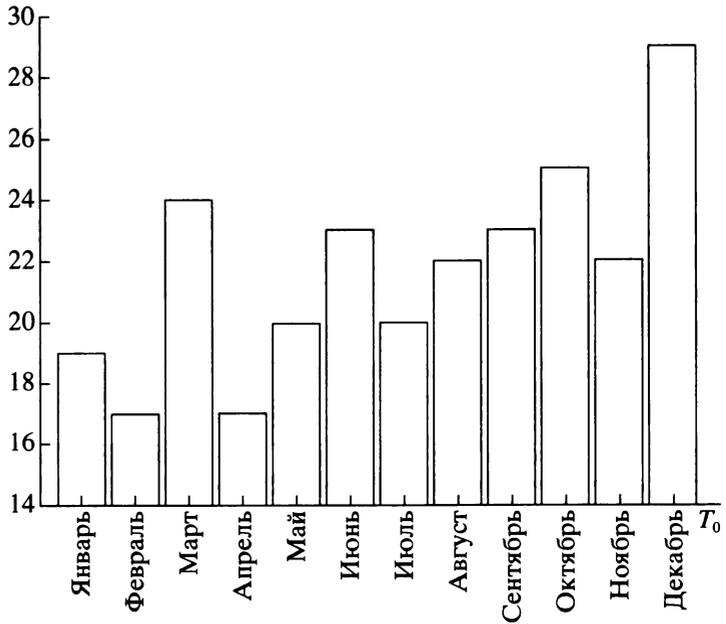
Теоретическое распределение потока межзвездной материи вдоль орбиты планеты напоминает синусоиду, максимум которой расположен около долготы  $L = 90^\circ$ , минимум – вблизи  $L = 270^\circ$ . Таким образом, эффективность захвата вдоль орбиты планеты должна изменяться по квазисинусоидальному закону. Вследствие квазисинусоидальной гравитационной фокусировки некоторые параметры кометных орбит обнаруживают зависимость от  $L$  с двумя экстремумами. Среди них большая полуось орбиты  $a$  (в расчетах чаще используется величина  $1/a$  – обратная большая полуось) и  $q$  – перигелийное расстояние.

Эффект квазисинусоидальной гравитационной фокусировки выявлен нами в ходе изучения механизма захвата межзвездных комет, идущих в Солнечную систему из апекса Солнца. Дать небесно-механическую интерпретацию этого эффекта в рамках других космогонических гипотез вряд ли возможно.

#### СЕМЕЙСТВА ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИХ КОМЕТ

Из гипотезы захвата следует, что на окончательную гелиоцентрическую орбиту комета выйдет из сферы действия планеты. Следовательно, при последующих обраче-

Распределение комет с эллиптическими орбитами по моменту их прохождения  $T_0$  через перигелий. Максимальное число комет (29) прошло через перигелий в декабре, когда эклиптическая долгота Земли –  $90^\circ$ .



ниях путь кометы на невозмущенной орбите будет пролегать около орбиты родительской планеты. На этом основании кометы принято делить на семейства, различающиеся по характеру взаимного расположения орбит комет и планет.

**Короткопериодические кометы** (КПК, период  $P < 200$  лет) обычно делят на планетные семейства по признаку близости афелия кометной орбиты к орбите соответствующей планеты. **Долгопериодические кометы** (ДПК,  $P > 200$  лет) группируют в семейства либо по критерию межорбитального расстояния комет и планет (как это сделала В.П. Коноплева в 1980 г.), либо по величине одного из узлов кометной орбиты (что выполнил В.П. Томанов в 1981 г.).

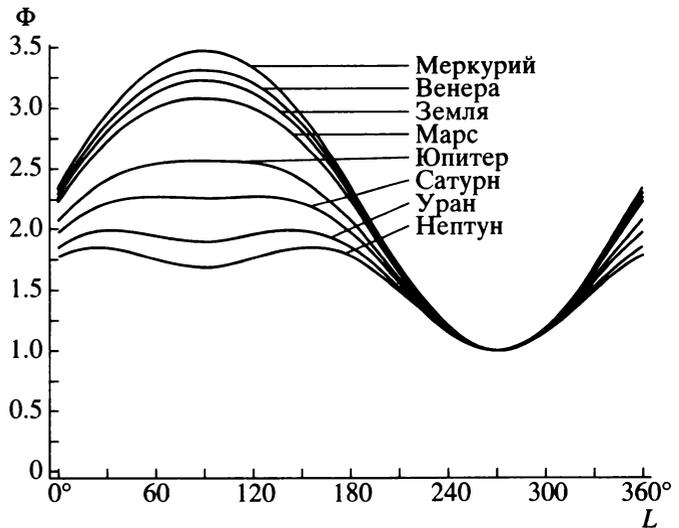
По данным директора Центра малых планет и Центрального бюро ас-

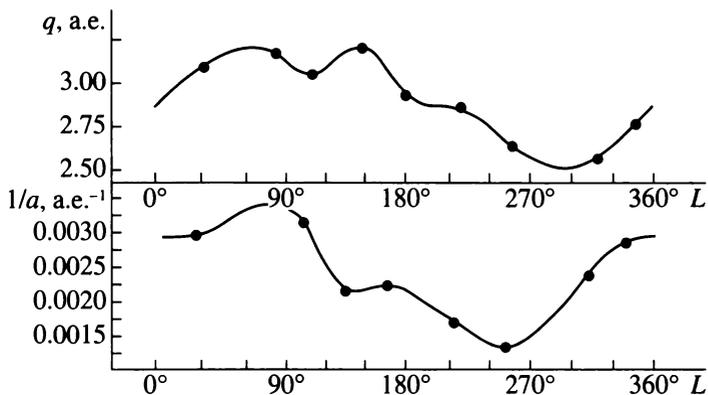
Зависимость потока межзвездной материи от долготы в окосолнечном пространстве. По горизонтальной оси отложена эклиптическая долгота  $L$ , по вертикальной – относительная величина потока  $\Phi$  (значение ее при долготе  $270^\circ$  принято за единицу). Кривые рассчитаны для расстояний, равных расстояниям планет от Солнца. Кривые на расстояниях планет земной группы близки к синусоидам. Максимальный поток – на долготе  $90^\circ$  (кроме Урана и Нептуна).

тронических телеграмм Б. Марсдена (США), к июлю 1999 г. наблюдалось 848 долгопериодических комет. Для всех этих комет мы вычислили гелиоцентрические расстояния обоих узлов на эклиптике и минимальное расстояние орбиты каждой кометы от орбит всех планет и пояса астероидов. В сово-

купности эти критерии позволяют определить “родительскую” планету, вблизи которой могла проходить комета, и на этой основе сформировать кометные семейства.

В таблице приведены кометные семейства (первый столбец), их численность  $N$ ,  $q$  – среднее перигелийное расстояние,  $R$  –





Зависимость от долготы планеты ( $L$  – горизонтальная ось) двух параметров кометных орбит: перигелийного расстояния  $q$  (верхний график) и обратной большой полуоси  $1/a$  (нижний график). Подтверждается теоретический квазисинусоидальный характер зависимости параметров кометных орбит от долготы планеты.

среднее гелиоцентрическое расстояние рабочего узла. В последней строчке – общее число комет и средние взвешенные значения  $q$  и  $R$ .

Наиболее многочисленным оказалось семейство комет Меркурия – 194. Поразительно малочисленным, на первый взгляд, оказалось семейство Юпитера. А ведь космогонисты традиционно отводят Юпитеру доминирующую роль в захвате комет. Дело в том, что вследствие солнечной гравитационной фокусировки число межзвездных комет, поступающих в район Юпитера, не

самое большое. Действительно, если плотность кометных ядер в бесконечности составляет  $\rho_\infty$ , то в результате гравитационной фокусировки их плотность в зоне планет возрастает и, как установили В.В. Радзиевский и М.М. Дагаев в 1969 г., на расстоянии  $A$  от Солнца становится равной

$$\rho = \rho_\infty (1 + 2GM/AV^2)_{1/2}.$$

Из этого соотношения следует, что величина  $\rho$  на расстоянии орбиты Меркурия в 1.6 раза больше, чем на орбите Земли, в то время как на расстоя-

нии орбиты Юпитера – соответственно в 2.2 раза меньше. Поток межзвездных комет  $\Phi = V \times \rho$  на расстоянии орбиты Меркурия в 2.6 раза больше, чем вблизи Земли, а на расстоянии Юпитера – в 5 раз меньше.

Авторы предполагают в ближайшее время провести углубленный анализ планетных семейств долгопериодических комет.

В последние десятилетия гипотеза Лапласа получила второе дыхание. Концепция имеет хорошее математическое и астрофизическое обоснование. В рамках этой концепции не только объясняются все основные закономерности кометной системы, но и предсказываются новые, неизвестные ранее. Концепция не содержит никаких внутренних противоречий, все выдвигающиеся против нее аргументы (изотопное содержание  $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ , отсутствие сильно гиперболических эксцентриситетов) в последнее время сняты. Фактически концепция межзвездного происхождения комет приобрела новый статус и перешла из ранга гипотез в ранг теорий.

Планетные семейства долгопериодических комет

Родит. планета	N	$q$ , а.е.	$R$ , а.е.
Меркурий	194	0.14	0.18
Венера	109	0.60	0.74
Земля	159	0.82	1.04
Марс	164	1.18	1.57
Пояс астероидов	117	1.85	2.76
Юпитер	72	3.29	5.14
Сатурн	21	3.64	9.21
Уран	6	3.24	19.71
Нептун	5	2.17	29.70
Плутон	1	6.28	36.01
Все кометы	848	1.16	2.04

## НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: сентябрь–октябрь 2001 г.

Таблица 1

### АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В СЕНТЯБРЕ–ОКТАБРЕ 2001 г.

Дата	Время UT	Событие
Сентябрь 1		Максимум долгопериодической переменной Миры Кита (2.0 <sup>m</sup> –10.1 <sup>m</sup> )
Сентябрь 1	23 <sup>ч</sup> 25 <sup>м</sup>	Луна в апогее (406330 км)
Сентябрь 2	21 <sup>ч</sup> 43 <sup>м</sup>	<b>Полнолуние</b>
Сентябрь 10	12.9 <sup>ч</sup>	Сатурн на 0.2° южнее Луны
Сентябрь 10	18 <sup>ч</sup> 59 <sup>м</sup>	<b>Луна в последней четверти</b>
Сентябрь 12	12.4 <sup>ч</sup>	Юпитер на 1° южнее Луны
Сентябрь 15	6.7 <sup>ч</sup>	Венера на 3° южнее Луны
Сентябрь 16	15 <sup>ч</sup> 46 <sup>м</sup>	Луна в перигее (358 128 км)
Сентябрь 17	10 <sup>ч</sup> 27 <sup>м</sup>	<b>Новолуние</b>
Сентябрь 18		Меркурий в наибольшей восточной элонгации, 27°
Сентябрь 22	23 <sup>ч</sup> 04 <sup>м</sup> 29 <sup>с</sup>	<b>Осеннее равноденствие</b>
Сентябрь 24	9 <sup>ч</sup> 31 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>
Сентябрь 25	0.6 <sup>ч</sup>	Марс на 2° южнее Луны
Сентябрь 27		Сатурн: стояние, переход на попятное движение
Сентябрь 29	5 <sup>ч</sup> 32 <sup>м</sup>	Луна в апогее (405 787 км)
Октябрь 2	13 <sup>ч</sup> 49 <sup>м</sup>	<b>Полнолуние</b>
Октябрь 7	18.9 <sup>ч</sup>	Сатурн на 1° южнее Луны
Октябрь 10	0.3 <sup>ч</sup>	Юпитер на 1° южнее Луны
Октябрь 10	4 <sup>ч</sup> 20 <sup>м</sup>	<b>Луна в последней четверти</b>
Октябрь 14		Меркурий в нижнем соединении
Октябрь 14	23 <sup>ч</sup> 00 <sup>м</sup>	Луна в перигее (361 860 км)
Октябрь 15	2.2 <sup>ч</sup>	Венера на 4° южнее Луны
Октябрь 17		Нептун: стояние, переход на прямое движение
Октябрь 19	19 <sup>ч</sup> 23 <sup>м</sup>	<b>Новолуние</b>
Октябрь 23	20.1°	Марс на 0.1° севернее Луны
Октябрь 24	2 <sup>ч</sup> 58 <sup>м</sup>	<b>Луна в первой четверти</b>
Октябрь 26	20 <sup>ч</sup> 12 <sup>м</sup>	Луна в апогее (404 935 км)
Октябрь 29		Меркурий в наибольшей западной элонгации, 18°
Октябрь 31		Уран: стояние, переход на прямое движение

## СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 50^\circ)$		$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Сентябрь 1	10 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup> 00.75 <sup>s</sup>	+8°19'59.9"	5 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 44 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 06 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 54 <sup>m</sup>
11	11 17 04.36	+4 36 55.9	5 30	18 22	5 24	18 28
21	11 52 57.44	+0 45 47.7	5 45	18 00	5 43	18 02
31	12 28 57.70	-3 07 40.2	6 00	17 38	6 03	17 35
Октябрь 10	13 05 26.06	-6 57 42.3	6 15	17 17	6 23	17 09
20	13 42 43.62	-10 38 28.0	6 32	16 57	6 44	16 45

Пример: вычислить время восхода Солнца в Курске ( $\varphi = 51^\circ 43'$ ,  $\lambda = 2^\circ 24.8'$ ) 18 сентября 2001 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте  $50^\circ$  восход Солнца в этот день произойдет в  $5^h 30^m + 0.7 \times (5^h 45^m - 5^h 30^m) = 5^h 40.5^m$ . Аналогично найдем для широты  $56^\circ$ : время восхода –  $5^h 37.3^m$ . Теперь интерполируем по широте:  $5^h 40.5^m + 0.286 \times (5^h 37.3^m - 5^h 40.5^m) \approx 5^h 39.6^m$  UT. Приведем к поясному времени:  $5^h 39.6^m + 4^h - 2^\circ 24.8' \approx 7^h 15^m$ .

### Информация о планетах, видимых в сентябре–октябре 2001 г.

**Меркурий** в этот период будет в созвездии Девы. Его можно увидеть в самом конце октября перед восходом Солнца, когда он близко подойдет к Венере.

**Венера** – период продолжительной утренней видимости. Планета пройдет через со-

звезда Рака, Льва и Девы. 20 сентября окажется рядом с Регулум, ярчайшей звездой созвездия Льва.

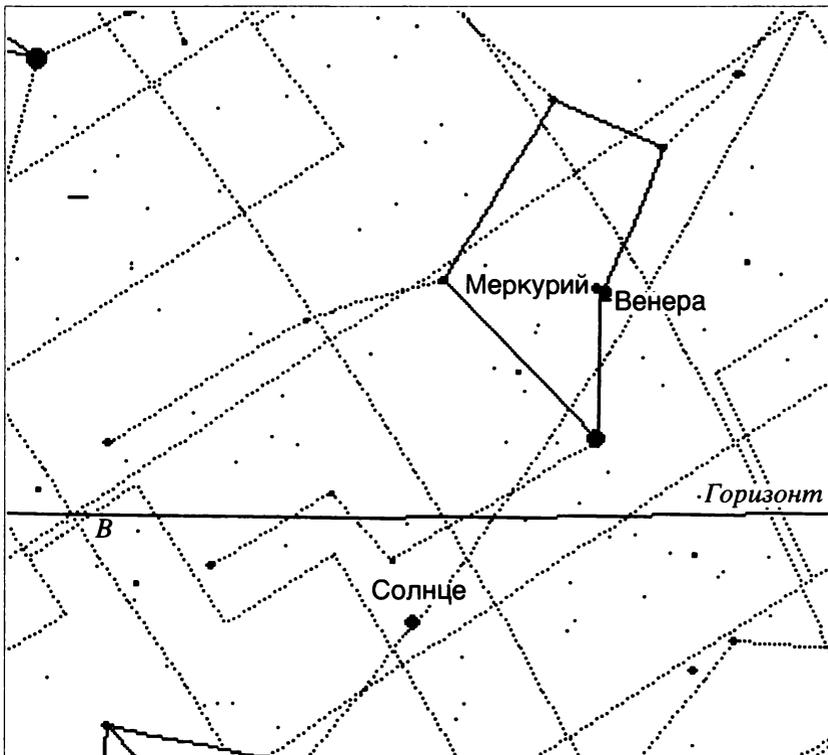
**Марс** можно видеть в первой половине ночи низко над горизонтом в созвездии Стрельца. Продолжительность вечерней види-

мости медленно увеличивается.

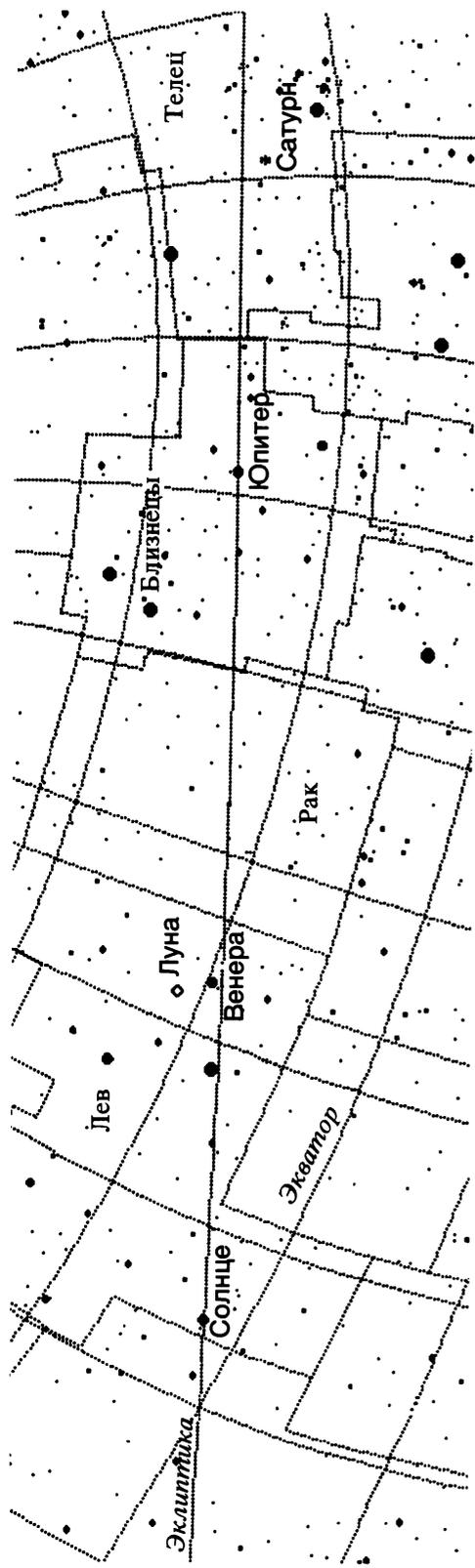
**Юпитер** в начале сентября виден во второй половине ночи. Продолжительность видимости быстро растет, в конце октября достигнет 10 ч. Созвездие Близнецов.

**Сатурн** виден в созвездии Тельца почти всю ночь, за исключением вечерних часов. 7 октября произойдет покрытие Сатурна Луной, видимое на востоке России.

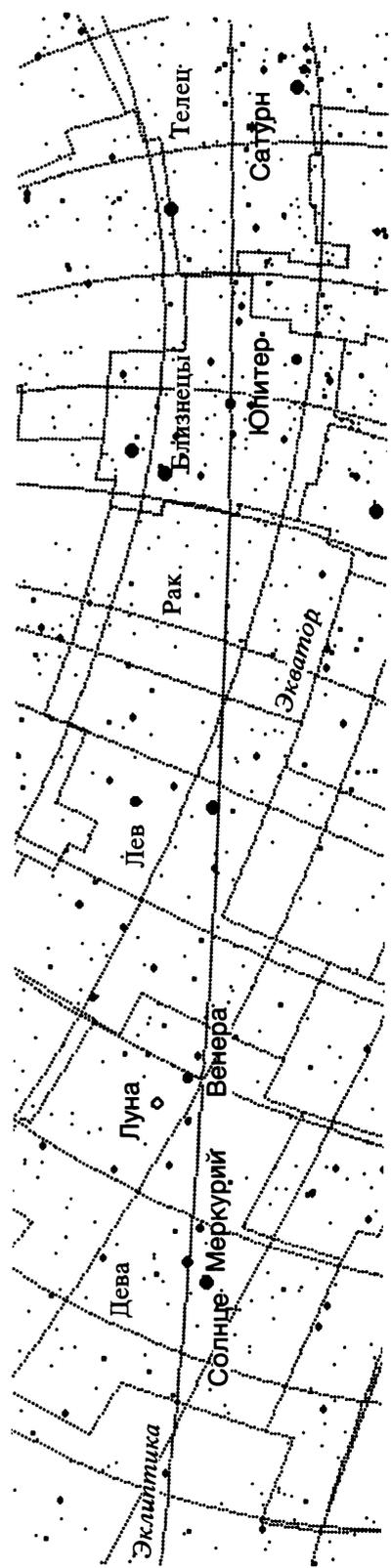
**Уран и Нептун** – неплохие условия вечерней видимости этих планет, хотя они окажутся низко над горизонтом, в созвездии Козерога.



На широте Москвы за несколько минут до восхода Солнца 30 октября 2001 г. Венера и Меркурий расположатся очень близко друг к другу. (Высота планет  $10^\circ$ , Солнце находится на  $5^\circ$  ниже горизонта.)



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн и Венера на эклиптике 15 сентября 2001 г.



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Меркурий и Венера на эклиптике 15 октября 2001 г.

## Планеты

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					(λ = 0 <sup>h</sup> φ = 56°)	
<b>Меркурий</b>						
Сентябрь 1	11 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup> 28.9 <sup>s</sup>	-0°12'12"	5.6"	-0.1 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup>	19 <sup>h</sup> 19 <sup>m</sup>
11	12 47 37.0	-6 53 12	6.2	0.0	8 06	18 48
21	13 25 50.0	-12 10 30	7.2	0.2	8 37	18 13
31	13 44 58.4	-14 45 56	8.7	0.7	8 32	17 35
Октябрь 10	13 26 35.3	-11 48 50	10.1	-	7 12	16 58
20	12 54 42.3	-5 09 15	8.9	-	5 22	16 28
<b>Венера</b>						
Сентябрь 1	8 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 27.3 <sup>s</sup>	+18°49'12"	12.7"	-4.0 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup>
11	9 21 25.2	+15 58 08	12.2	-4.0	2 16	17 45
21	10 09 14.5	+12 21 29	11.7	-3.9	2 50	17 38
31	10 55 57.4	+8 09 13	11.3	-3.9	3 24	17 09
Октябрь 10	11 41 54.1	+3 32 17	11.0	-3.9	3 59	16 47
20	11 27 34.8	-1 17 43	10.7	-3.9	4 34	16 24
<b>Марс</b>						
Сентябрь 1	17 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 08.4 <sup>s</sup>	-26°59'54"	13.3"	-0.9 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>
11	18 05 12.5	-26 48 52	12.3	-0.7	15 51	21 36
21	18 29 39.6	-26 24 16	11.5	-0.5	15 32	21 26
31	18 55 54.4	-25 43 00	10.7	-0.4	15 11	21 20
Октябрь 10	19 23 21.0	-24 42 58	10.0	-0.2	14 49	21 19
20	19 51 33.2	-23 23 09	9.4	-0.1	14 26	21 20
<b>Юпитер</b>						
Сентябрь 1	6 <sup>h</sup> 43 <sup>m</sup> 12.7 <sup>s</sup>	22°51'12"	35.3"	-2.1 <sup>m</sup>	23 <sup>h</sup> 22 <sup>m</sup>	16 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>
11	6 49 59.2	22 44 25	36.2	-2.1	22 50	16 07
21	6 55 52.2	22 37 46	37.2	-2.2	22 18	15 32
31	7 00 43.7	22 31 48	38.3	-2.2	21 44	14 57
Октябрь 10	7 04 26.7	22 27 07	39.4	-2.3	21 10	14 20
20	7 06 53.7	22 24 11	40.7	-2.4	20 33	13 43
<b>Сатурн</b>						
Сентябрь 1	4 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup> 00.4 <sup>s</sup>	20°45'57"	18.2"	0.1 <sup>m</sup>	21 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup>	14 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>
11	4 54 36.7	20 47 15	18.6	0.0	21 12	13 54
21	4 55 28.4	20 47 20	18.9	0.0	20 34	13 16
31	4 55 33.7	20 46 13	19.2	-0.1	19 55	12 36
Октябрь 10	4 54 52.6	20 44 00	19.6	-0.1	19 15	11 56
20	4 53 26.5	20 40 44	19.9	-0.2	18 35	11 15

Таблица III  
Окончание

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					(λ = 0 <sup>h</sup> φ = 56°)	
<b>Уран</b>						
Сентябрь 1	21 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup> 19.9 <sup>s</sup>	-14°49'20"	3.7"	5.7 <sup>m</sup>	18 <sup>h</sup> 23 <sup>m</sup>	3 <sup>h</sup> 26 <sup>m</sup>
11	21 37 54.9	-14 56 16	3.7	5.7	17 43	2 44
21	21 36 39.4	-15 02 18	3.7	5.7	17 03	2 03
31	21 35 36.9	-15 07 11	3.7	5.7	16 24	1 22
Октябрь 10	21 34 49.9	-15 10 44	3.6	5.8	15 44	0 42
20	21 34 20.5	-15 12 47	3.6	5.8	15 04	0 02
<b>Нептун</b>						
Сентябрь 1	20 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup> 37.7 <sup>s</sup>	-18°30'15"	2.3"	7.9 <sup>m</sup>	17 <sup>h</sup> 46 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 56 <sup>m</sup>
11	20 34 48.3	-18 33 25	2.3	7.9	17 06	1 16
21	20 34 08.4	-18 35 59	2.3	7.9	16 26	0 35
31	20 33 39.9	-18 37 52	2.3	7.9	15 47	23 55
Октябрь 10	20 33 23.8	-18 38 59	2.3	7.9	15 08	23 16
20	20 33 21.2	-18 39 19	2.3	7.9	14 28	22 36

Примечание. В таблицах II, III прямое восхождение и склонение даются на 0<sup>h</sup>UT, время восхода и захода светил указано в UT.

### МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Таблица IV

Название потока	Созвездие	Радиант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
Кассиопейды	Кассиопея	1 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	63°		10	20.08–15.09
Тауриды сев.	Телец	2 58	23	30	8	13.09–1.12
Тауриды южн.	Телец	3 12	13	27	8	15.09–26.11
Ариэтиды	Овен	2 42	20		10	21.09–13.11
Ориониды	Орион	6 20	16	66	100	2.10–7.11
Цефеиды	Цефей	20 54	58		20	4.10–20.10
Пегасиды	Пегас	23 12	27		10	18.10–21.10

В.А. ЮРЕВИЧ

## Из опыта наблюдений двойных звезд с малыми телескопами

Начинающим любителям астрономии, имеющим в своем распоряжении только небольшие телескопы, трудно выбрать такие объекты для своих наблюдений, которые оставались бы интересными для них долгое время. Солнце и Луна – объекты во многих отношениях просто идеальные, но, по моему мнению, наблюдать их систематически не очень интересно. Я, например, с помощью своего телескопа ЗРТ-457 изучил лунные ландшафты за несколько ночей. Образования на Солнце хотя и переменчивы, но довольно однообразны. Разглядеть на планетах с помощью малых телескопов много деталей не удается. Туманности и галактики не представляют особого интереса при рассмотрении в небольшой телескоп, да и для звездных скоплений желательнее иметь телескопы побольше. На мой взгляд, наиболее подходящими объек-

тами остаются **двойные звезды**.

Хочу начать с некоторых правил их наблюдений. Во-первых, следует дожидаться спокойной атмосферы. Если дует даже слабый ветер, изображения звезд будут дрожать, а особенно близкие – сливаться. Во-вторых, нужна чистая оптика: зеркала и линзы не должны быть грязными или запотевшими. Само небо может быть и не совсем темным, в этом преимущество наблюдений двойных звезд перед туманностями, галактиками, а также перед звездными скоплениями.

Начинать следует с широких пар. Начинают наблюдения, по традиции, со звезды **Мицар** ( $\zeta$  Большой Медведицы), расположенной в середине “ручки ковш”. Оба компонента звезды белые. Расстояние между ними 14”.

Следующие звезды, которые я советую наблюдать, –  $\epsilon$  и  $\xi$  **Волопаса**. Интегральный блеск первой

из них – 2.35<sup>m</sup>. При наведении телескопа вы заметите, что она состоит из двух компонентов: желтой звезды 2.7<sup>m</sup> и более слабой, зеленоватого цвета, 5.1<sup>m</sup>. Расстояние между ними – 3”. Блеск второй звезды – 4.7<sup>m</sup>. Более яркий компонент – желтого цвета, 4.9<sup>m</sup>, второй – фиолетовый, 6.8<sup>m</sup>.

Чтобы продолжить изучение двойных звезд этого созвездия, рекомендую взглянуть на  $\chi$  и  $\mu$  **Волопаса**.  $\chi$  **Воо** состоит из белого и голубоватого компонентов, расстояние между ними 13”.  $\mu$  **Воо** состоит из белого и желтого компонентов, разделенных расстоянием в 109”.

Теперь переместимся в созвездие **Гончих Псов**, где располагается одна из самых красивых двойных звезд –  $\alpha$  **CVe**, или, как ее еще называют любители астрономии, “Сердце Карла-2”. Ярчайший компонент пары – желтого цвета, 2.9<sup>m</sup>. У более слабого, 5.4<sup>m</sup>, – лиловая окраска,

заметная даже на городском небе.

Южнее Волопаса расположено созвездие **Девы**. Здесь нас интересует только одна звезда –  $\gamma$  Vir. Оба ее компонента имеют почти одинаковый блеск  $3.7^m$  и одинаковый желтый окрас. Расстояние между ними –  $6''$ . Эта пара напоминает мне кошачьи глаза.

Теперь обратимся к созвездию **Геркулеса**, как и Волопас, богатому двойными звездами. Первая звезда, которую я советую наблюдать, –  $\alpha$  Her (Рас-Альгете). Яркий красный компонент – переменная звезда, блеск меняется от  $3.0^m$  до  $4.0^m$ . У второго компонента, желтоватой окраски, блеск  $5.4^m$ . Расстояние между ними –  $5''$ . Сочетание переменной и обычной звезд – не редкость в мире двойных звезд. Неподалеку от  $\alpha$  Her находится еще одна интересная двойная звезда –  $\delta$  Her, состоящая из белой,  $3.2^m$ , и фиолетовой звезд,  $8.5^m$ . Расстояние между ними –  $10''$ . Звезда  $\gamma$  Her тоже располагается недалеко от  $\alpha$  Her. Цвет и блеск ее компонентов постарайтесь определить самостоятельно.

В созвездии **Лиры** тоже имеются интересные двойные звезды. Одна из самых впечатляющих с точки зрения любителейских наблюдений – Шелиак,  $\beta$  Lyr. Главный компонент – переменная звезда красного цвета, блеск меняется в

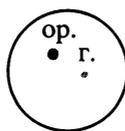
пределах  $3.3^m$  –  $4.2^m$  с периодом около 13 сут. Другая звезда – голубоватая, намного слабее,  $7.8^m$ . Разглядеть ее цвет затруднительно. Желательно применить для этого максимальное увеличение телескопа.

Еще одна интересная звезда в **Лире** –  $\epsilon$  Lyr. Она расположена вблизи Веги, самой яркой звезды северного полушария неба. Оба компонента этой пары – белые, расстояние между ними  $208''$ . При наблюдении  $\epsilon$  Lyr советую поставить сначала небольшое увеличение, а затем – максимальное. Дело в том, что каждая из звезд, в свою очередь, двойная. Расстояние между компонентами  $\epsilon$  Lyr-1 –  $2.8''$ ,  $\epsilon$  Lyr-2 –  $2.3''$ . Все звезды этой системы – белые гиганты, подобно Сириусу или Веге. Советую обратить внимание и на звезду  $\zeta$  Lyr. Составлена она из звезды  $4.3^m$  белого цвета и звезды  $5.9^m$  желтовато-белого цвета. Пара

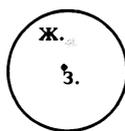
достаточно широкая –  $44''$ . Последняя звезда, которую следует наблюдать, –  $\delta$  Lyr. Главный компонент этой системы – переменная красная звезда, меняющая блеск в пределах  $4.6^m$  –  $5.0^m$ , ее спутник  $5.5^m$  имеет голубоватую окраску.

В созвездии **Лебеда** интересны две звезды  $\beta$  Cyg и  $\delta$  Cyg. Первая (Альби-рео) – одна из красивейших звезд неба. Состоит из яркой,  $3.2^m$ , желтой и более слабой,  $5.4^m$ , голубой звезд. Их цвета различимы уже при 30-кратном увеличении. Звезда  $\delta$  Cyg – достаточно трудный объект для поиска на фоне других звезд Млечного Пути. Суммарный блеск –  $5.1^m$ . Состоит из двух оранжевых звезд. Блеск первой звезды этой пары –  $5.5^m$ , другой –  $6.1^m$ . Расстояние между ними –  $27''$ .

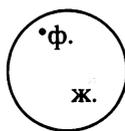
Рядом с Лебедем находится созвездие **Дельфина**. Звезда  $\gamma$  Del – красивейшая двойная звезда из



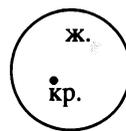
$\gamma$  Андромеды



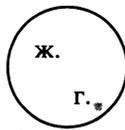
$\epsilon$  Волопаса



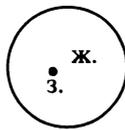
$\alpha$  Гончих  
Псов



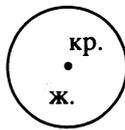
$\eta$  Кассиопеи



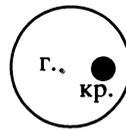
$\beta$  Лебеда



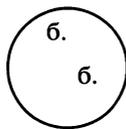
$\gamma$  Дельфина



$\alpha$  Геркулеса



$\alpha$  Скорпиона



$\gamma$  Овна

Компьютерные зарисовки некоторых двойных звезд, выполненные автором статьи.

всех, которые мне удалось когда-либо увидеть. Более яркий компонент имеет блеск 4.5<sup>m</sup>, другой на одну звездную величину слабее. Обе звезды желтые, но вторая – с зеленоватым оттенком. Они похожи на наше Солнце.

Лучшее время для наблюдений зодиакальных созвездий Скорпиона, Стрельца и Козерога – лето. В **Скорпионе** нас привлекают две звезды –  $\alpha$  Sco и  $\beta$  Sco. Первая (Антарес) – одна из ярчайших звезд неба, ее блеск – 1.2<sup>m</sup>. Это переменная звезда интенсивно красного цвета, имеющая слабого голубоватого спутника, 6.5<sup>m</sup>, на расстоянии в 3". Спутник теряется в лучах главной звезды, в свой телескоп я его так и не сумел разглядеть, хотя он замечательно виден в любительский телескоп "Мицар".  $\beta$  Sco – четырехкратная система, но в любительский телескоп различимы только две звезды: яркая белая, 2.6<sup>m</sup>, и на расстоянии 13.7" от нее звезда 5.1<sup>m</sup>, тоже белая. В **Козероге** интересна  $\alpha$  Cap. Состоит из двух желтых компонентов, 4.5<sup>m</sup> и 3.8<sup>m</sup>, на значительном расстоянии –

381". Но каждый из них, в свою очередь, двойная система. Впрочем, разглядеть их в любительские телескопы практически невозможно: спутники слабые, 10<sup>m</sup>, а расстояния их от главных звезд на пределе разрешающей возможности телескопов.

Перемещаясь по эклиптике, задержимся в **Овне**, на звездах  $\gamma$  Ari и  $\lambda$  Ari. Первая состоит из двух белых звезд, хотя в поле зрения моего телескопа они кажутся бежевыми, почти одинакового блеска – 4.75<sup>m</sup> и 4.83<sup>m</sup>. Расстояние между ними – 8".  $\lambda$  Ari состоит из белой звезды 4.8<sup>m</sup> и более слабой желтой, 7.4<sup>m</sup>. Расстояние между ними – 38".

В созвездии **Андромеды** нас заинтересуют две звезды:  $\gamma$  And и  $\pi$  And. Первая – красивая двойная система, состоящая из компонентов 2.3<sup>m</sup> и 5.1<sup>m</sup>, на расстоянии 10". Яркий компонент – оранжевый, слабый – голубой. Вторая звезда составлена из двух звезд 4.4<sup>m</sup>, белой и голубоватой, но одна все же на 0.02<sup>m</sup> ярче. Расстояние между звездами пары – 36".

В созвездии **Кассиопеи** советую рассмотреть очень красивую двойную звезду  $\eta$  Cas. Яркий компонент желтого цвета – 3.6<sup>m</sup>, слабый – пурпурного цвета, намного уступает в блеске – 7.5<sup>m</sup>. Расстояние между ними – 10".

Интересные двойные звезды есть в **Тельце** и **Близнецах**. В первом это двойные системы  $\theta$  Tau,  $\kappa$  Tau и  $\sigma$  Tau. Все их звезды – белые, все расстояния – значительные.  $\theta$  Tau состоит из звезд 4<sup>m</sup>, угловое расстояние 337".  $\kappa$  Tau составлена из звезд 4.6<sup>m</sup> и 5.4<sup>m</sup>, расположенных на расстоянии 340".  $\sigma$  Tau – из звезд 4.85<sup>m</sup> и 5.2<sup>m</sup>, удаленных на расстояние 435". В Близнецах наиболее известна яркая, 1.58<sup>m</sup>, звезда Кастор, великолепно разрешаемая на два компонента в крупные телескопы. В свой телескоп мне удалось увидеть только, что Кастор слегка вытянут. А что, интересно, удастся рассмотреть Вам?

Удачи Вам в наблюдениях!

*Ю.В. СОЛОМОНОВ,  
студент II курса МГУГиК  
109457 Москва, Окская ул.  
38, кв. 33*

## Хранить историю авиации и космонавтики

Среди музеев авиации и космонавтики особое место занимает **Центральный Дом авиации и космонавтики Российской оборонной спортивно-технической организации (РОСТО)** как учреждение культурного, историко-научного и музейного профиля. Решение об основании музея принято в 1920-е гг., когда развитию авиации в нашей стране уделялось особое внимание. Молодежь с увлечением занималась в авиаклубах, аэроклубах и авиамodelных кружках.

Для содействия этому движению создаются общественные организации, одна из них – Общество друзей воздушного флота. 6 ноября 1924 г. на Втором Всесоюзном совещании Общества друзей воздушного флота (ОДВФ) было решено открыть в Москве Центральный аэромузей ОДВФ СССР. Этот день стал днем рождения наследника первого музея авиации в нашей стране – Центрального Дома авиации и космонавтики.

Моссовет по ходатайству ОДВФ выделил для нового научного и культурного центра полуразрушенное помещение бывшего загородного ресторана “Аполло” (площадь для экспозиционных залов – 1500 м<sup>2</sup>) на ул. Красноармейской, где музей находится и сейчас.

В течение 1925–26 гг. здание было отремонтировано, собраны экспонаты и созданы экспозиции. Значительную помощь музею оказали государственные, военные и общественные организации, в том числе Управление Военно-воздушных сил, Московская школа летчиков, Академия воздушного флота им. Н.Е. Жуковского, а также ЦАГИ и авиационный завод № 1 (Дукс). Благодаря их поддержке 18 января 1927 г. музей начал свою деятельность. Первые 15 лет им руководил большой энтузиаст авиации и воздухоплавания В.И. Брыкалов.

Уже в ранних экспозициях было представлено множество натуральных экспона-

тов: авиационные двигатели, вооружение, парашюты, образцы воздухоплавательной техники. Среди них – уникальные: первый российский четырехтактный карбюраторный двигатель внутреннего сгорания конструкции О. Костовича, предназначенный для установки на дирижаблях; планер, построенный немецким пионером воздухоплавания О. Лилиенталем (выписан Н.Е. Жуковским); гидросамолет конструкции Д. Григоровича; воздушные змеи для подъема наблюдателей конструкции С. Ульянина; гондола воздушного шара, применявшегося для обучения первых русских воздухоплавателей. При расширении экспозиции Дом авиации и космонавтики был вынужден часть своих экспонатов передать в другие музеи.

Посетители музея и сейчас могут ознакомиться с такими раритетами, как воздушный винт “НЕЖ”, выпущенный аэротехническим заводом в июле 1917 г.; биротативный авиацион-



*Здание Центрального Дома авиации и космонавтики.*

ный мотор (изобретатель А.Н. Уфимцев), модель триплана конструкции Т. Сопвича. В музее создана библиотека по воздухоплаванию и авиации, в ней собраны исторические документы, чертежи и фотографии. Совершенствовались формы работы музея, определялись новые задачи и направления его деятельности в соответствии с меняющейся обстановкой в стране.

Например, 1930-е гг. ознаменовались выдающимися достижениями отечественной авиации. Это было время штурма советскими летчиками мировых

авиационных рекордов, яркой демонстрации отваги и мастерства авиаторов, возможностей авиационной техники. Замечательные авиационные достижения отражались в экспозициях и различных формах военно-исторической, просветительной, воспитательной работы, которая проводилась музеем. В годы Великой Отечественной войны музей именовался Центральным Домом авиации и противовоздушной обороны им. М.В. Фрунзе. Здесь были налажены регулярные занятия по темам: оборона от воздушного нападения, средства и способы борьбы при химическом заражении. Этому периоду истории авиации посвящен зал «Авиация в годы Вели-

кой Отечественной войны 1941–45 гг.».

Огромные изменения в работе музея произошли после 12 апреля 1961 г., когда Ю.А. Гагарин на КК «Восток» впервые в мире совершил исторический полет в космос. С этого момента началось создание космических экспозиций. Среди натуральных экспонатов появились: скафандр СК-6, кресло космонавта космического корабля «Союз», гидрокосмобинезон «Форель», полетный костюм, предметы НАЗ (носимый аварийный запас) космонавтов «Гранат», а также макеты первых трех искусственных спутников Земли, первых советских жидкостных экспериментальных ракет ГИРД-09 и -10, ракет-но-



сителей “Союз”, “Протон”, “Энергия”. Особый интерес у посетителей вызывает кабина тренажера космического корабля много-разового использования “Буря”, который не так давно руководство НПО “Молния” безвозмездно передало музею.

20 февраля 1963 г. решением Бюро президиума ЦК ДОСААФ СССР музей был переименован в Центральный Дом авиации и космонавтики им. М.В. Фрунзе. Благодаря помощи общественных организаций, музеев и отдельных граждан сложилась и пополняется уникальная коллекция моделей авиационных и космических аппаратов, собраны архивные материалы и документы, а также значительная часть

скульптурных работ по авиационно-космической тематике.

В январе 1987 г. музей закрыли на капитальный ремонт, а с 1991 г. почти прекратилось финансирование. Создалась угроза не только развитию, но и его сохранению. Сложившаяся обстановка требовала решительных действий, поиска путей спасения музея. На смену сотрудникам-ветеранам пришли также опытные, любящие и знающие авиацию и космонавтику люди, большие энтузиасты, желающие внести вклад в возрождение Дома, главным образом бывшие летчики. Это, например, Р.Т. Хамидуллин, Г.И. Лукьянов, В.С. Бруз, А.А. Егерев. Центральный Совет РОСТО оказывает

*Встреча ветеранов Великой Отечественной войны в музее.*

всестороннюю поддержку в его сохранении и развитии. Благодаря усилиям руководства и сотрудников Дома, РОСТО и общественных организаций музеев вновь открылся для посетителей в 1994 г.

Более 75 лет музей изучает и пропагандирует историю отечественной авиации и космонавтики. Среди тем научных исследований наиболее важными являются: периодизация развития авиации в России; история исследований околоземного пространства и планет с помощью космических аппаратов. В залах истории космонавтики



*Модели автоматических межпланетных станций и скафандр космонавта.*

появились стенды, посвященные Центру подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, космодромам Байконур и Плесецк, Центру управления полетами, создателям отечественной ракетно-космической техники и космонавтам.

Среди посетителей музея были выдающиеся представители авиации и космонавтики: трижды Герои Советского Союза А.И. Покрышкин, И.Н. Кожедуб, генеральные авиационные конструкторы А.А. Туполев, Г.В. Новожилов, летчики-космонавты Г.С. Титов, П.Г. Попович, А.Г. Николаев, В.А. Джани-

беков, С.Е. Савицкая, А.А. Леонов, вице-президент фирмы "Сикорский" С.И. Сикорский (сын известного авиаконструктора И.И. Сикорского), другие видные ученые и летчики-космонавты.

В последнее время музей ежегодно посещают более 15 тыс. человек. Около 60% посетителей — школьники и учащиеся средних учебных заведений. Полученные знания способствуют профориентации, формированию у них основ авиационно-космического образования. Натурные экспонаты, модели аппаратов, фотостенды и документы позволяют проследить историю зарождения и развития авиации и космонавтики в нашей стране. Так, в залах

истории космонавтики рассматриваются этапы разработки теоретических основ космонавтики, ракетно-космической техники, пилотируемой космонавтики. Роль г. Москвы в развитии авиационно-космической науки и техники раскрывает недавно открывшаяся фотовыставка "Москва — столица авиационно-космической державы".

Сотрудники музея для повышения уровня аэрокосмического образования посетителей используют различные формы работы. Это тематические вечера, посвященные юбилейным датам в истории авиации и космонавтики; конференции и симпозиумы; встречи с видными учеными, конструкторами



*Директор музея П.Ф. Вяликов беседует с космонавтами в Доме авиации и космонавтики.*

торами и космонавтами; кинофестивали научных и научно-популярных видеофильмов по авиационно-космической тематике. Например, отмечены: 175-летие со дня рождения изобретателя первого самолета А.Ф. Можайского; 90-летие со дня рождения выдающегося летчика-испытателя С.Н. Анохина; 35-летие выхода в открытое космическое пространство А.А. Леонова; 100-летие со дня рождения Главного маршала авиации К.А. Вершинина; 55-летие Победы в Великой Отечественной войне; 80-летие со дня рождения трижды Героя Советского Союза И.Н. Кожедуба.

Дом авиации и космонавтики много внимания уделяет связям со школами и другими средними учебными заведениями,

оказывает им практическую и методическую помощь в создании школьных музеев космонавтики, комнат боевой славы авиационного профиля. Работа музея вызывает большой интерес у молодежи, часть которой решила посвятить себя деятельности в аэрокосмических отраслях. Наиболее подготовленные студенты старших курсов МАИ привлекаются к проведению экскурсий, особенно со школьниками, а также в качестве консультантов для других категорий молодежи.

Дом авиации и космонавтики развивает контакты с родственными музеями России и зарубежных стран, с отечественными авиационными конструкторскими бюро, авиационными клубами РОСТО и другими организациями. Он занесен во все катало-

ги нашей страны и за рубежом, как музей авиации и космонавтики включен в систему Интернет. По-прежнему большое внимание уделяется развитию самолетостроения и освоению космического пространства, пропаганде традиций отечественных Военно-воздушных сил, гражданского воздушного флота, космонавтики и авиационного спорта. Продолжается сбор реликвий, натуральных экспонатов и документов, отражающих историю развития воздухоплавания, авиации и космонавтики, авиационных видов спорта. В музее собраны 35 тыс. экспонатов, среди них – уникальная коллекция моделей поч-

ти всех авиационных и некоторых космических аппаратов, а также двигатели, образцы авиационного вооружения и боеприпасов.

Музейные экспозиции размещены в девяти залах. В фондах библиотеки и архиве около 15 тыс. единиц хранения специальной научно-технической литературы и документов. Фототека насчитывает около 31 тыс. исторических фотографий и негативов. Видеотека состоит из 200 видеофильмов авиационно-космической тематики.

При Доме работают Клуб ветеранов авиации и кос-

монавтики, Ассоциация летчиков "Чугувец", Ассоциация женщин летных специальностей "Авиатрисса". Проводят мероприятия Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского, Академия авиации и воздухоплавания, Национальный клуб авиаторов им. Н.Е. Жуковского. Назрела необходимость совместной работы музея с Отделением по распространению знаний о космонавтике Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского. Развивая экспозиционную часть музея, коллектив превращает его в общественный историко-куль-

турный и научный центр авиации и космонавтики. Он должен в еще большей степени стать местом общения людей, связавших жизнь с авиацией и космонавтикой.

Коллектив Дома видит свою задачу в дальнейшем глубоком изучении и пропаганде истории авиационной и космической науки и техники, всемерном содействии патриотическому воспитанию населения, прежде всего молодежи, ее профессиональной ориентации.

*П.Ф. ВЯЛИКОВ,  
директор Центрального Дома  
авиации и космонавтики*

---

## Информация

---

### Пепел старейших звезд

Звезды шаровых скоплений сформировались почти одновременно из одного общего газопылевого облака. Поэтому следует ожидать, что их химический состав будет примерно одинаковым.

Астрономы получили спектры многих слабых звезд шарового скопления NGC 6752 с помощью спектрографа УВЭС (UVES – Ultraviolet-Visual Echelle Spectrograph), установленного на втором 8.2-м зеркале "Кьюен" Очень Большого Телескопа (ОБТ) Европейской Южной Обсерватории. Оказалось, что содержание обычных

в атмосферах звезд элементов (кислород, натрий, магний, алюминий) сильно меняется от одной звезды к другой.

Скопление NGC 6752 находится в 13 000 св. годах от Солнца. Как и в других шаровых скоплениях, плотность звезд в нем очень высока, в 100–1000 раз больше, чем в солнечной окрестности, а среднее расстояние между звездами в центре скопления сравнимо с размером Солнечной системы.

Это позволяет выдвинуть гипотезу, что "лишние" элементы могли попасть на звезды-карлики от соседей, бывших звезд-гигантов, а ныне белых карликов. В центрах звезд-гигантов действует механизм горения гелия, в ходе которого образуются углерод, а затем и другие элементы. В результате перемешивания вещества звезды они попадают в ее наружные слои. На следующей ста-

дии жизни звезды – переходе в планетарную туманность – от нее отслаивается оболочка, обогащенная тяжелыми элементами. Но внутри шарового скопления туманность не образуется, а сразу рассеивается в пространстве. Затем этот "звездный пепел" захватывается звездами-карликами. Как происходит аккреция на звезды скопления – пока не ясно. (До сих пор этот процесс наблюдался только в тесных двойных системах.) Предварительные оценки показывают, что он мог активно идти только в первые 100 млн. лет после формирования скопления, и его темп сильно зависит от скорости звезд относительно межзвездной среды. Последнее объясняет вариации содержания "лишних" элементов от звезды к звезде.

ESO Press Release 03/01,  
2 March 2001

## Мемориальный музей космонавтики и аэрокосмическое образование

Космонавтика активно влияет на все стороны жизни людей – как в экономическом, так и в духовном смысле. Космонавтика и образование оказались элементами одного процесса: без глубоких знаний невозможно работать в космонавтике, а она, в свою очередь, дает эффективные средства для совершенствования и развития обучения. Человечеством накоплен значительный опыт космической деятельности, знакомство с которым широких слоев населения, особенно молодежи, представляется весьма плодотворным и перспективным.

Приобщая молодежь к космической деятельности, мы не только открываем перед ней удивительно интересный мир, помогаем выбрать профессию, сформировать полезные личностные качества, но и решить задачу формирования космического ми-

ровоззрения. Сейчас назрела необходимость использования космонавтики для возрождения **духовности общества**.

Изменение прежней воспитательной системы и ее деидеологизация требуют более эффективных форм работы, активного влияния на процессы в обществе, которые способствовали бы повышению авторитета космонавтики. Вобравшая в себя все достижения человеческого разума, космонавтика может дать образованию новый импульс и методику обучения.

Логично предположить, что новейшие достижения астрономии и космонавтики должны широко применяться в системе школьного образования. Увы, картина отнюдь не такая оптимистическая, как хотелось бы. В основе своей наше общество **“астрономически” безграмотно**. О состоянии преподавания курса астрономии в старших клас-

сах общеобразовательной школы неоднократно и подробно информировал читателей журнала доктор педагогических наук Е.П. Левитан (Земля и Вселенная, 2000, №№ 1, 4). Он, безусловно, прав, что в школе, начиная с первого класса, должна существовать “система целенаправленного непрерывного формирования астрономических понятий и тесно связанных с ними понятий космонавтики”. В последние годы наметилась тенденция гуманизации и гуманитаризации школьных дисциплин, что, по мысли Е.П. Левитана, будет способствовать “решению актуальной для нашего общества проблемы возрождения утраченной духовности”. Делать это нужно как можно раньше – именно в начальной школе закладываются основы знаний. Важно только довести сведения по астрономии и космонавтике



*Занятие со школьниками V–VII классов в Мемориальном музее космонавтики. Автор статьи объясняет расположение систем и особенности конструкции космического корабля “Восток”. Фото К.Б. Степановой.*

до сознания малышей в живой, яркой форме, через сказку, игру, т.к. ученики младших классов хорошо усваивают лишь ту информацию, которая пропущена через их чувства, через их “я”. Большую помощь в расширении знаний по астрономии и космонавтике может оказать внешкольное, дополнительное образование, в систему которого включены музеи. Ориентировочная основа для отбора вводимых понятий из области космонавтики содержится например, в брошюре Е.П. Левитана “Космонавтика” (М., “Аргументы и факты”, 2000).

В обществе, где существует мнение об упадке космонавтики, жизненно важным становится вопрос приоритетов в воспитательном процессе, выбора таких морально-нравственных ориентиров, которыми не страшны ни политическая конъюнктура, ни общественное мнение. Самый большой дефицит в нашем обществе – не материальных благ, а культуры. Незрелость эстетических потребностей приводит к невысокому уровню потребностей вообще, в первую очередь – духовных.

Здесь уместно напомнить: музеи обладают очень высокой степенью эмоционального воздействия на человека, что в детском возрасте становится определяющим в освоении знаний, в формировании собственной картины мира. К сожалению, дети

редко посещают музеи. А ведь музейное образование, основываясь на идеях развивающей педагогики, сначала воздействует на душу, а уже потом несет информацию. В наше время сложилась ситуация, при которой приобретение новых знаний перестает быть единственной задачей образовательно-воспитательной функции музеев. Сегодня необходимо помочь ребенку сориентироваться в огромном потоке разнообразной информации, научить его мыслить. Музеи используют разнообразные методы и приемы альтернативной педагогики и весь потенциал воздействия музейной атмосферы на ребенка.

Одна из важнейших задач научно-технических музеев (в том числе Мемориального музея космонавтики) – **пробудить у**



**детей интерес** к научным и техническим открытиям, к истории отечественной космонавтики. Необходимо увлечь их, рассказать, что происходит в области космонавтики и астрономии в наши дни. Безусловно, музей пытается искать новые пути, использовать современную аудио-, видео- и компьютерную технику, включает в сферу деятельности различные образовательные, учебные и досуговые программы. Музей никогда не заменит школу, но может стать и уже становится ее важным помощником в деле образования.

В отечественном музейном деле долгое время было принято считать, что в задачу музея вовсе не входит обучение, т.е. передача систематических знаний, тем более умений и навыков в какой-либо сфере деятельности. До сих пор музейное образование не внедрено официально в систему общего образования, нет полноценного опыта непрерыв-

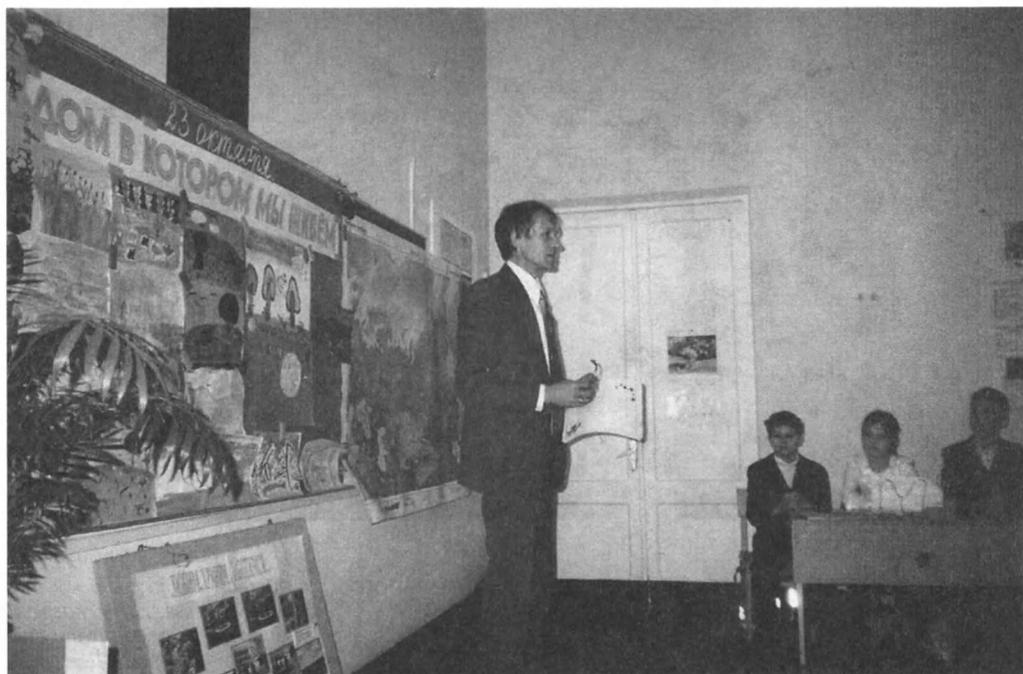
ного образовательного процесса несмотря на то, что большинство музеев включило в сферу своего обслуживания посетителей всех возрастов, в том числе и дошкольников. Отечественные музеи пытаются решить проблему музейного образования своими силами. Современный этап их деятельности характеризуется многочисленными попытками, часто довольно успешными, создать собственные концепции и программы музейного образования.

Чаще всего дети приходят на экскурсию всем классом. Преимущество музейного занятия перед школьным уроком очевидно: **обучение в музее более эффективно**, т.к. в его основе лежит "удивление и переживание" от подлинных вещей. Музей предлагает сегодня новые, необычные формы обучения: игровые, эвристические. Музейное занятие позволяет связать школьное обучение с досугом детей, возникший интерес может

*Учащиеся II класса в костюмах Земли, Солнца, Луны, космонавта и кометы – победители викторины, проведенной в День космонавтики в 2000 г. Фото К.Б. Степановой.*

быть впоследствии развит досуговыми музейно-педагогическими программами.

Опыт Мемориального музея космонавтики, накопленный за 20 лет общения с посетителями, свидетельствует о том, что одна из предпосылок успешной работы с детьми контакты с заинтересованными партнерами: образовательными учреждениями Москвы, организациями, занимающимися досугом школьников. Распространением знаний по астрономии и космонавтике в прошлые годы и сейчас занимается научно-популярный журнал "Земля и Вселенная". Хорошо бы иметь в музеях космонавтики постоянно обновляемый стенд с наиболее интересными статьями "Земли и Вселенной".



*Летчик-космонавт С.В. Авдеев выступает перед учащимися III класса во время экологического урока "Дом, в котором мы живем, – планета Земля". Фото К.Б. Степановой.*

Сегодня музеи реализуют наиболее полные системы работы с детьми различных возрастных категорий, включающие в качестве элементов как традиционные экскурсии и лекции, так и долгосрочные (2–3-годовалые) или короткие (несколько месяцев) циклы работы с постоянными группами посетителей по авторским программам.

В последнее время музеи стали уделять особое внимание разработке **просветительно-досуговых программ**. Программа **"Музей и дети"** (автор К.Б. Степанова) разрабо-

тана в 1994 г., чтобы привлечь в музей школьников младшего и среднего звена, т.к. до начала 1990-х гг. Мемориальный музей космонавтики посещали лишь организованные группы старшеклассников. Программа строится на стыке разных отраслей знаний – музееведения, истории, педагогики, психологии и других дисциплин. Базируется на основных задачах музейного всеобуча, отвечая принципам комплексности, непрерывности, преемственности, последовательности, многообразия и вариативности, действенности. Цель данной программы: знакомство детей с отечественной культурой, астрономией и историей космической науки и техники; воспитание уважения к достижениям своего и других народов, их вкладу в мировую

культуру; формирование творческой активности ребенка, его эстетических чувств, вкусов, идеалов с помощью музейных средств; всестороннее гармоничное развитие каждого ребенка на основании комплексного подхода к воспитанию; приобщение детей к музейной культуре как части культуры человека.

Программа формируется по принципу блоков, объединенных общей идеей. Каждый соответствует определенному возрасту: дошкольники, младшие школьники, подростки, старшеклассники. Интегративность достигается при учете таких предметов школьной программы, как история, физика, естествознание (природоведение), астрономия, москвоведение, а также факультативов по астрономии



(Земля и Вселенная, 2000, № 4).

В настоящее время в программу входят циклы занятий по абонементам, отдельные (разовые) игровые экскурсии, благотворительные праздники, массовые мероприятия к памятным датам и событиям в истории отечественной космонавтики, встречи с космонавтами, учеными, создателями космической техники.

**Абонементные формы занятий со школьниками** различных возрастных категорий (с I по XI классы) проводятся в Мемориальном музее космонавтики уже в течение нескольких лет. Каждый абонемент рассчитан на работу с постоянной аудиторией в течение учебного года (примерно 1 раз в месяц) и состоит из цикла занятий: для младших школьников

– 3–4 занятия, построенных по игровой методике, для более старшего возраста – 5–6 занятий с элементами исследования. Занятия проводятся на базе Мемориального музея космонавтики и его филиала – Дома-музея академика С.П. Королёва.

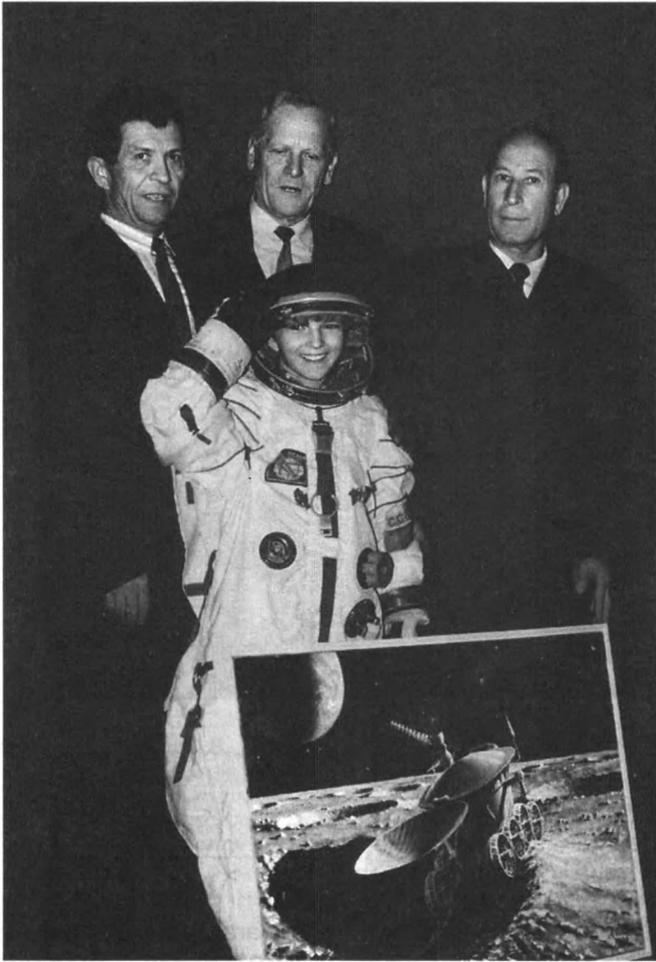
Как для начальной школы, так и для среднего звена существуют астрономические циклы, предлагающие абонементы по космонавтике, легко вписывающиеся в школьную программу и существенно дополняющие, углубляющие ее. Для малышей научные сведения о планетах и звездах даются в “сказочном” варианте (используются фрагменты из детских книг Е.П. Левитана “Малышам о звездах и планетах”, “Звездные сказки” и книг других авторов). Учащимся V–VII классов

*В одном из отделов Мемориального музея космонавтики, посвященном исследованию Луны. Фото С.А. Герасютина.*

предлагается абонемент **“Безграничная Вселенная”**. Цель данного цикла – познакомить детей с такими основными понятиями астрономии и физики, как Вселенная, звезды, планеты и их характеристики, сила притяжения (с использованием компьютерного стенда “Твой вес на других планетах”), без которых невозможно дальнейшее познание основ космонавтики. Мысленно совершая небольшую историческую экскурсию, школьники знакомятся с представлениями людей в древности о мире звезд, о месте и роли человека на Земле.

Большим успехом пользуются отдельные **игровые**

Участники программы "Луноход-1" (к 25-летию полета) с одним из школьников в Мемориальном музее космонавтики. Фото С.А. Герасютина.



монавты, ученые ("бенефисы" автоматических станций "Марс-3", "Венера-4", "Луноход-1"). Для мероприятия такого рода характерны интерес к экспонату как памятнику истории науки и техники, раскрытие разных, порой неожиданных подробностей о людях, чья жизнь и творчество были связаны с этим предметом. Это еще и интерес к эпохе, к историческим личностям.

В "лунном" отделе Музея космонавтики экспонат "Луноход-1" занимает почетное место и неизменно пользуется успехом у юных посетителей. Наш "Луноход-1" пережил пока два "бенефиса": в ноябре 1995 г., когда отмечалось 25-летие полета станции "Луна-17", и в 2000 г. На встречу с подростками были приглашены участники отечественной лунной программы: экипаж управления движением "Лунохода-1" и готовившиеся к лунной экспедиции космонавты.

Многие школьники не знают о том, что луноходами управляли с Земли из Центра дальней космической связи. Системы телевизионного наблюдения и радиотелеметрии позволяли "сидячим космонавтам" (так называли операторов) осуществлять управление луноходом и уверенно вести самоходный аппарат по маршруту

**экскурсии** для дошкольников и младших школьников "Здравствуй, музей!", "Сказки о созвездиях"), учащихся V–VII классов ("Человек и космос", "В гости к Главному конструктору"). В основе методики – беседы, вопросно-ответные методы, ролевые игры, усложняющиеся творческие задания (по принципу "от простого – к сложному"), элементы театрализации, а также викторины, конкурсы, поисковые и исследовательские методы, "погружения" в прошлое. Например, де-

ти младшего возраста с удовольствием переодеваются в костюмы Маленького принца А. Сент-Экзюпери или Звездного путешественника, рассказывают о своих "встречах" с планетами или о первых попытках полета людей в космос.

Необходимо отметить и такую нетрадиционную, новую для нашего музея форму работы со школьниками, как "**Бенефис одного экспоната**". На эти встречи приглашаются разработчики ракетно-космической техники, кос-



в течение целого года по лунному бездорожью, выполнять обширную программу научно-технических экспериментов. 21 ноября 2000 г. московские школьники VI–VII классов в течение почти двух часов с интересом общались с водителем «Лунохода-1» Василием Ивановичем Чубукиным, летчиками-космонавтами Виктором Васильевичем Горбатко и Александром Ивановичем Лазуткиным. 30 лет назад В.В. Горбатко проходил подготовку для участия в советской пилотируемой лунной программе «Е-8» (так и не состоявшейся). Предполагалось, что луноходы будут использоваться не только как научная самоходная лаборатория, но и как средство передвижения космонавтов по поверхности Луны. Во время рассказа космонавта

демонстрировались уникальные документальные кадры. Встречу завершили беседа с космонавтом А.И. Лазуткиным о будущих лунных базах, о подготовке в отряд космонавтов и викторина.

Помимо циклов занятий, экскурсий, выездных мероприятий и лекций, Музей космонавтики начинает систематически изучать экспозиции научно-технических музеев в разделе истории космонавтики. В 2000 г. одна из московских школ, расположенная недалеко от музея и много лет сотрудничающая с Московским авиационно-технологическим университетом им. К.Э. Циолковского, ввела в расписание для начальной школы (I–IV классы) разработанный и проводимый автором статьи экспериментальный учебный курс

*Выставочный зал музея. Фото С.А. Герасютина.*

**“Основы музейной культуры”.** Большой блок данной программы посвящен следующей задаче: через мир музейной культуры познакомить детей с техникой, с основными вехами в истории отечественной космонавтики. Согласно учебному плану, уроки проходят раз в неделю на базе школы, предусмотрено несколько выходов в музей на игровые экскурсии. Таким образом, дети уже в раннем возрасте приобщаются к культуре, развивается интерес к космонавтике, а в старших классах при изучении профилирующих предметов университета идет профориентация на работу молодежи в ракетно-космической отрасли.

В музее как бы осуществляется связь времен. Он дает уникальную возможность сделать своими союзниками в воспитании молодежи тех, кто жил до нас, воспользоваться их опытом в области науки, культуры, нравственности. Прошлое не исчезает бесследно, оно прорастает

в настоящее, оставляя тысячи свидетельств своего развития в виде памятников материальной и духовной культуры, которые хранят и пропагандируют музеи.

Просветительная работа музея способствует формированию космического мировоззрения, осо-

бенно если эта работа начинается с детьми младшего школьного и даже старшего дошкольного возраста.

*К.Б. СТЕПАНОВА*  
*Мемориальный музей*  
*космонавтики*

---

## *Информация*

---

### **Природа рентгеновского фона понята**

Космическая рентгеновская обсерватория “Чандра” (Земля и Вселенная, 2000, № 4) способна определять координаты рентгеновских источников с точностью до  $1''$ . Это позволяет найти плотность рентгеновских источников на небе. Разумеется, не по всему небу, но хотя бы на небольшой площадке. Был выбран участок в созвездии Печи, в направлении на который Млечный Путь содержит очень мало газа и пыли. В этом районе, размером  $16'$ , названном “глубокое” южное поле “Чандры”, приборы спутника обнаружили более 300 рентгеновских источников при сум-

марной экспозиции почти миллион секунд (11.5 сут).

Возникла проблема отождествления этих источников с оптическими небесными объектами. Группа астрономов провела наблюдения того же участка с помощью первого 8.2-м зеркала “Анту” Очень Большого Телескопа Европейской Южной Обсерватории и установленного на нем прибора ФОРС-1 (Земля и Вселенная, 1999, № 1). Удалось получить спектры более ста оптических объектов, зарегистрированных приборами “Чандры” в качестве рентгеновских источников. Среди них встречаются квазары, скопления галактик, но самыми многочисленными оказались активные ядра галактик низкой светимости. Такая светимость вызвана не малым энерговыделением, а поглощением излучения в плотных газопылевых облаках, окружающих ядро, в центре которого находится массивная черная дыра. Большинство этих объектов находятся

на расстоянии 8–9 млрд. св. лет от нас. Самым далеким оказался квазар с красным смещением  $z = 3.7$ , что соответствует расстоянию 12 млрд. св. лет. “Сумма” всех идентифицированных в “глубоком” южном поле “Чандры” рентгеновских источников по своим параметрам (интенсивность и спектральные свойства) оказалась очень близкой к космическому фону рентгеновского излучения, обнаруженному еще в 1962 г., природа которого до сих пор оставалась загадочной. Теперь можно утверждать, что источник рентгеновского фона – множество мощных черных дыр, помещенных в активных ядрах далеких галактик, и это самый важный результат проведенного исследования. Оно ясно показало плодотворность “сотрудничества” наземных и космических телескопов.

ESO Press Release 05/01,  
13 March 2001

## 300 лет Горно-геологической службе России

*В мировом масштабе выживет та страна, которая в точности будет знать свои ресурсы, сумеет направить на их использование народные духовные силы.*

*В.И. Вернадский*

Слова нашего великого соотечественника, академика Владимира Ивановича Вернадского, сказанные в первой половине минувшего столетия, сейчас актуальны, как никогда. Для того чтобы правильно распоряжаться природными богатствами, надо хорошо их знать. Причем не только специалистам, но в какой-то мере и всем гражданам страны. Эту мысль отражает выставка, посвященная трехсотлетию Горно-геологической службы России, которая прошла в ноябре 2000 г. в Москве. Организовали ее Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН и Министерство природных ресурсов Российской Федерации. Экспозицию открывал портрет Петра I и подписанный им в сентябре 1700 г. указ о создании “Приказа рудных дел”.

С петровского указа началось изучение “подземных кладовых” Рос-

сии, хотя “заглянули” в них те, кто населял ее территорию, значительно раньше. По археологическим данным, уже в IV–III вв. до н.э. выплавляли медь и железо, добывали строительный камень, строили солеварни. На различных этапах развития общества осваивались те виды полезных ископаемых, потребность в которых ощущалась особенно остро. Больше пяти тысяч лет назад в меднорудном центре Каргалы, в Южном Приуралье, началась добыча руды и выплавка меди. Выставка познакомила с основными этапами истории горного дела в нашей стране.

При Иване III, в 1491 г., была организована первая “рудосыскная экспедиция” для поиска серебряных руд в Печерский край на реку Цильма. “...Нашли оную вместе с медной... и с того времени мы начали сами добывать, плавить металлы и чеканить моне-

ту”, – писал И.М. Карамзин в “Истории государства Российского”. Но активное освоение российских недр началось только после создания петровской Берг-коллегии под председательством генерал-фельдмаршала Я.В. Брюса, превратившейся в XIX в. в Геологический комитет (ГЕОЛКОМ). Первый его председатель академик Г.П. Гельмерсен, исследовал геологию Урала, Алтая, Сибири, открыл первые нефтяные источники на Северном Кавказе, составил геологическую карту Европейской части России.

Неуклонно шло освоение минеральных богатств России. Ведущее место долго занимал “седой Урал”. Здесь в 1745 г. было открыто Березовское золоторудное месторождение и построена первая в России обогатительная фабрика для извлечения золота. В короткое время появилось около 10 железодельатель-



*Экспонат, открывающий выставку, – указ Петра I об организации Берг-коллегии.*

ных заводов (в том числе Екатеринбургский, дававший 50% продукции Урала). Ведущее положение заняли заводы Демидовых, выпускавшие в 1-й половине XVIII в. до трети российского чугуна. Неповторимый уральский малахит использовался сначала для получения меди, а затем и как ценнейший поделочный камень. В предгорьях Урала были найдены залежи халцедона, яшмы, агатов, и других полудрагоценных камней. Цветные камни – халцедон, яшмы, агаты – становятся объектом горного промысла на

Урале, а затем и в Прибайкалье, где добывали нефрит и лазурит. В начале 70-х гг. XX столетия к этим давно известным созданным природой шедеврам геолог И.П. Рогова добавила чароит, найденный ею в горах Южной Якутии. Этот удивительной красоты камень больше нигде в мире не встречается.

В XVIII в. на р. Ухта (бассейн Печоры) был обустроен первый на территории России нефтяной промысел. Но больший интерес проявляется тогда к каменному углю. Поиски угольных залежей

увенчались открытием Донецкого, Кузнецкого и Подмосковного угольных бассейнов.

В XIX и XX вв. на территории России обнаружены практически все известные виды полезных ископаемых. Крупнейшие в мире месторождения полиметаллов (олово, свинец, цинк) геологи оконтурили на Дальнем Востоке и Кавказе. На Земле нет более крупных запасов медно-никелевого сырья, чем те, что выявил на Таймыре геолог Н.Н. Урванцев. На их базе возник популярный город Норильск. В конце 20-х гг. XX в. экспедиция под руководством А.Е. Ферсмана сделала на Кольском полуострове другое столь же важное открытие – фосфатное сырье для удобрений (апатиты).

География полезных ископаемых значительно расширилась в период Второй мировой войны. Многие из них (платиноиды, уран, алмазы и др.) – уникальны. Особенно большие успехи достигнуты в нефтегазовых изысканиях в 40-е и 50-е гг. минувшего века. Тогда на геологических картах Поволжья и Западной Сибири появились огромные нефтяные и газовые бассейны. От этих крупнейших в мире месторождений протянулись на сотни и тысячи километров нити трубопроводов в Европу. До

*Первый президент Берг-коллегии генерал-фельдмаршал Я.В. Брюс, возглавлявший ее в 1717–1722 гг.*

сего времени нефтегазовые ресурсы составляют основу экономики России.

Сейчас Россия одна из самых богатых природными ресурсами стран мира. Занимая 12.5% площади земной суши, она имеет весьма существенную долю мировых запасов полезных ископаемых. Но богатства эти спрятаны глубоко в недрах, и, чтобы их выявить и оценить, нужны сложные современные геологические, геофизические и геохимические исследования. С ними ознакомили на выставке различные институты Министерства природных ресурсов и Российской академии наук, другие ведомства, связанные с изучением и освоением земных недр. Современные науки о Земле, создающие научную основу для всех дальнейших работ по освоению земных недр, используют методы других наук, в том числе технических.

Геофизические методы позволяют предсказывать землетрясения и исследовать подкорковые глубины, а космическая съемка и компьютерная обработка получаемых данных значительно ускоряют и уточняют геологическое картирование. Поистине революционный переворот в геологии произвел выход человека в космическое пространство. Регулярные облеты



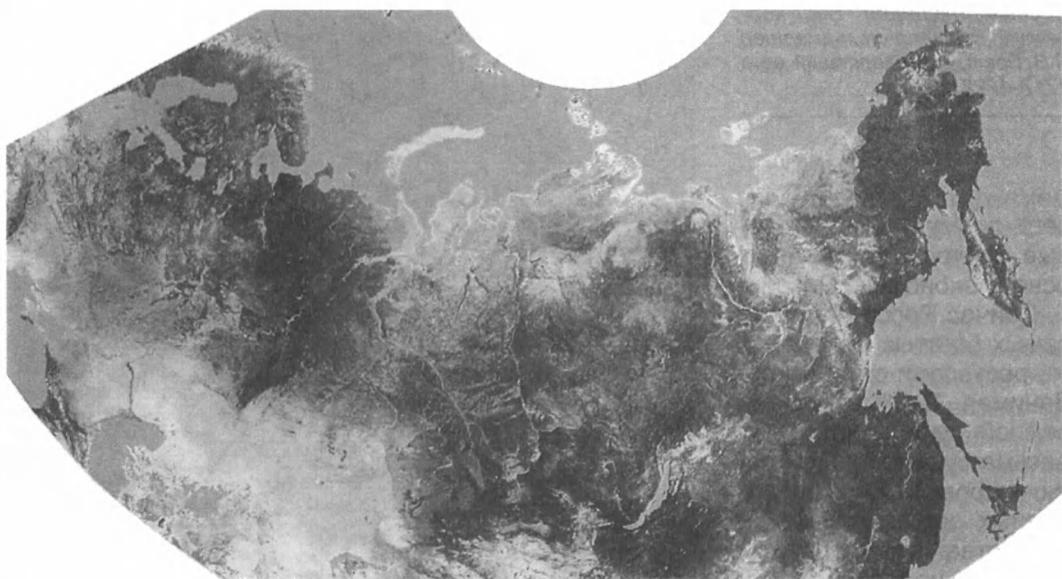
Земли спутниками, оснащенными современными приборами, позволили заново, с большей точностью, отснять всю поверхность земного шара, четко провести границы между геологическими структурами и уточнить размеры рудоносных и углеводородных бассейнов.

Выставка убедительно показала, что современный геолог – это не просто путник с молотком и рюкзаком, а исследователь, использующий самые современные технические средства. Представленный на стендах комплекс картографических материалов характеризует геологическую изученность России, знание которой создает надежную основу

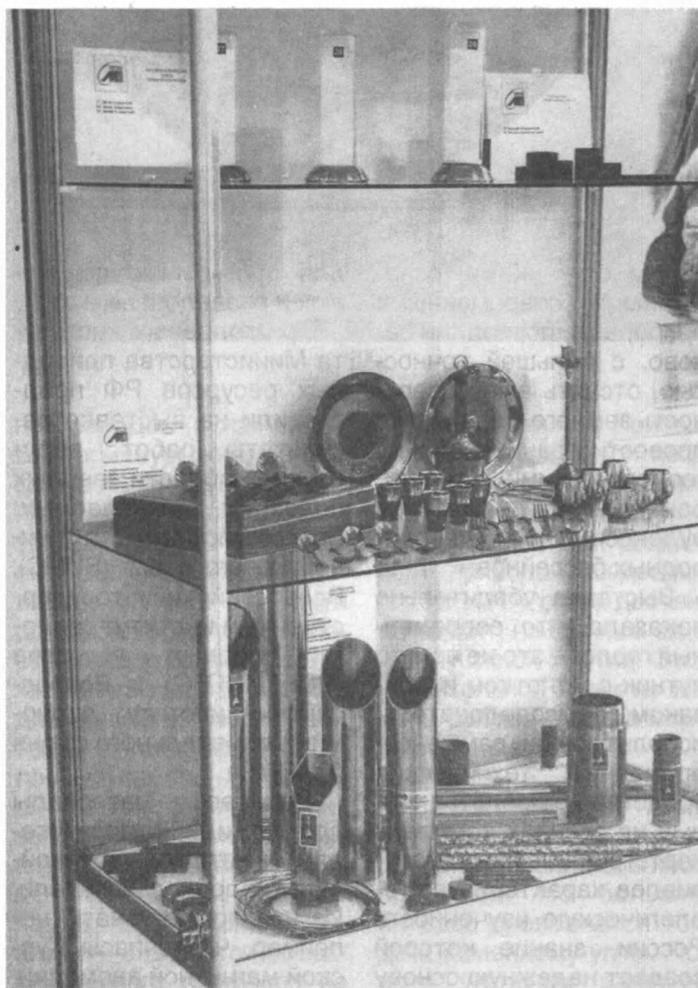
для прогнозных, поисковых и разведочных работ.

Три головных института Министерства природных ресурсов РФ представили на выставке результаты работ, ведущихся в области твердых полезных ископаемых: Всероссийский институт минерального сырья (ВИМС), Всероссийский государственный институт геологии водных ресурсов (ВСЕГИНГЕО) и Всероссийский институт экономики минерального сырья (ВИЭМС).

Интересные материалы предложили посетителям выставки крупнейшие недропользователи. Из них можно узнать, например, что запасы Курской магнитной аномалии



*Космический образ России: карта рельефа, составленная в натуральных цветах, по данным съемок с орбиты.*



составляют 13% от общемировых.

Уникальное многообразие богатейших подземных кладовых Кольского полуострова представило акционерное общество "Апатит". Акционерное общество "Газпром" наряду с общей картиной развития газопроводов на территории Европы продемонстрировало данные о ходе освоения шельфа северных морей. В красочной экспозиции Министерства атомной промышленности Российской Федерации были показаны не

*Экспозиция Министерства атомной промышленности РФ: общий вид стенда и изделия из сплава циркония. На верхней полке – исходный концентрат, на нижних – промышленные изделия и предметы быта.*



только материалы по истории и современным технологиям освоения урановых месторождений, но также промышленные и бытовые изделия, выпускаемые предприятиями отрасли. В витринах, наряду с конструкциями из сплавов циркония для атомных реакторов, — изящные графины, рюмки и столовые приборы из этого серебристо-белого, твердого и химически стойкого металла, изделия из цветного стекла, окрашенного редкоземельными хромофорами, и другие интересные экспонаты. Специальный стенд был посвящен прогрессивному, экологически наиболее чистому методу подземного выщелачивания грунтов.

Экологии вообще на выставке уделялось значительное внимание. Институт минералогии и геохимии редких элементов

(ИМГРЭ) Министерства природных ресурсов посвятил особый стенд экологии промышленной разработки руд, а Институт геоэкологии РАН представил новые данные, раскрывающие многообразие и взаимосвязь экологических факторов такого крупного мегаполиса, как Москва. Не только токсичные промышленные выбросы, но и нарушения гидрогеологического режима, связанные со строительством, возникновение “блуждающих” промышленных токов, ускоряющих коррозию металлов, суффозию (вымывание грунта) и другие негативные явления, вызывающие дорожные провалы, выход из строя теплотрасс и автомобильного транспорта.

В отдельной галерее были выставлены образцы руд черных, цветных и благородных металлов,

*Экспонат витрины, оформленной московским музеем “Самоцветы”. Скульптурная работа В.В. Коноваленко “Жаркий полдень” из уральского поделочного камня.*

химического сырья, строительных материалов и основные виды энергоресурсов России.

Особый интерес вызвали витрины с природными и синтетическими цветными камнями, оформленные Институтом синтеза минерального сырья и музеем “Самоцветы”. Здесь же разместили художественные произведения российских камнерезов, использующих камень для создания уникальных панно и скульптурных групп.

Приведем одну характерную запись из книги отзывов посетителей: “...чувствуешь себя малой толикой того, что представляет из себя наша

земля – Россия! Никогда бы не подумала, что приду сюда еще, но оказалось, что непременно вернусь. Благодарю! Матвеева А.С.”

К сожалению, как и во времена А.С. Пушкина, мы еще плохо знаем, “чем го-

сударство богатеет и чем живет”. Задача музея – показать это людям. На протяжении 2000 г. в залах Геологического музея РАН в связи с юбилейными датами российского горного дела прошла серия выставок “Руда в ру-

ках мастера”. Экспозиция “300 лет Горно-геологической службы России” – заключительная этой серии.

*Г.Б. НАУМОВ,*

*доктор*

*геолого-минералогических наук*

*Геологический музей*

*им. В.И. Вернадского РАН*

---

## *Информация*

---

### **Планы запуска двух марсоходов**

Руководство NASA объявило о планах запуска двух больших марсоходов в мае–июне 2003 г. Этот период наиболее удачен для старта АМС к Марсу (удобное расположение планет повторится лишь в 2018 г.). Главная задача проекта – поиск воды и геологические исследования.

Проект рассчитан на доставку марсоходов без посадочных станций, в отличие от программы “Mars Pathfinder” (Земля и Вселенная, 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4). Полет станций продлится около 8 мес, посадка на Марс намечена на январь 2004 г. Во время посадки предполагается ис-

пользовать надувные баллоны-амортизаторы. После приземления контейнеры с марсоходами некоторое время будут подпрыгивать и перекатываться по поверхности (около 1 км). Остановившись, баллоны сдуваются и втягиваются внутрь контейнера, затем раскрываются четыре опорных лепестка, марсоход переворачивается на шестиколесное шасси и съезжает на поверхность. Фотокамеры марсоходов сначала передают на Землю панорамные цветные снимки окружающей местности, а затем формируются маршруты движения. Марсоходы ежедневно должны преодолевать 100 м, что соответствует общему расстоянию, пройденному в свое время “Sojourner” (Земля и Вселенная, 2000, № 4). Управление движением марсоходов производят ежедневно на основе получаемых снимков. Сроки работы марсоходов – 90 сут, но он может быть продлен в зависимости от функционирования систем и приборов.

На марсоходах разместят пять научных приборов: панорамные цветные камеры (разрешение в три раза выше, чем на “Sojourner”), фотографический микроскоп (исследование микрочастиц и пыли), альфа-протонный рентгеновский спектрометр (измерение количества химических элементов), миниатюрный термоэмиссионный спектрометр (изучение состава минералов) и спектрометр Моссбауэра (определение содержания железа и воды). Образцы пород для исследования будут отбираться манипулятором, на котором установят микроскоп и шлифовальный инструмент для снятия пыли с камней. Марсоходы оснастят и магнитными ловушками, которые будут собирать пылевые частицы. Масса марсоходов – 130 кг (“Sojourner” весил 11.5 кг). Научный руководитель программы доктор Дж. Гарвин.

По материалам NASA и Science, 2000, **289**, 5482

## Собственные имена звезд

А. К. МУРТАЗОВ,  
кандидат технических наук  
Рязанский государственный педагогический университет  
Астрономическая обсерватория

---

С глубокой древности люди давали звездам имена. Каждый народ называл звезды согласно своим легендам и представлениям о мире. Только в XVII в. Иоганн Байер (1572–1625) ввел обозначение звезд греческими буквами в порядке убывания их блеска, а в XVIII в. Джон Флемстид (1646–1719) – латинскими буквами в порядке возрастания их прямых восхождений. Как правило, именно эти обозначения применяются в научных статьях и книгах.

Тем не менее собственные имена звезд сохранились до сих пор. Из примерно 6 тыс. звезд, видимых на небесной сфере невооруженным глазом, 275 обладают собственными именами. Большой частью они связаны с названиями созвездий, в которых находятся. У некоторых звезд имена связаны с уже не применяемыми названиями созвездий или взяты не у тех народов, которые назвали созвездия (классический пример – несколько имен Полярной). Большинство собственных имен звезд – арабского происхождения, имеются греческие имена (или греческие переводы с арабского), а также в небольшом количестве латинские. И дело здесь не только в том, что от греков и римлян нас отделяет больше времени. По-видимому, они просто проявляли меньше интереса к наблюдениям звезд и не очень стремились раздавать

им имена, в отличие от арабов. Большая часть звездных названий дошла до нас в искаженном виде, что вполне объяснимо. Этимология собственных имен некоторых звезд до сих пор осталась невыясненной.

Мы приводим 345 собственных имен 275 звезд. Созвездия, в которых они находятся, расположены в алфавитном порядке. Далее даются наиболее употребляемое название звезды и его этимология, затем другие известные ее имена. Если название арабского происхождения, это специально не оговаривается.

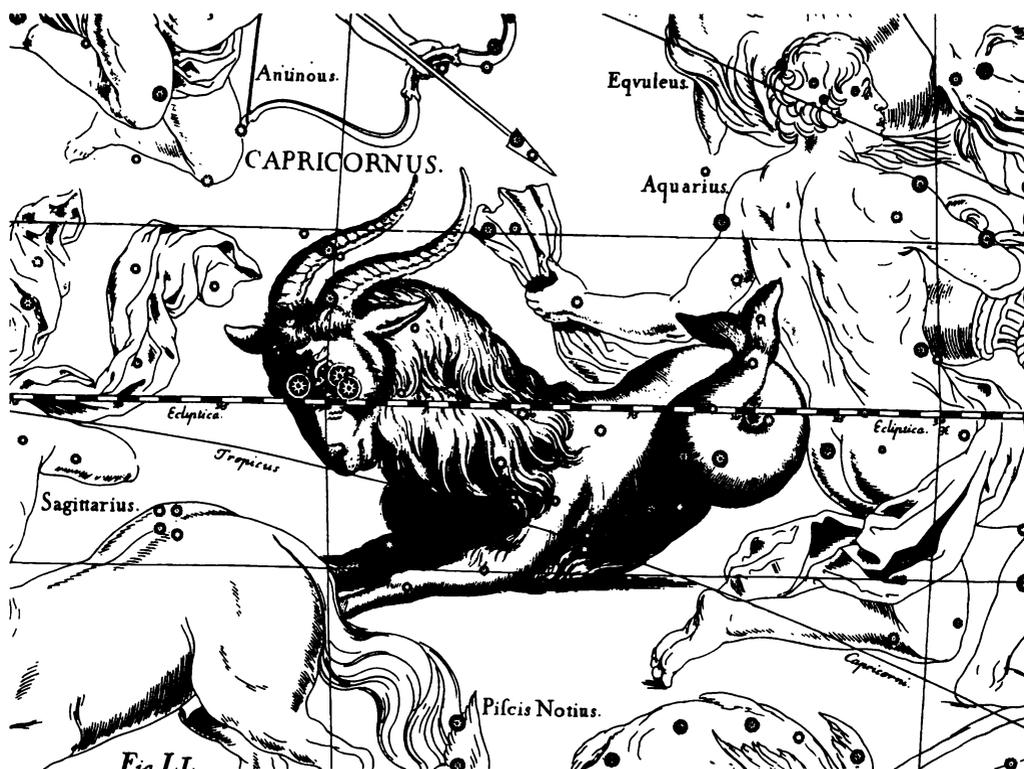
**$\alpha$  And** ( $\alpha$  Андромеды) – **Альферац, Сиррах**. *Ал-суррат ал-феррас* – “пуп лошади” (*Ал-сурра* – “пуп”). Имеется ввиду, что эта звезда – часть созвездия Пегаса. (По правилам арабской грамматики, если добавляется *ал-феррас*, то *ал-* перед первым словом не ставится.)

**$\beta$  And** ( $\beta$  Андромеды) – **Мирах**. “Пояс” платья Андромеды.

**$\gamma$  And** ( $\gamma$  Андромеды) – **Аламак, Альмак**. “Сандалия”.

**$\alpha$  Aqr** ( $\alpha$  Водолея) – **Садалмелик**. *Са’д ал Малик* – “счастье властителя”. Встречается перевод “счастье государства”. (Англ. *Lucky one of the king*.)

**$\beta$  Aqr** ( $\beta$  Водолея) – **Садалсуд**. *Сад Эльзуд* – “счастье счастья”. Звезда на-



Созвездие Козерога ("Уранография" Яна Гевелия, 1690 г.).

звана так потому, что ее гелиакический восход приходится на конец зимы. Другой перевод: "Удачливый из удачливых". (Англ. *Luckiest of the lucky.*)

**γ Aqr** (γ Водолея) – **Садахбия**. "Счастливая звезда скрытых вещей". *Хаби* – "скрытый". Появление этой звезды предвещает (*сада*) то, что было скрыто – хорошую весеннюю погоду. Такое объяснение дал Ал-Суфи.

**δ Aqr** (δ Водолея) – **Скат**. *Сак* – "нога". *Сак сахиб ал ма* – "нога" Водолея. Менее известное имя **Шеат** по положению звезды должно означать "бедро".

**ε Aqr** (ε Водолея) – **Албали**. "Глотающий", т.е. "чудовище".

**ϑ Aqr** (ϑ Водолея) – **Анха**. "Бедро".

**κ Aqr** (κ Водолея) – **Ситула**.

**α Aqr** (α Орла) – **Альтаир, Атаир**. "Орел". По другим данным – "летающий ястреб". *Ан ниср* – "летающий ястреб". (*Ниср* – "ястреб".)

**β Aql** (β Орла) – **Альшаин**. "Сокол".  
**γ Aql** (γ Орла) – **Таразед** (перс.). "Ястреб", "сокол", "орел", "гриф".  
**δ Aql** (δ Орла) – **Денебокаб**. "Хвост" Орла.

**α Ari** (α Овна) – **Хамаль**. "Овца" или "подросший ягненок".

**β Ari** (β Овна) – **Шератан**. "Знак". Указывает место, где во времена Гиппарха находилась точка весеннего равноденствия.

**γ Ari** (γ Овна) – **Месарсим** (древнееврейск.). Скорее всего, "священник". Арабск. – "очень жирная овца" (искаженное *Месартим*).

**δ Ari** (δ Овна) – **Ботеин**. "Живот". Значение идет от древних изображений созвездия.

**α Aur** (α Возничего) – **Капелла** (лат.). "Козочка". Греки и арабы именовали ее "звезда козы". Арабское название – **Альхайот**, что, предположительно, также означает "коза".

**β Aur** (β Возничего) – **Менкалинан**. "Плечо Возничего".

**ζ Aur** (ζ Возничего) – **Хедус I**.

**η Aur** (η Возничего) – **Хедус II**.  
**ι Aur** (ι Возничего) – **Хассалех**.  
**ε, ζ, η, Aug** (ε, ζ, η Возничего) – **Дети**.  
“Козлята на плече Возничего”.

**α Boo** (α Волопаса) – **Арктур**. С греческого “страж медведя”. По-гречески “арктос” – медведь. Отсюда – Арктика.

**β Boo** (β Волопаса) – **Неккар**. “Голова Волопаса”. Другой вариант – само название созвездия. Искаженное *Баккар* – “волк-вожак”. Другое название – **Мерез**.

**γ Boo** (γ Волопаса) – **Сегинус, Харрис**. “Сторож”.

**ε Boo** (ε Волопаса) – **Изар**. “Пояс Волопаса”. “Юбка” (которая держится на звезде Мирах, β And). Другие названия: **Мирак, Пульхерима**.

**η Boo** (η Волопаса) – **Мюфрид, Мифрид**. “Одинокая звезда”.

**μ Boo** (μ Волопаса) – **Алкалурупс**. “Посох”.

**38 Boo** (38 Волопаса) – **Мерга**.

**α Cap** (α Козерога) – **Гиеди, Альгеди, Альджеди**. “Козленок”.

**β Cap** (β Козерога) – **Дабих**. Человек, исполнявший у древних арабов обряд жертвоприношения во время гелиакического восхода Козерога. Другой вариант – “счастье мясника”. Астрологическое арабское название – **Дихабда**, “светило мясника”.

**γ Cap** (γ Козерога) – **Нашира**. “Приносящий хорошие новости”.

**δ Cap** (δ Козерога) – **Денеб Алгеди**. “Хвост козы”. Еще одно имя – **Шедди**.

**ε Cap** (ε Козерога) – **Кафра** (лат.). “Дневной переход”. Сведений о достоверности перевода нет.

**η Cap** (η Козерога) – **Арм**. “Лопатка”, “Бок”.

**κ Cap** (κ Козерога) – **Окул** (лат.). “Глаз”.

**α Car** (α Кия) – **Канопус**. Имя лоцмана **царя Менелая**, с которым тот возвращался из Трои. По другой версии назван так в честь древнего города, находившегося недалеко к востоку от Александрии. Вторая по яркости после Сириуса звезда на небе. Менее известное арабское **Сухейль** – “плоскость” (весла?).

**β Car** (β Кия) – **Миаплацидус**.

**ε Car** (ε Кия) – **Авиор**.

**η Car** (η Кия) – **Форамен** (лат.). “Дыра”.

**ι Car** (ι Кия) – **Туренс, Турайс**. Орнамент на корме корабля.

**α Cas** (α Кассиопеи) – **Шедар, Шедир**. *Ас-Садр* – “грудь”.

**β Cas** (β Кассиопеи) – **Каф, Шаф**. “Рука”. Древним арабам таким образом представлялось это созвездие. *Кафф* – “ладонь” (не рука).

**γ Cas** (γ Кассиопеи) – **Ких, Нави**.

**δ Cas** (δ Кассиопеи) – **Рухбах**. *Рукба* – “колено”.

**ε Cas** (ε Кассиопеи) – **Рухбах**. *Рухбах* – “колени”.

**η Cas** (η Кассиопеи) – **Ахирд**.

**θ Cas** (θ Кассиопеи) – **Марфик**. “Локоть”.

**α Cen** (α Центавра) – **Ригель Центавра**. “Нога кентавра”. Другое название – **Толиман**, “росток виноградной лозы”. Встречается перевод “страусы”.

**β Cen** (β Центавра) – **Агена**. “Колено” кентавра. Другое имя с неустановленной этимологией – **Хадар**.

**ε Cen** (ε Центавра) – **Авиор**.

**ι Cen** (ι Центавра) – **Турайс**.

**α Ser** (α Цефея) – **Альдерамин**. *Аз-зыра’ал Иамин* – “правая рука царя”.

**β Ser** (β Цефея) – **Альфирк**. Возможно, “стадо”, “паства”.

**γ Ser** (γ Цефея) – **Альрай, Эррай**. “Пастух”, “пастырь”.

**μ Ser** (μ Цефея) – **Эракис**.

**α Cet** (α Кита) – **Менкар, Мекаб**. “Нос” чудовища.

**β Cet** (β Кита) – **Денеб Кайтос**. “Хвост кита”. Второе название – **Дифда**, “лягушка” (?).

**γ Cet** (γ Кита) – **Каффалджидхма**. *Кафф ал жидма*: *кафф* – “ладонь”, *жидма* – “сложенная”, “прижатая”.

**ζ Cet** (ζ Кита) – **Батен Кантос**. “Живот кита”. *Батен* – “живот”, *контос* – “кит”.

**η Cet** (η Кита) – **Денеб Алгенуби**. Южный хвост. *Денеб* – “хвост”, *алгенуби* – “южный”.

**ο Cet** (ο Кита) – **Мира** (лат.). “Удивительная”. Древние еще называли ее “чудесная”, так как уже им она была известна как долгопериодическая переменная.

**α Cma** (α Большого Пса) – **Сириус**. В Древнем Египте в V тысячелетии до н. э. Сириус считался звездой богини Исиды. Название, вероятно, связано с греческим *seirios* – “ярко горящий” или “жгучий”, а возможно, означает “собака” (лат.?). Также, не исключено, *Аш-Ши’ра* (араб.) – “открывающий дверь” (разлива Нила).

**β CMa** (β Большого Пса) – **Мирзам**. “Привязь”. “Глашатай” восхода Сириуса.

**γ CMa** (γ Большого Пса) – **Мулифен**, **Мулифан**. Возможны варианты объяснения: Мухалафун – “потомство”. Мугалафун – “присяжные”. Муханасун – “евнухи”.

**δ CMa** (δ Большого Пса) – **Везен**. “Копчик” пса.

**ε CMa** (ε Большого Пса) – **Ахара**, **Адара**. Звезда расположена в основании задних ног собаки.

**ζ CMa** (ζ Большого Пса) – **Фуруд**. “Одинокий огонек”. Расположена в левой задней лапе собаки.

**η CMa** (η Большого Пса) – **Алюдра**.

**μ CMa** (μ Большого Пса) – **Исида**. Имя египетской богини.

**α CMi** (α Малого Пса) – **Процион** (греч.). “Тот, который до собаки”. Арабское название *Эль Гомайза* – “проливающий слезы”.

**β CMi** (β Малого Пса) – **Гомейза**. Старинное арабское название созвездия Малого Пса. “Проливающий слезы” ввиду близости к Проциону, считавшемуся подателем дождей.

**α Cnc** (α Рака) – **Акубенс**. “Клешня”.

**β Cnc** (β Рака) – **Аль Тарф**. “Край”, “конец”.

**γ Cnc** (γ Рака) – **Азеллюс Бореалис**.

**δ Cnc** (δ Рака) – **Азеллюс Аустралис**.

**γ Cnc**, **δ Cnc** (γ и δ Рака) – **Ослята**. Между ними находится рассеянное скопление Ясли.

**ι Cnc** (ι Рака) – **Презепа**.

**α Col** (α Голубя) – **Факт** (Phakt). Значение слова неизвестно. Полагают, что это достаточно современное название, означающее “кружащийся голубь” (араб.).

**β Col** (β Голубя) – **Везн**. Имеет то же значение, что и имя звезды α CMa – “копчик”. Некоторые картографы считают, что это название того места на корме корабля *Арго*, на котором сидел голубь.

**α Com** (α Волос Вероники) – **Диадема** (греч.). “Бриллиант” в волосах Вероники.

**α CrV** (α Северной Короны) – **Гемма** (греч.). “Жемчужина”. Более древнее арабское название – **Алфекка**, “разорванная”, поскольку само созвездие образует незамкнутое кольцо. Может быть, произошло от *Найир Ал-Факка* – “ярчайшая звезда блюда”. Еще одно имя с неизвестной этимологией – **Гнозия**.

**β CrV** (β Северной Короны) – **Нусакан**. *Наск* – “расположенный в одну линию”. *Нусакан* – два “наска”. Имеется в виду, что на этой звезде пересекаются две линии звезд: *Ал наск ал Шами* – βϒδλμ Her и *Ал наск ал Емани* – δλαε Ser и δεζη Oph.

**α Crv** (α Ворона) – **Алхиба**. “Шатер”. Иногда от *Минхар ал-Гураб* – “клюв ворона”.

**β Crv** (β Ворона) – **Краз**.

**γ Crv** (γ Ворона) – **Дженах**, **Гиенах**. “Правое крыло ворона”.

**δ Crv** (δ Ворона) – **Алгораб**. “Ворона”.

**ε Crv** (ε Ворона) – **Минкар**. “Клюв”.

**α CrI** (α Чаши) – **Алкес**. “Плоская чаша”, “кубок, бокал”. В некоторых переводах “мелководная бухта”.

**δ CrI** (δ Чаши) – **Лабр**. “Чаша”.

**α Cru** (α Южного Креста) – **Акрукс** (лат.). *A(lfa) Cruх*.

**β Cru** (β Южного Креста) – **Мимоза**.

**γ Cru** (γ Южного Креста) – **Гакрукс** (лат.). *Ga(mma) Cruх*.

**α CVn** (α Гончих Псов) – **Кор Кароли** (лат.). “Сердце Карла”. Названа так Галлем в честь короля Англии Карла II. Другое название, данное Гевелием, – **Астерион** (“звездный”), кличка одного из псов.

**β CVn** (β Гончих Псов) – **Хара**. Кличка второго пса. Иногда ошибочно именно его называют Астерионом.

**α Cyg** (α Лебеда) – **Денеб**. “Хвост”. Другое арабское название – **Аридиф**, “задница”.

**β Cyg** (β Лебеда) – **Альбирео**. “Хвост курицы”.

**γ Cyg** (γ Лебеда) – **Садр**. *Занабад даджаджа* – “грудь курицы”. *Адр аддажат* – “грудь курицы”. *Запаб* – “хвост”.

**ε Cyg** (ε Лебеда) – **Дженах**, **Гиенах**. “Крыло” лебеда.

**π<sub>1</sub> Cyg** (π<sub>1</sub> Лебеда) – **Азельфафага**. *Адел фал фарос* (искаж. *Дулфалфарас* – “копыто коня”).

**α Del** (α Дельфина) – **Суалокин**.

**β Del** (β Дельфина) – **Ротанев**. Обе звезды в Дельфине названы астрономами обсерватории в Палермо (1914 г.) в честь ее директора Николауса Венатора, только латинское написание его имени и фамилии прочитано наоборот.

**δ Del** (δ Дельфина) – **Денеб эль-Дельфини**. “Хвост дельфина”.

**α Dra** (α Дракона) – **Тубан**. “Змея”. Это название самого созвездия. В III тысячелетии до н. э. была полярной звездой.

**β Dra** (β Дракона) – **Растабан**. “Голова дракона”. Еще одно имя – **Альваид**.

**γ Dra** (γ Дракона) – **Элтанин, Этамин**. “Дракон”, “голова дракона”.

**δ Dra** (δ Дракона) – **Надус II**. Второй “узел” петли тела дракона.

**ε Dra** (ε Дракона) – **Тиль**.

**ζ Dra** (ζ Дракона) – **Надус I**. Первый “узел” петли тела дракона.

**λ Dra** (λ Дракона) – **Гиансар** (перс.). Возможно, это слово означает “центральный”. Голова и хвост Дракона.

**μ Dra** (μ Дракона) – **Арракис**. Означает, по неизвестным причинам, “танцор”. (Улуг-бек эту звезду назвал *Аррафид* – “бродящий верблюд”. Написанные арабским шрифтом, эти слова легко спутать.)

**ν Dra** (ν Дракона) – **Кума**.

**ξ Dra** (ξ Дракона) – **Грумиум**.

**ψ Dra** (ψ Дракона) – **Дзибан**.

**α Equ** (α Малого Коня) – **Китальфа** (арабск.). “Часть коня” (без конкретизации).

**α Eri** (α Эридана) – **Ахернар**. *Ахир-ан Нахр* – “конец реки”, которой является само созвездие.

**β Eri** (β Эридана) – **Курса**. “Скамейка для ног Ориона”.

**γ Eri** (γ Эридана) – **Зурак**. “Лодка”, а также “яркая звезда на лодке, плывущей по реке”.

**δ Eri** (δ Эридана) – **Рана**.

**ζ Eri** (ζ Эридана) – **Зибаль**.

**η Eri** (η Эридана) – **Азха**.

**θ Eri** (θ Эридана) – **Акамар**. Искж. *Ахаранар* – “конец реки”.

**ο<sub>1</sub> Eri** (ο<sub>1</sub> Эридана) – **Бейд**. “Яйца”.

**υ Eri** (υ Эридана) – **Тееним**.

**53 Eri** (53 Эридана) – **Скип**.

**α Gem** (α Блинецов) – **Кастор** (греч.). Один из братьев-близнецов, сын Зевса и Леды.

**β Gem** (β Блинецов) – **Поллукс**. Латинизированное Полидевк, так звали брата Кастора.

**γ Gem** (γ Блинецов) – **Алхена**. Обозначает ноги Поллукса. В астрологии – “шестой дом”.

**δ Gem** (δ Блинецов) – **Васат**. “Средняя”. Обозначает середину созвездия.

**ε Gem** (ε Блинецов) – **Мебсута**. “Вытянутая” (имеется в виду вытянутая рука).

**ζ Gem** (ζ Блинецов) – **Мехбуда**. Искженное *Мегбуда* – “прижатая” (рука).

**η Gem** (η Блинецов) – **Тяят Приор, Пропус**.

**μ Gem** (μ Блинецов) – **Дирах**. “Локоть”. Малоизвестное название – **Тяят Постериор**.

**α Gru** (α Журавля) – **Алнаир**. “Яркая”. Обозначает тело журавля.

**α Her** (α Геркулеса) – **Рас Алгети**. *Ра'сал Джаси* – “Голова коленопреклоненного”. (На многих изображениях Геркулеса его показывали коленопреклоненным.)

**β Her** (β Геркулеса) – **Корнефорос** (греч.). “Носитель пики”. **Рутилик**.

**δ Her** (δ Геркулеса) – **Сарин**.

**κ Her** (κ Геркулеса) – **Марсик**. **Марфак**. “Локоть”.

**λ Her** (λ Геркулеса) – **Маасим**. Означает “запястье”.

**ω Her** (ω Геркулеса) – **Каям**.

**α Hya** (α Гидры) – **Асфард, Альфард**. Дословный перевод – “одиночная звезда в змее”. По некоторым представлениям, она находится в груди гидры, поэтому ее иногда называют **Сердце Гидры**.

**α Leo** (α Льва) – **Регул** (лат.). “Царь” или “князь”. Коперник называл его “маленький король”. Это сердце льва. Изображалось под головой (“серпом” из звезд) убитого Гераклом немецкого льва. Арабское название **Кальб** – “сердце”.

**β Leo** (β Льва) – **Денебола**. “Хвост льва”.

**γ Leo** (γ Льва) – **Алгиеба** (часто **Алгейба, Альджеба**). “Грива” льва.

**δ Leo** (δ Льва) – **Зосма**. “Поясница” льва.

**ε Leo** (ε Льва) – **Альгенуби**. “Южная”.

**ζ Leo** (ζ Льва) – **Адхафера**. “Грива”.

**η Leo** (η Льва) – **Альджабах**. “Лоб”.

**θ Leo** (θ Льва) – **Кокса, Хорт**. “Бедро” льва.

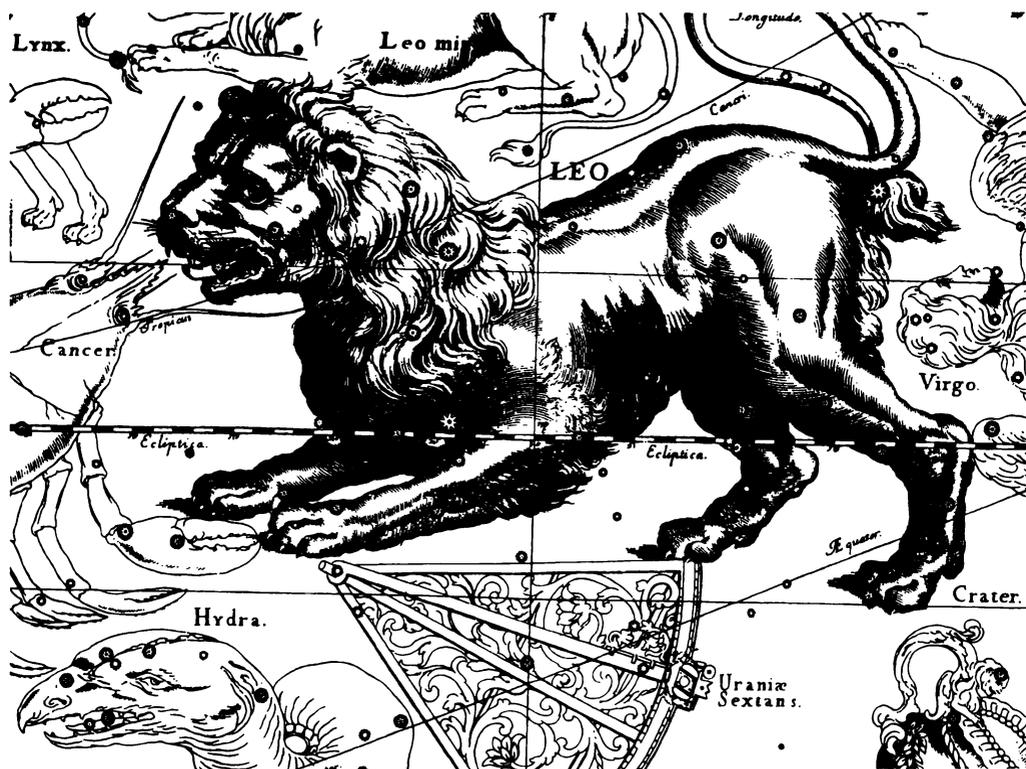
**λ Leo** (λ Льва) – **Алтерф**. *Альтарф* – “край, конец” (см. β Спс.)

**μ Leo** (μ Льва) – **Расалес** (искж. *Расаласад*). “Голова” льва.

**ο Leo** (ο Льва) – **Субра**.

**α Lep** (α Зайца) – **Арнеб**. “Кролик”.

**β Lep** (β Зайца) – **Нихал** (древнеараб.). “Пьющие верблюды”. Древние арабы



Созвездие Льва ("Уранография" Яна Гевелия, 1690 г.).

представляли созвездие Зайца в виде четырех верблюдов, пьющих воду из Эридана.

**$\alpha$  Lib ( $\alpha$  Весов) – Зубенэльгенуби.** *Аз Зубана ал Джанубийя* – "южная клешня скорпиона". Или, позднее, **Киффа Аустралис** – "Южная чаша".

**$\beta$  Lib ( $\beta$  Весов) – Зубенэшемали.** "Северная клешня скорпиона". Позднее – **Киффа Бореалис**. "Северная чаша".

**$\gamma$  Lib ( $\gamma$  Весов) – Зубенэльакраб.** "Клешня скорпиона". В Древней Греции созвездие Весов представляли клешнями скорпиона. Позже римляне выделили его в отдельное созвездие, так как в то время в нем находилась точка осеннего равноденствия.

**$\delta$  Lib ( $\delta$  Весов) – Зубенэльакриби.** *Зубан ал акраб* – "клешня скорпиона".

**$\theta$  Lib ( $\theta$  Весов) – Зубенхакраби.** *Зубан ал акраб* – "клешня скорпиона".

**$\alpha$  Lyr ( $\alpha$  Лиры) – Вега.** Известно несколько значений этого имени. У арабов или *Ан-наسر ал-ваки* – "падающий орел", или, из других источников, *Wega* – "орел". Древние представляли созвездие Лиры в виде орла. Например, индусы видели в нем орла или грифа, в некоторых арабских хрониках встречается "ястреб" и т.д.

**$\beta$  Lyr ( $\beta$  Лиры) – Шелиак.** "Черепаша".

**$\gamma$  Lyr ( $\gamma$  Лиры) – Сулафат.** Другое арабское название черепахи.

**$\alpha$  Oph ( $\alpha$  Змееносца) – Рас Альхаг.** "Голова заклинателя змей".

**$\beta$  Oph ( $\beta$  Змееносца) – Себальраи, Цельбайрай.** *Келб ал рай* – "собака пастуха".

**$\delta$  Oph ( $\delta$  Змееносца) – Йед Приор.** "Рука предшествующая".

**$\epsilon$  Oph ( $\epsilon$  Змееносца) – Йед Постериор.** "Рука последующая".

**$\zeta$  Oph ( $\zeta$  Змееносца) – Хан.** Китайское слово неизвестного значения.

**$\eta$  Oph ( $\eta$  Змееносца) – Сабик, Альсбик.** "Предшествующая" (Плеядам).

**λ Ori** (λ Змееносца) – **Марфик**. “Локоть”.

**ν Ori** (ν Змееносца) – **Синистра** (лат.). “Левая”.

**α Ori** (α Ориона) – **Бетельгейзе**. “Рука великана”. По другим источникам, *Ибт аль Джазуах* – “подмышка”.

**β Ori** (β Ориона) – **Ригель**. “Нога Ориона”. Другое имя – **Альгебар**. *Ригель ал гебар* – “нога великана”.

**γ Ori** (γ Ориона) – **Беллактрис**. “Воительница”. Звезда, названная именем амазонки, расположена на левом плече Ориона.

**δ Ori** (δ Ориона) – **Минтака**. “Пояс”. Звезда расположена очень близко к небесному экватору. Верхняя в поясе Ориона.

**ε Ori** (ε Ориона) – **Алнилам**. “Нитка жемчуга”. Центральная звезда в поясе Ориона. (Искаж. *Алнизам* – “порядок”. Имеется в виду упорядоченное построение трех звезд пояса Ориона.)

**ζ Ori** (ζ Ориона) – **Алнитак**. “Пояс”. Южная звезда в поясе Ориона.

**κ Ori** (κ Ориона) – **Сайф**. “Меч” Ориона, хотя звезда расположена на правой ноге Ориона.

**λ Ori** (λ Ориона) – **Альхека, Хека**. “Пучок волос”. Другое название – **Мейсса**, “искрящаяся”.

**ι Ori** (ι Ориона) – **Хатиса**.

**π<sub>2</sub> Ori** (π<sub>2</sub> Ориона) – **Табит**.

**α Pav** (α Павлина) – **Павлин** (англ. *Peacock*).

**α Peg** (α Пегаса) – **Маркаб, Меркаб**. “Седло”.

**β Peg** (β Пегаса) – **Шеат**. “Плечо” Пегаса.

**γ Peg** (γ Пегаса) – **Альгениб**. “Крыло” (или “спина”) Пегаса.

**ε Peg** (ε Пегаса) – **Эниф**. “Нос” Пегаса.

**ζ Peg** (ζ Пегаса) – **Хомам**. “Счастливая звезда”.

**η Peg** (η Пегаса) – **Матар**. “Счастливый дождь”.

**τ Peg** (τ Пегаса) – **Сальма, Керб**.

**α Per** (α Персея) – **Мирфак, Марфик**. *Мирфак ас-Сурая* – “локоть, ближайший к Плеядам”. Другое имя – **Альгениб** – указывает на спину героя.

**β Per** (β Персея) – **Алголь**. “Звезда дьявола”. Затменно-переменная звезда, известная еще с древности. Араб. *Ра'с эльгул* – “голова ведьмы”.

**η Per** (η Персея) – **Мирам**.

**κ Per** (κ Персея) – **Мисам**. “Запястье”.

**ξ Per** (ξ Персея) – **Менкиб**. “Плечо”. Раньше это имя носила звезда ζ Персея, располагающаяся на плече Персея. ξ Персея находится на лодыжке героя.

**ο Per** (ο Персея) – **Атик**.

**α Phe** (α Феникса) – **Анкаа**.

**α Psc** (α Рыб) – **Алриша, Реша**. *Ар-Риша* – “веревка”. Узел, в который связаны ленточки, удерживающие рыб. Более древнее название – **Каитайн**, “обе змеи”. Древнеарабское астрологическое название – **Окда**, “узел”.

**γ Psc** (γ Рыб) – **Западная Рыба**. Самая яркая из звезд, образующих Западную Рыбу.

**η Psc** (η Рыб) – **Альфарг**. “Распорка ведра”. Видимо, по той причине, что у древних арабов созвездие Рыб называлось “Складное кожаное ведро”.

**α PsA** (α Южной Рыбы) – **Фомальгаут**. “Рот рыбы”, плывущей по Эридану. Арабы иногда называли ее “первая лягушка”.

**ζ Pup** (ζ Кормы) – **Наос**. “Корабль”.

**κ Pup** (κ Кормы) – **Маркеб**. “Лодка”.

**ξ Pup** (ξ Кормы) – **Асмидиске**.

**α Ser** (α Змеи) – **Унакалхай**. *Унук Эль Хайа* – “шея змеи”. Другой перевод – “Сердце змеи”.

**θ Ser** (θ Змеи) – **Алия**. (Искаж. *Алхая* – “змея”.)

**α Sco** (α Скорпиона) – **Антарес** (греч.). “Противник Марса”. Латинское астрологическое название – **Веспертилио**, “вампир”.

**β Sco** (β Скорпиона) – **Акраб, Элькраб**. “Скорпион”.

**δ Sco** (δ Скорпиона) – **Джубба**. “Лоб”.

**η Sco** (η Скорпиона) – **Граффиас** (лат.). “Клешня”.

**θ Sco** (θ Скорпиона) – **Лесатх**.

**λ Sco** (λ Скорпиона) – **Шаула**. “Жало”.

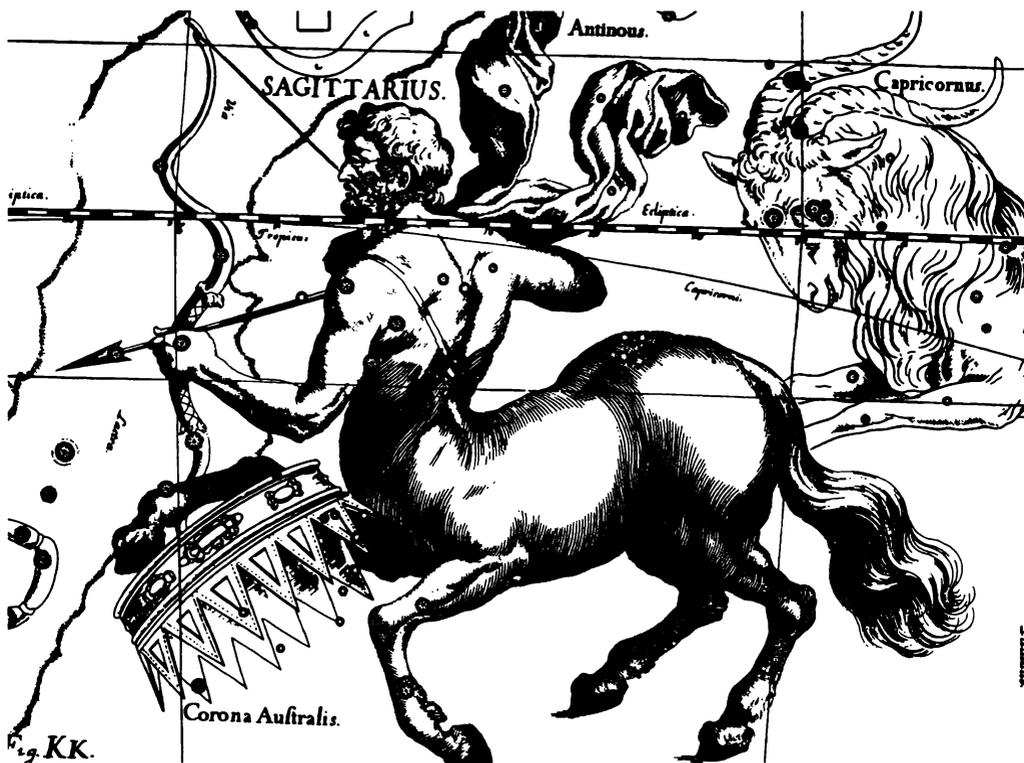
**ν Sco** (ν Скорпиона) – **Джаббах**.

**ξ Sco** (ξ Скорпиона) – **Граффиас** (лат.). “Клешня”.

**υ Sco** (υ Скорпиона) – **Лесат, Лезат, Лезах**. “Жало”. Другой перевод – “пятно”, так как рядом со звездой визуально наблюдается туманность.

**σ Sco** (σ Скорпиона) – **Алният**.

**ω<sub>1</sub> Sco** (ω<sub>1</sub> Скорпиона) – **Джабхат**. *Джабхат ал акраб* – “лоб скорпиона”.



Созвездие Стрельца ("Уранография" Яна Гевелия, 1690 г.).

$\omega_2$  Sco ( $\omega_2$  Скорпиона) – **Алькраб**. *Джабхат ал акраб* – "лоб скорпиона".

$\alpha$  Sgr ( $\alpha$  Стрельца) – **Рукбат**. *Рукбат аль-Рами* – "колени стрелка", поэтому иногда ее называют **Альрами**.

$\beta$  Sgr ( $\beta$  Стрельца) – **Аркаб**. "Сухожилие". Эта звезда – двойная. Латинские имена компонент:  $\beta_1$  – **Аркаб Приор** и  $\beta_2$  – **Аркаб Постериор**.

$\gamma$  Sgr ( $\gamma$  Стрельца) – **Наш, Нашиба**. "Наконечник стрелы".

$\delta$  Sgr ( $\delta$  Стрельца) – **Каус Меридианалис**. "Срединный изгиб".

$\epsilon$  Sgr ( $\epsilon$  Стрельца) – **Каус Аустралис**. "Южный изгиб".

$\zeta$  Sgr ( $\zeta$  Стрельца) – **Аскела, Асцелла** (лат.). "Подмышка".

$\delta, \epsilon, \lambda$  Sgr ( $\delta, \epsilon, \lambda$  Стрельца). Обозначают среднюю, южную и северную части лука Стрельца.

$\lambda$  Sgr ( $\lambda$  Стрельца) – **Каус Борреалис**.

$\mu$  Sgr ( $\mu$  Стрельца) – **Полис** (копт.). "Жеребенок". Другое название **Альталимайн**.

$\omicron$  Sgr ( $\omicron$  Стрельца) – **Манубрий**. "Рукоятка".

$\pi$  Sgr ( $\pi$  Стрельца) – **Альбальдах**.

$\sigma$  Sgr ( $\sigma$  Стрельца) – **Нунки**. Древне-вавилонское слово неизвестного значения. Латинское название **Пелаг** переводится как "быстрый поток".

$\omega$  Sgr ( $\omega$  Стрельца) – **Теребел** (греч.). "Четырехугольник".

$\alpha$  Tau ( $\alpha$  Тельца) – **Альдебаран**. Одновременно "идущая вслед" (за Плеядами) и "глаз быка". Латинское название звезды **Палилия** отражает название созвездия Палилий, в которое входили звезда и Гиады.

$\beta$  Tau ( $\beta$  Тельца) – **Эль Нат, Натх**. "Бодающий" рог.

$\epsilon$  Tau ( $\epsilon$  Тельца) – **Аин**. *Аин ал таур* – "глаз быка".

**Плеяды**, дочери Плейоны и титана Атланта:

$\eta$  Tau ( $\eta$  Тельца) – **Альциона**,

**16 Tau** (16 Тельца) – **Целано**,

17 **Tau** (17 Тельца) – **Электра**,  
19 **Tau** (19 Тельца) – **Тайгета**,  
20 **Tau** (20 Тельца) – **Майя**,  
21 **Tau** (21 Тельца) – **Астеропа**. Настоя-

щее имя **Стеропа**,  
23 **Tau** (23 Тельца) – **Меропа**,  
27 **Tau** (27 Тельца) – **Атлас**,  
28 **Tau** (28 Тельца) – **Плейона** (все на-  
звания звезд Плеяд греческого проис-  
хождения).

$\alpha$  **Tra** ( $\alpha$  Южного Треугольника) –  
**Атриа** (лат.). A[lf]a Tri[angulum] A[ustralis].  
Старое название **Металлах**.

$\alpha$  **Tri** ( $\alpha$  Треугольника) – **Металлах**.  
(Искаж. *Мусалас* – “треугольник”.)

$\alpha$  **UMa** ( $\alpha$  Большой Медведицы) – **Дубхе**.  
*Дубб ал-Акбар* – “медведь”. Эта звезда  
еще называется 1-м Указателем Поляр-  
ной.

$\beta$  **UMa** ( $\beta$  Большой Медведицы) –  
**Мерак**. “Поясница”. 2-й Указатель По-  
лярной.

$\gamma$  **UMa** ( $\gamma$  Большой Медведицы) –  
**Фекда**. “Бедро”.

$\delta$  **UMa** ( $\delta$  Большой Медведицы) –  
**Мегрец**. “Основание” хвоста, “начало”.  
Другое имя – **Каффа**.

$\epsilon$  **UMa** ( $\epsilon$  Большой Медведицы) – **Алиот**.  
*Аллиат* – “курдюк” (жирное основание  
хвоста).

$\zeta_1$  **UMa** ( $\zeta_1$  Большой Медведицы) –  
**Мицар**. Некорректные переводы “пояс-  
ница”, “пах”. Более корректно – “конь”.

$\zeta_2$  **UMa** ( $\zeta_2$  Большой Медведицы) –  
**Алькор**. “Всадник”. Однако есть и дру-  
гой перевод – “незначительная” (перс.).

$\eta$  **UMa** ( $\eta$  Большой Медведицы) – **Бе-  
нетнаш**. “Копчик”. Иной необъясненный  
перевод “хозяин”. Другое название –  
**Алкаид**, “предводитель плакальщиц”. По  
одной из версий, созвездие Большой  
Медведицы представлялось древним  
арабам погребальной процессией: ковш –  
это носилки, ручка – плакальщицы.

$\iota$  **UMa** ( $\iota$  Большой Медведицы) –  
**Талитха**. “Третья”.

$\lambda$  **UMa** ( $\lambda$  Большой Медведицы) – **Тания**  
**Бореалис**. “Вторая северная”.

$\mu$  **UMa** ( $\mu$  Большой Медведицы) – **Тания**  
**Аустралис**. “Вторая южная”.

$\nu$  **UMa** ( $\nu$  Большой Медведицы) – **Алюла**  
**Бореалис**. “Первая северная”.

$\xi$  **UMa** ( $\xi$  Большой Медведицы) – **Алюла**  
**Аустралис**. “Первая южная”.

$\pi_2$  **UMa** ( $\pi_2$  Большой Медведицы) –  
**Мусцида**.

$\alpha$  **UMi** ( $\alpha$  Малой Медведицы) – **Поляр-  
ная**. Древние арабы называли ее “коз-  
ленком”. Непереуведенное название  
**Альрукаба**. Еще одно греческое имя –  
**Киносура**, “собачий хвост”.

$\beta$  **UMi** ( $\beta$  Малой Медведицы) – **Кохаб**.  
(Искаж. *Кокаб* – “планета”). “Северная  
звезда”. Со II тысячелетия до нашей эры  
эта звезда была полярной.

$\gamma$  **UMi** ( $\gamma$  Малой Медведицы) – **Феркад**.  
“Два теленка”.

$\delta$  **UMi** ( $\delta$  Малой Медведицы) – **Илдун**.  
“Удивляющая звезда”.

$\gamma$  **Vel** ( $\gamma$  Парусов) – **Алсулхаил**. “Свер-  
кающая”. Название, которое древние  
давали также Канопусу. Еще одно имя –  
**Регор**.

$\kappa$  **Vel** ( $\kappa$  Парусов) – **Маркеб**. Недосто-  
верное значение “корабль”.

$\alpha$  **Vir** ( $\alpha$  Девы) – **Спика** (лат.). “Колос”,  
“пшеница”. Являлась предметом поклоне-  
ния древних египтян. Некоторыми источ-  
никами отмечается еще имя **Дана**, пред-  
положительно древнерусского проис-  
хождения.

$\beta$  **Vir** ( $\beta$  Девы) – **Завиява, Завиджава**.  
“Угол” (“лающего”). Менее употребимое  
название – **Аларэф**, “предшествующий  
сборщику винограда”.

$\gamma$  **Vir** ( $\gamma$  Девы) – **Поррима**. Это имя  
(второстепенное) римской богини спра-  
ведливости.

$\delta$  **Vir** ( $\delta$  Девы) – **Авва**.

$\epsilon$  **Vir** ( $\epsilon$  Девы) – **Виндемиатрикс**.  
“Сборщик винограда”, “винодельница”.  
Названа так потому, что перед началом  
периода уборки винограда звезда восхо-  
дила утром.

$\zeta$  **Vir** ( $\zeta$  Девы) – **Хезе**.

$\eta$  **Vir** ( $\eta$  Девы) – **Заниах, Заннах**. “Ла-  
чуга”, “хибарка”. Древние арабы пред-  
ставляли ее входящей в группу звезд,  
образующих контур домика.

$\iota$  **Vir** ( $\iota$  Девы) – **Сирма**. “Шлейф мантии”.

### Первая посадка космического аппарата на астероид

Впервые в истории американская АМС “NEAR-Shoemaker” (Земля и Вселенная, 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4) 12 февраля 2001 г. совершила посадку на астероид Эрос (№ 433) на южной границе области Химеры – 35° ю.ш. и 279° з.д.

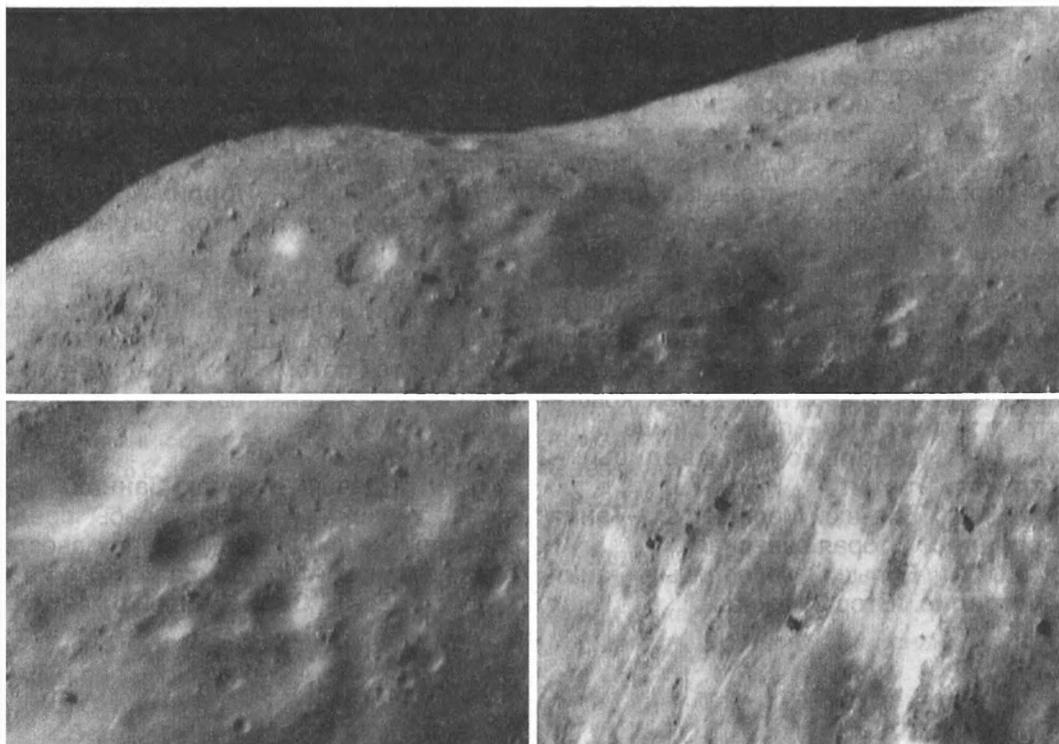
Станция вышла на орбиту Эроса 14 февраля 2000 г., за время орбитального полета передала более 160 тыс. снимков и данные о поверхностном слое грунта. На основе 11 млн. измерений лазерным дальномером построена детальная карта поверхности астероида. Смоделированы гравитационное поле и форма Эроса. Изучение спектральных свойств и состава по-

верхности позволило сделать вывод о принадлежности Эроса к метеоритам-хондритам.

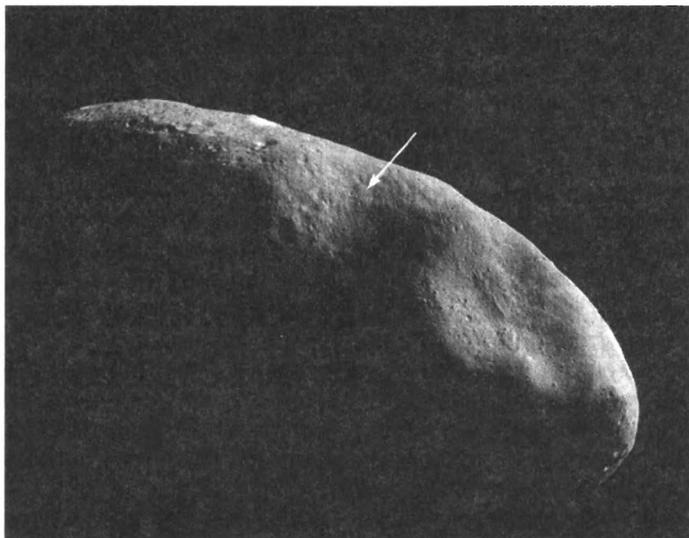
В результате четырех импульсов двигательной установки “NEAR-Shoemaker” сошел с орбиты высотой 26 км. Самая

мягкая посадка в истории космонавтики проведена со скоростью 1.5 м/с. Через час после посадки аппарат стал передавать информацию. Работоспособными оказались два прибора – спектрометр и маг-

*Снимки астероида Эрос синтезированы из фотографий в оптическом и ИК-диапазонах. Поверхность Эроса – темная, местами светлого оттенка из-за длительного воздействия солнечного ветра, выброшенные породы от ударов микрометеоритов – светло-серого цвета. По сравнению с Гаспррой и Идой поверхность Эроса ярче и богаче цветовыми оттенками. Верхняя панорама с круглой седловиной области Химеры богата свежим материалом, равномерно покрывающим поверхность, на заднем плане – обломки древних пород реголита. Внизу – фрагменты внутренней стенки области Химеры с крутыми склонами (слева) и ярким мелкозернистым выброшенным материалом (справа). Снимки сделаны 1 февраля 2001 г. с орбиты высотой 54 км. Фото NASA.*



Место посадки АМС "NEAR-Shoemaker" (показано стрелкой) находится на границе двух заметно дифференцированных областей. В восточной (слева) и северной (внизу) областях расположены древние кратеры. Снимок передан станцией 3 декабря 2000 г. с орбиты высотой 200 км. Фото NASA.



нитометр, которые передавали сведения о составе пород и магнитном поле астероида до начала апреля 2001 г., когда температура опустилась до  $-150^{\circ}\text{C}$ .

По материалам JPI и NASA

## Информация

### Как объяснить "следы жизни" на Марсе

История поисков жизни на Марсе напоминает качели. Как только оптимисты провозглашают, что они нашли следы жизни на Марсе, так сейчас же скептики находят другое, "естественное" объяснение.

"Марсианский" метеорит ALH 84001 вызвал сенсацию (Земля и Вселенная, 1997, № 2). Некоторые образования внутри

него были истолкованы как остатки или следы деятельности микроорганизмов. Скептики тут же начали ставить опыты, пытались доказать, что такие же характеристики "пришельца" могут появиться вследствие "безжизненных" природных процессов.

Органика, найденная в метеорите, оказалась смесью углеводородов, встречающихся как на Земле, так и в углистых метеоритах. Слоистые карбонатные шарики могли появиться в результате последовательного действия марсианских грунтовых вод, насыщенных различными веществами.

Труднее было воспроизвести мельчайшие зерна магнети-

та на крошках карбонатных шариков. Они идентичны по составу и размерам тем, что производят некоторые земные бактерии. Пришлось четыре раза менять состав раствора и нагревать искусственный метеорит, имитируя нагрев, который он мог претерпеть при ударах, когда шарики уже сформировались. Так на их поверхности был получен минерал, сходный с метеоритным, а зерна его совпали по размеру (35–60 нм) с теми, что были в метеорите.

Все это, конечно, еще не решает проблему существования жизни на Марсе. Дискуссия продолжается.

Science, 2000, 287, 2402

## Несколько слов в оправдание гипотезы Бюффона

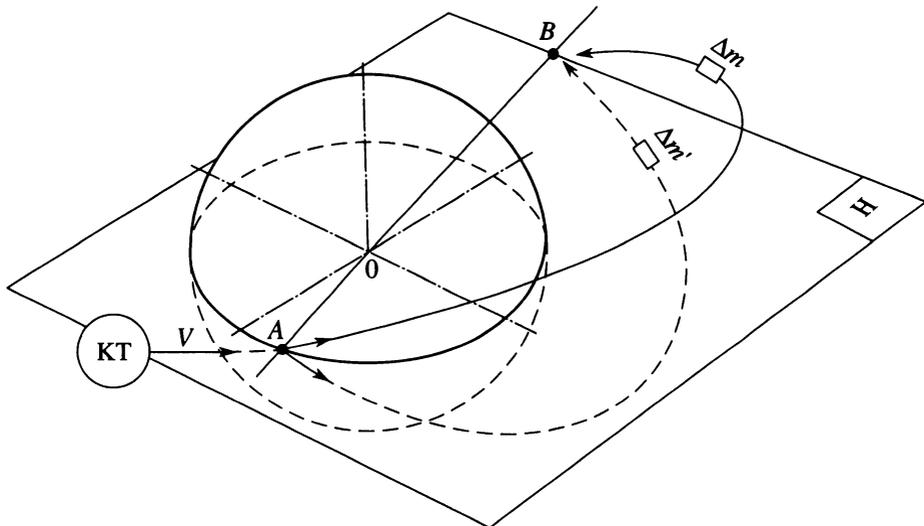
В 1749 г. французский естествоиспытатель Ж. Бюффон предложил оригинальную ударную гипотезу о происхождении планет Солнечной системы. Предполагалось, что на месте современной Солнечной системы ранее было одно лишь Солнце. Но в некоторую эпоху с Солнцем столкнулось довольно большое космическое

тело (КТ). В результате скользящего нецентрального удара Солнце получило вращение вокруг оси, а часть выброшенного материала оказалась на замкнутых околосолнечных орбитах. Впоследствии из этого вещества сформировались протопланеты.

Гипотеза Бюффона считается первой в истории

научной, хотя, к сожалению, и ошибочной, космогонической гипотезой. Ее решающий дефект, как заметил еще П.С. Лаплас, в том, что фрагменты выброшенного после удара вещества, описав эллиптические траектории, непременно упадут снова на Солнце.

Очевидно, данный аргумент верен, если продукты выброса, отделив-



Космическое тело КТ сталкивается с Солнцем в точке А на скорости  $\Delta v$ . В точке А происходит взрыв с выбросом вещества, симметричным относительно плоскости Н, содержащей вектор  $V$  и центр Солнца  $O$ . Два фрагмента,  $\Delta m$  и  $\Delta m'$ , одинаковой массы, выброшенные при взрыве симметрично плоскости Н, сталкиваются в точке В на линии узлов  $AO$ . Вследствие их схлопывания может образоваться уплощенная "капля".

шись от Солнца, в дальнейшем не сталкиваются между собой. А это условие с современной точки зрения уже не выглядит вполне корректным.

Скорость  $V$  падения космического тела на Солнце примем равной параболической скорости на поверхности. Это примерно 620 км/с. При столь большой скорости соударение выльется в пространственный взрыв, симметричный относительно плоскости, содержащей центр Солнца и вектор скорости КТ. (Согласно Бюффону, это плоскость будущей эклиптики.)

По условию симметрии каждому элементу массы  $\Delta m$ , выброшенной взрывом в верхнее полупрост-

ранство, будет соответствовать такой же элемент массы  $\Delta m'$ , зеркально извергнутый в нижнее полупространство. В случае эллиптических траекторий эти элементы столкнутся в некоторой точке, лежащей на линии узлов, соединяющей точку столкновения и центр Солнца. При столкновении из материала элементов  $\Delta m$  и  $\Delta m'$  сформируется кумулятивная капля. Часть кинетической энергии трансформируется в тепло.

В целом в результате столкновений многих фрагментов вдоль линии узлов возникнет сложная интегральная нестационарная картина распределения масс, скоростей и температур. Судьба вы-

брошенного материала, скорее всего, окажется неоднозначной. Возможно, часть вещества безвозвратно улетит в космос, часть упадет на Солнце, а часть окажется на орбитах в плоскости эклиптики, как и предполагал Бюффон.

Окончательное суждение о правомерности гипотезы Бюффона можно будет составить по результатам математического моделирования на достаточно мощных компьютерах. Это вполне по силам современной науке.

*ХОДАЕВ*

*Вениамин Михайлович,  
преподаватель астрономии в  
средней школе  
Новосибирская обл.,  
пос. Маслянино*

---

## *Информация*

---

### **Еще один “поглотитель тепла”**

Международная группа химиков-метеорологов – представители Великобритании, США и Германии – обнаружила в верхних слоях атмосферы, кроме уже известных фреонов, еще одно газообразное вещество. Оно способно сильно поглощать инфракрасную радиацию, излучаемую Землей, усиливая “парниковый эффект”, способствующий потеплению на нашей планете.

Таким веществом оказался газ  $SF_5CF_3$  (трифторометил-серо-пентафторид). Величина его

инфракрасного поглощения близка к 0.57 Вт на  $1m^2$  при плотности одна частица на миллиард. Ни один из известных ныне атмосферных газов столь большой поглощательной способностью в расчете на 1 молекулу не обладает.

Группа английских полярников из Британского управления антарктических исследований, возглавляемая Р. Малвени, провела бурение фирна (перекристаллизованного снега) на ледниковом куполе Конкордия в Восточной Антарктиде ( $75^\circ$  ю.ш.,  $123^\circ$  в.д.) на высоте 3233 м над уровнем моря. Из скважины на глубинах от поверхности и до 100 м взяты образцы заключенного в породе воздуха.

Установлено, что в конце 1960-х гг. содержание в фирне газа  $SF_5CF_3$  было близко к нулю, а в 1999 г. оно достигло

0.12 ч/трлн., т.е. увеличилось на 0.008 частицы на 1 трлн. в год (примерно на 6%). Измерения, произведенные в стратосфере, указывают, что время существования газа – около 1 тыс лет. Такие результаты дали подъемы метеозондов не только в Антарктиде, но и в средних и высоких широтах Северного полушария (полигон Эр-сюр-л’Адур, Франция;  $44^\circ$  с.ш.), а также в европейском приполярье (Кируна, Швеция;  $68^\circ$  с.ш.). Повсюду концентрация  $SF_5CF_3$  с высотой медленно убывала.

Предполагают, что эмиссия опасного для сохранения температурной стабильности атмосферы газа происходит главным образом при работе высоковольтного электрооборудования.

Science, 2000, 289, 611

### Обмен жизнью в Космосе

Пока неизвестно, как зародилась жизнь на Земле. Но появилась она удивительно быстро. Активная метеоритная бомбардировка Земли, во время которой вряд ли могла сохраниться жизнь, прекратилась 3.9 млрд. лет назад. А первые следы жизни обнаружены в горных породах Гренландии возрастом 3.8 млрд. лет. Самым древним остаткам бактерий, найденным в Австралии, около 3.5 млрд. лет. В марсианском метеорите ALH 84001 обнаружены карбонатные шарики, окруженные крошечными частицами окислов железа. Возможно, это также остатки микроорганизмов.

## Информация

### Планетологи о следах жизни на Марсе

Еще на снимках Марса с орбитальных аппаратов "Викинг" были обнаружены странные образования большой площади со следами таяния льда и округлыми пятнами деформации. После обработки более 8 тыс. снимков с лучшим разрешением, сделанных в 1999–2000 гг. АМС "Марс Глобал Сервейер", на них

Возраст вещества метеорита оценивается почти в 4 млрд. лет.

Все это возрождает интерес к идее панспермии – заселенности космического пространства живыми организмами. (Напомним, что уже поставлены опыты по выживанию бактерий на внешней поверхности спутников в условиях сильного ультрафиолетового излучения и глубокого вакуума. Через пять лет они еще оставались живыми.)

Одно из возражений против гипотезы панспермии – способны ли микроорганизмы выжить при выбросе из родительской планеты и падения на другую. Помог все тот же метеорит ALH 84001. Его шлифы исследовали с помощью специального микроскопа, способного измерять с высоким разрешением магнитные поля на срезах камней. На шлифе, взятом с поверхности, обнаружены сильно намагниченные участки, ставшие такими под влиянием магнитного поля Земли. Но уже на глубине в несколько миллиметров оставалась слабая однородная намагниченность с отдель-

ными особенностями, по-видимому, сохранившаяся еще с марсианского этапа его пребывания. Та же картина была и на шлифе, взятом из глубины метеорита. После нагрева до 40°C и охлаждения без магнитного поля некоторые детали "магнитного" узора исчезли или ослабли. При последующих нагревах и охлаждениях в присутствии слабых магнитных полей они не восстанавливались. Получается, что метеорит ALH 84001 вряд ли нагревался выше 40°C. Живые клетки при такой температуре не гибнут.

Компьютерное моделирование показало, что с момента образования Солнечной системы до миллиарда тонн марсианских камней могло упасть на Землю. Один из десяти миллионов камней приземлялся через срок меньше года после выброса с Марса. Так что, если живые организмы на Марсе были, они могли переместиться на Землю.

The Planetary Report, 2000, XX,  
6, 8–11

замечены подобные необычные структуры. Они находятся во многих местах обоих полушарий планеты между 30° и 60° и представляют собой широкие равнины пересеченной местности с ямами диаметром несколько метров, имеющими крутые склоны. Согласно мнению ученых, такие образования могли появиться около 1 млн. лет назад, когда наклон оси вращения Марса изменился и установился более холодный климат, чем сейчас. В средних широтах в это время влага конденсировалась и замерзала, образуя мерзлоту глубиной 1–3 м. После смены наклона оси климат вновь потеплел и льды растопились, создав замысловатый ландшафт. Пылевой слой

способствовал приданию довольно сильно пересеченной местности округлой формы. Свою роль в этом процессе могла сыграть и ветровая эрозия. Следы потоков не жидкой влаги, а льда говорят о меньшей вероятности сходных условий для развития жизни. Астробиологам остается надеяться, что в подтаявших верхних слоях льда содержалось достаточное количество влаги, чтобы породить водные потоки, также обнаруженные на снимках. Это могло способствовать в прошлом каким-либо проявлениям марсианских форм жизни.

Science, 2001. 291, 422

Ф.СП-1	<b>АБОНЕМЕНТ</b>	70336 <small>(индекс издания)</small>																								
	<small>на рассылку журнал</small>	<small>Количество комплектов</small>																								
<b>Земля и Вселенная</b> <small>(наименование издания)</small>																										
на _____ год по месяцам:																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td><td style="width: 20px;">11</td><td style="width: 20px;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
Куда _____ <small>(почтовый индекс) (адрес)</small>																										
Кому _____ <small>(фамилия, имя, отчество)</small>																										
ДОСТАВочНАЯ КАРТОЧКА																										
		70336 <small>(индекс издания)</small>																								
<small>пв место ли-тер</small>		<small>на рассылку журнал</small>																								
<b>Земля и Вселенная</b> <small>(наименование издания)</small>																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;"><small>Стои-мость</small></td> <td style="width: 15%;"><small>подписки</small></td> <td style="width: 15%;">_____ руб. _____ коп.</td> <td style="width: 15%;"><small>Количество комплектов</small></td> <td style="width: 15%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td><small>пере-адресовки</small></td> <td>_____ руб. _____ коп.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			<small>Стои-мость</small>	<small>подписки</small>	_____ руб. _____ коп.	<small>Количество комплектов</small>			<small>пере-адресовки</small>	_____ руб. _____ коп.																
<small>Стои-мость</small>	<small>подписки</small>	_____ руб. _____ коп.	<small>Количество комплектов</small>																							
	<small>пере-адресовки</small>	_____ руб. _____ коп.																								
на _____ год по месяцам:																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px;">1</td><td style="width: 20px;">2</td><td style="width: 20px;">3</td><td style="width: 20px;">4</td><td style="width: 20px;">5</td><td style="width: 20px;">6</td><td style="width: 20px;">7</td><td style="width: 20px;">8</td><td style="width: 20px;">9</td><td style="width: 20px;">10</td><td style="width: 20px;">11</td><td style="width: 20px;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12															
Куда _____ <small>(адрес)</small>																										
Кому _____ <small>(фамилия, имя, отчество)</small>																										

## Информация

### Бродячие планеты – сколько их?

Обнаружен новый, неизвестный до сих пор вид небесных тел. Ученые из Испании, США и Германии на обсерватории в Тенирифе (Канарские о-ва, Испания) провели наблюдения молодого (1–5 млн. лет) звездного скопления в районе звезды  $\sigma$  Ориона. Было обнаружено около 20 объектов с массами,

меньшими 13 масс Юпитера – нижнего предела для коричневых карликов, но не обращающихся вокруг центральной звезды, как это положено планетам, а свободно “плавающих” в пределах скопления (Земля и Вселенная, 2000, № 5).

С помощью 10-м телескопа им. Кека на Гавайях были получены спектры этих объектов. Установлено, что температура поверхностей заключена в пределах 1700–2200 К.

По-видимому, объекты подобного рода встречаются не так уж редко. Подтверждение этому получено из наблюдений с помощью Космического Те-

лескопа им. Хаббла скопления IC 348 в созвездии Персея. Правда, в нем смогли увидеть объекты лишь с массой не менее 15 масс Юпитера, но выяснили, что их относительное количество растет с уменьшением массы. Подобная тенденция должна прослеживаться и для более мелких тел.

Дискуссия – можно ли считать эти объекты планетами или это “коричневые карлики планетарной массы” – продолжается. Но вопрос классификации не самый важный. Главное – само открытие.

Science, 2000, 290, 26, 103

## *Дорогие читатели!*

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

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

**Художественные редакторы М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.**

**Литературный редактор О.Н. Фролова.**

**Мл. редактор Л.В. Рябцева.**

**Корректор Н.А. Горелова.**

**Обложку оформила М.С. Вьюшина.**

Сдано в набор 04.05.2001. Подписано в печать 28.06.2001. Формат бумаги 70×100<sup>1</sup>/<sub>16</sub>  
Офсетная печать Уч.-изд. л. 11.3 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 9.4 тыс. Бум. л. 3.5  
Тираж 854 экз. Заказ № 2304

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

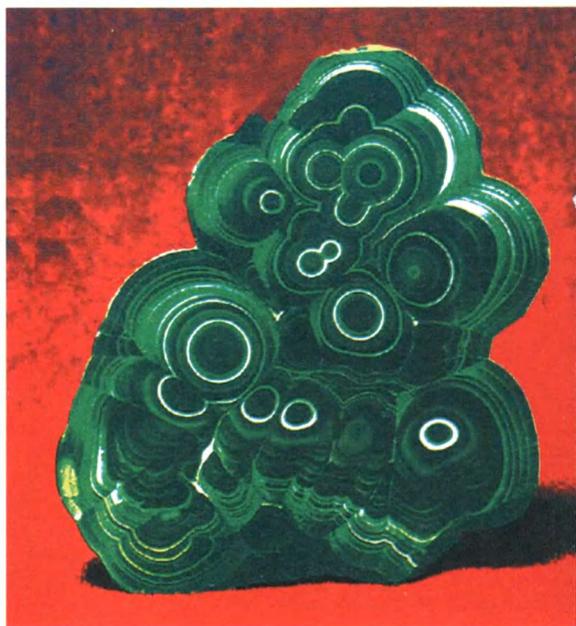
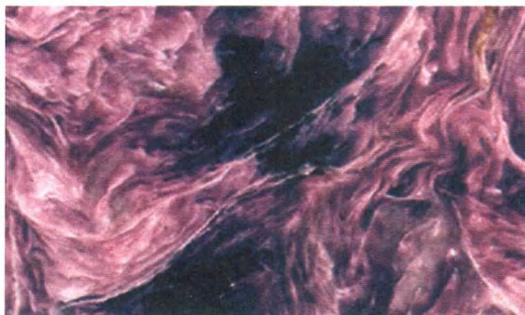
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароновский пер., 26

Телефоны: 238-42-32, 238-29-66

Отпечатано в ППП “Типография Наука”

121099 Москва, Шубинский пер., 6

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



Подделочные камни Восточной Сибири (чароит, найденный геологом В.П. Роговой в 70-х гг. XX в.) и Урала (малахит, известный с начала XVIII в.)



“Наука”  
Индекс 70336