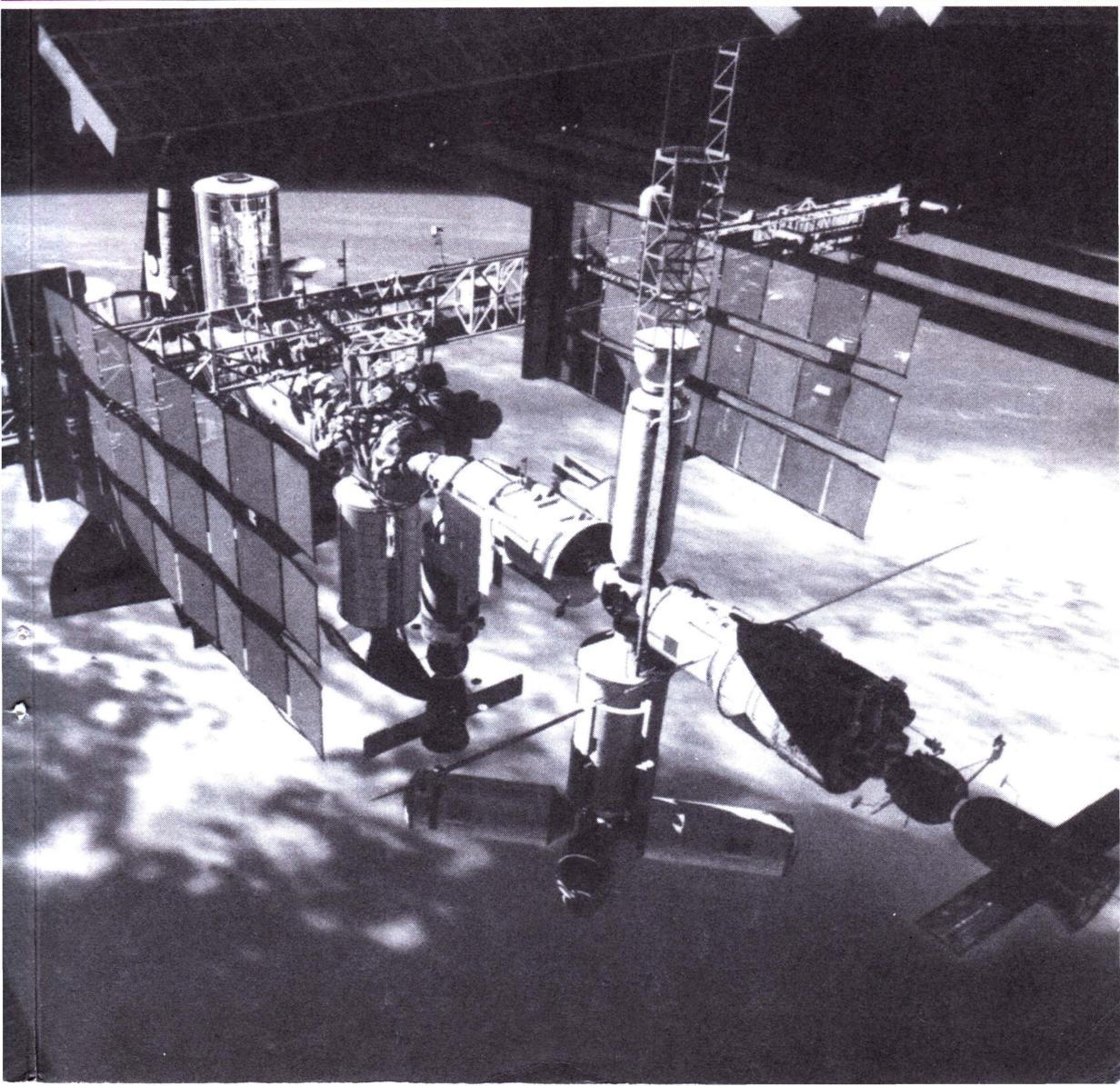


ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАРТ-АПРЕЛЬ 2/99





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

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

2/99



Новости науки и другая информация:

Новые книги [20]; Астронавт-ветеран вновь на орбите [21]; Природа колец Юпитера [31]; Странная Сверхновая [43]; Магнетар – источник гамма-вспышки [49]; Сначала потеплеют ночи [63]; Внутрисуточная цикличность озона [81]; Солнце в октябре–ноябре 1998 г. [86]; "Черепашка" в космосе [87]; На окраине Солнечной системы [88]; Планетоход, использующий местные ресурсы [88]; Земля звенит, как колокол [96]; Рисунок полярных сияний повторяет очертание побережий [104]; Новый японский лунный проект [109]; Активность вулкана на острове Реюньон [110]; Акустика помогла сейсмологам [110]

В номере:

- 3 ГЕРАСЮТИН С.А., ЛЕВИТАН Е.П. Заря новой эры космических станций
22 БОЯРЧУК А.А., ШУСТОВ Б.М. Обсерватория «Спектр-УФ» – окно в ультрафиолетовый космос
32 СИДОРЕНКОВ Н.С. Эль-Ниньо и свободная нутация Земли

ЛЮДИ НАУКИ

- 38 ВЕЛИЧКО К.Н. Алексей Михайлович Исаев
44 ДЕБАРБА С. Встреча на высоком уровне: Струве и Лавруше (перевод с французского В.К. Абалакина)

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 50 ПОЛТАВЕЦ Г.А. Путь к «Бурану»
57 КУЗЬМИН А.В. Тайна Сфинкса

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 64 ГАВРИЛОВ М.Г. Олимпиады Ногинского научного центра

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 75 РЕЗАНОВ И.А. Происхождение океанов

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 80 СОЛОМОНОВ Ю.В. Наблюдения со школьным рефрактором
82 Небесный календарь: май – июнь 1999 г.

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 89 УШАКОВ С.А., ЗАЛОГИН Б.С., ДУБИНИН Е.П. Музей Земли в Московском университете

ГРОЗНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДЫ

- 97 ИВАНИДЗЕ Т.Г. Тропические циклоны в 1998 году

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 99 ФЕДОРОВА А.В. «Актуальные проблемы астрофизики»
105 БРОНШТЭН В.А. «Альмагест» Птолемея в русском переводе



© Академиздатцентр "Наука"
Российская академия наук
журнал "Земля и Вселенная" № 2, 1999 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: 12 апреля 1961 г. на околоземную орбиту вышел первый пилотируемый корабль «Восток-1». 20 ноября 1998 г. с запуска первого российского модуля «Заря» началось строительство на околоземной орбите Международной космической станции. На рисунке показан окончательный вид пилотируемого комплекса, создание которого предположительно завершится к концу 2004 г. К этому времени на борту станции будут работать международные экспедиции из 7 астронавтов (к ст. С.А. Герасютина, Е.П.Левитана).

На стр. 2 обложки: а) Экипаж 27-й основной экспедиции на орбитальный комплекс «Мир» – космонавт-исследователь И. Белла (Словакия), командир В.М. Афанасьев, бортинженер-2 и астронавт ESA Ж.-П. Эньере. Старт КК «Союз ТМ-28» состоялся 20 февраля 1999 г. б) Дублирующий экипаж космического корабля «Союз ТМ-28»: командир С.Ш. Шарипов, астронавт ESA К. Андре-Дез и космонавт Словакии М. Фулиер. Фото С.А. Герасютина.

На стр. 3 обложки: 1996 TO66 – один из объектов пояса Койпера (точка в центре снимка), сфотографированный с помощью 3,6-м телескопа Европейской Южной Обсерватории. Изображения звезд вытянуты, а вертикальная полоса слева – след полета геостационарного спутника (к с. 88).

На стр. 4 обложки: Снимок облачного покрова над Северным полушарием Земли, полученный американским метеорологическим спутником «GOES» 3 октября 1998 г. Виден шлейф облачности над Центральной Америкой – это след урагана Митч, подошедшего к берегам США (к ст. Т.Г. Иванидзе)

In this issue:

- 3 GERASIUTIN S.A., LEVITAN E.P. The dawn of the new era of the space stations
- 22 BOIARCHUCK A.A., SHUSTOV B.M. The observatory «Spectrum-UF»: the window to the ultraviolet cosmos
- 32 SIDORENCKOV N.S. El-Ninio and the free nutation of the Earth

PEOPLE OF SCIENCE

- 38 VELICHKO K.N. Alexei Mihaylovitch Isaev
- 44 DEBARBAT S. The summit: Struve and Leverrier (the translation from French by V.K. Abalakin)

HISTORY OF SCIENCE

- 50 POLTAVETS G.A. The way to «Buran»
- 57 KUZMIN A.V. The mystery of «Sfinx»

ASTRONOMICAL EDUCATION

- 64 GAVRILOV M.G. The olimpyads of Noginsk scientific center

HYPOTHESES, DISCUSSION, SUGGESTIONS

- 75 REZANOV I.A. The origin of the oceans

AMATEUR ASTRONOMY

- 80 SOLOMONOV Yu.V. The observations with the school refractor
- 82 The sky calendar: May – June 1999

ON EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 89 USHAKOV S.A., ZALOGIN B.S., DUBININ E.P. The museum of the Earth in the Moscow university

TERRIBLE PHENOMENA OF NATURE

- 97 IVANIDZE T.G. The tropic hurricanes in 1998

THE BOOKS ABOUT EARTH AND SKY

- 99 FEDOROVA A.V. «The actual problems of astrophysics»
- 105 BRONSHTEN V.A. Ptolemy's Almagest in the Russian translation

Редакционная коллегия:

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора академик РАН В.М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора академик РАЕН Е.П. ЛЕВИТАН

доктор географ. наук А.А. АКСЕНОВ, академик РАН А.А. БОЯРЧУК, 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, доктор физ.-мат. наук Г.Н. ПЕТРОВА, доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, академик РАН В.В. СОБОЛЕВ, Н.Н. СПАССКИЙ, доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ, доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ, доктор физ.-мат. наук Г.М. ТОВМАСЯН, академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Заря новой эры космических станций

ИСТОРИЯ ПРОЕКТА

В 1984 г. президент США Р. Рейган объявил о начале работ по созданию национальной орбитальной станции. С этого времени проводилась разработка проекта крупногабаритной пилотируемой станции, собираемой на околоземной орбите кораблями многоразового использования «Space Shuttle». В 1988 г. станция получила название «Freedom» (свобода). Исследования велись в течение 10 лет, и на них было истрачено около 20 млрд долларов. Многочисленные переделки и пересмотр проекта показали, что только при международной кооперации можно будет создать столь сложный и дорогостоящий орбитальный комплекс.

В нашей стране работали над проектом станции пятого поколения «Мир-2». Так как сроки эксплуатации орбитального комплекса «Мир» были ограничены (считалось, что комплекс будет работать в течение трех лет – 1986-89 гг.), то предполагалось,

Накопленный опыт эксплуатации российского орбитального комплекса «Мир» (1986-98 гг.) позволил сделать следующий шаг в разработке пилотируемых станций следующего поколения. Космическими агентствами России и США в ноябре 1993 г. было решено создать Международную космическую станцию. Это крупнейший международный космический проект современности, в осуществлении которого принимают участие 16 стран. Станция рассчитана на функционирование до 2014 г.

лось, что сборка станции «Мир-2» начнется в начале 1990-х гг. Поэтому Государственный космический научно-производственный центр им. М.В. Хруничева (ГКНПЦ) приступил к разработке первого орбитального модуля. Однако создававшаяся экономическая ситуация в России замедлила темпы работ над проектом. Решили

продолжить эксплуатацию комплекса «Мир», тем более что научные модули «Спектр» и «Природа» для его оснащения еще не были готовы к запуску. Это привело российское руководство космической отрасли к пересмотру позиции по проекту.

17 июня 1992 г. Россия и США заключили соглашение о сотрудничестве в исследовании космоса. В соответствии с ним Российское космическое агентство и NASA разработали совместную программу «Мир–Шаттл», состоящую из трех взаимосвязанных проектов: полетов российских космонавтов на кораблях «Спейс Шаттл», экспедиций американских астронавтов на ОК «Мир» и совместного полета экипажей, включающего стыковку «шаттла» с комплексом «Мир».

Рассмотрение дальнейших направлений совместных космических исследований натолкнуло стороны на концепцию объединения национальных программ создания пилотируемых комплексов. Изучение возможности включе-

ния российских элементов в конфигурацию **Международной космической станции** (МКС) начали рассматриваться с августа 1993 г. Свою позицию и предложения российская сторона сформулировала в октябре 1993 г. на совместном совещании представителей РКА, NASA, ГКНПЦ и РКК «Энергия».

1 ноября 1993 г. в Москве руководителями РКА и NASA было подписано «Соглашение о порядке создания постоянной космической станции». В ноябре 1994 г. в Москве состоялись первые консультации российского и американского космических агентств, тогда же были заключены контракты фирм-участниц проекта – «Boeing» и РКК «Энергия» им. С.П. Королева. РКА и NASA подготовили детальный план, определив общую конфигурацию станции, объемы и формы работ. Этот план, состоящий из трех этапов, стал долгосрочной программой пилотируемых полетов двух стран. Первый этап предусматривал совместные космические полеты на ОК «Мир», второй – начало создания принципиально новой орбитальной станции на основе российского и американского сегментов. В ходе третьего этапа строительство МКС должно быть полностью завершено.

В марте 1995 г. в Космическом центре им. Л. Джонсона в Хьюстоне утвердили эскизный проект станции. После этого стали постоянными консультациями Контрольного совета

МКС, рассматривающего и утверждающего ход работы.

К 1996 г. определилась конфигурация станции, состоящая из двух сегментов – российского (пересмотренный вариант проекта «Мир-2») и американского, с участием Канады, Японии, Италии, стран ESA и Бразилии. В ближайшее время могут присоединиться еще Украина и Китай. 28 сентября 1994 г. был утвержден первый предварительный график последовательности сборки МКС в период с ноября 1997 г. по июнь 2002 г.

Начало запуска первого элемента станции – российского функционально-грузового модуля, собираемого в ГКНПЦ, переносилось три раза. К настоящему времени утвержден уже пятый график сборки МКС, который также в дальнейшем будет пересматриваться из-за задержки по сборке очередных модулей или запуске ракет-носителей.

В соответствии с достигнутыми соглашениями, **первый этап** (фазы 1А и 1Б) успешно выполнен. Это были два полета российских космонавтов на борту кораблей «Спейс Шаттл» и семь длительных полетов американских астронавтов на борту ОК «Мир» в 1995-98 гг. (проверялась возможность совместных работ с российскими экипажами. Земля и Вселенная, 1995, № 5; 1996, № 1 и 6; 1997, № 2, 4 и 6; 1998, № 1–3, 6).

29 января 1998 г. в Ва-

шингтоне подписаны межправительственные соглашения о реализации проекта МКС и меморандумы между NASA и космическими агентствами России, Европы и Канады о сотрудничестве в разработке элементов станции. В соответствии с соглашением, российский и американский сегменты полностью используются РКА и NASA соответственно, а европейский и японский модули поделены между NASA (46,7%), ESA (51%) и NASDA (51%). На этапе сборки поровну поделили работы на борту станции между российскими и американскими космонавтами. При эксплуатации – российский экипаж из трех человек постоянно будет работать на своем сегменте, а время на американском сегменте для четырех астронавтов поделено: США – 76,6%, Япония – 12,8%, ESA – 8,3% и Канада – 2,3%. Российская сторона получила доступ к использованию 33% ресурсов МКС.

20 ноября 1998 г. был запущен первый элемент МКС – российский модуль «Заря». Этим стартом начался **второй этап** (фаза 2) сборки самого большого сооружения в космосе. Вторая фаза состоит из 17 запусков некоторых элементов станции и завершится полетом 7А в июле 2000 г. По новому графику сборку всей МКС предстоит выполнить до октября 2004 г., что потребует 43 запуска (без учета эксплуатационных полетов).

Таблица последовательности сборки МКС (график начала 1999 г.)

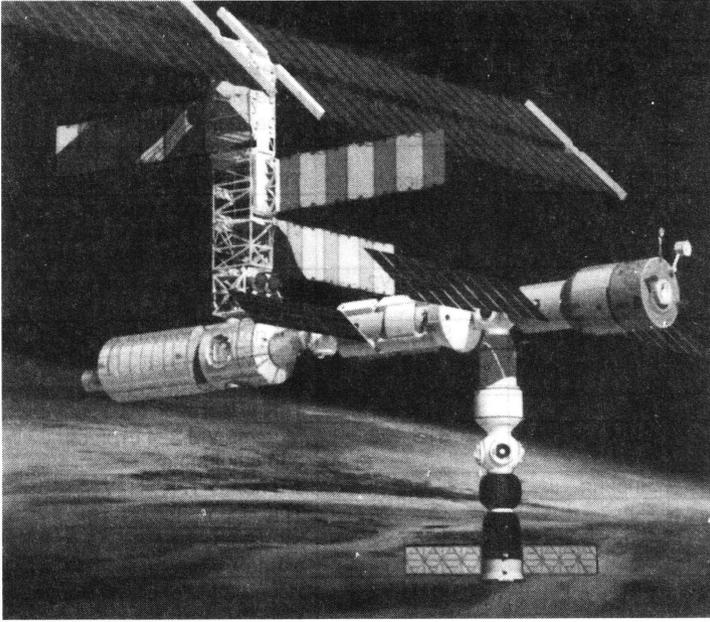
| № п/п | Дата запуска | Индекс полета | Страна | Ракета-носитель | Элементы станции и название космических кораблей и модулей |
|-------|--------------|---------------|---------------------|-----------------|--|
| 1 | 20.11.1998 | 1A/P | РФ, США | Протон-К | Функционально-грузовой блок «Заря» |
| 2 | 4.12.1998 | 2A | США | STS-88 | Модуль «Юнити» (УМ-1), адаптер РМА-1, фиксаторы для ног астронавтов |
| 3 | 13.05.1999 | 2A.1 | США, РФ | STS-96 | Доставка грузов в модуле «Спейсхэб», грузовая стрела для модуля «Заря» |
| 4 | 08.1999 | 2A.2 | США | STS-101 | Дооснащение модуля «Юнити» |
| 5 | 09.1999 | 1P | РФ | Протон-К | Служебный модуль |
| 6 | 10.1999 | 1П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-1» |
| 7 | 10.1999 | 3A | США | STS-92 | Секция фермы Z1, адаптер РМА-2, грузы |
| 8 | 12.1999 | 2П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-2» |
| 9 | 12.1999 | 4A | США | STS-97 | Секция фермы Р6, радиатор, 4 панели СБ |
| 10 | 01.2000 | 2P | РФ | Союз-У | КК «Союз ТМ-30(31)». 1-й экипаж |
| 11 | 02.2000 | 5A | США | STS-98 | Модуль «Дестини», такелажный узел |
| 12 | 03.2000 | 3П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М-43» |
| 13 | 03.2000 | 7A.1 | США | STS-102 | Дооснащение модуля «Дестини» |
| 14 | 04.2000 | 6A | США, Канада, Италия | STS-100 | 1-й полет модуля MPLM-1, 3 платформы, 6 стоек, манипулятор RMS, радиосистемы. 2-й экипаж |
| 15 | 05.2000 | 4П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-3» |
| 16 | 07.2000 | 2С | РФ | Союз-У | КК «Союз ТМА-1». 3-й экипаж |
| 17 | 07.2000 | 7A | США | STS-104 | Шлюзовой отсек, баллоны с газом |
| 18 | 08.2000 | 5П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М-44» |
| 19 | 09.2000 | 4P | РФ | Союз-У2 | Стыковочный отсек СО-1, грузовая стрела |
| 20 | 09.2000 | 7A.2 | США, Италия | STS-103 | 1-й полет модуля MPLM-2, 4 стойки, транспортное устройство |
| 21 | 10.2000 | 6П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-4» |
| 22 | 10.2000 | УФ-1 | США, Италия, ESA | STS-99 | 2-й полет модуля MPLM-1, 4 международные стойки, 2 платформы, аккумуляторы |
| 23 | 11.2000 | 8A | США | STS-105 | Центральная секция фермы. 4-й экипаж |
| 24 | 12.2000 | 7П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-5» |
| 25 | 01.2001 | УФ-2 | США, РФ, Италия | STS-106 | 3-й полет модуля MPLM-1, платформа, 5 стоек, такелажный узел модуля «Заря» |
| 26 | 01.2001 | 8П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-6» |
| 27 | 02.2001 | 3С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-2». 5-й экипаж |

Таблица (продолжение)

| № п/п | Дата запуска | Индекс полета | Страна | Ракета-носитель | Элементы станции и название космических кораблей и модулей |
|-------|--------------|---------------|-----------------|-----------------|--|
| 28 | 03.2001 | 9А | США | STS-108 | Секция фермы S1, 3 радиатора, тележка |
| 29 | 04.2001 | 9П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-7» |
| 30 | 06.2001 | 9А.1 | США, РФ, ESA | STS-109 | Платформа НЭП-1/2, 4 панели СБ, манипулятор ERA. 6-й экипаж |
| 31 | 07.2001 | 10П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-8» |
| 32 | 08.2001 | 11А | США | STS-110 | Секция фермы Р1, 3 радиатора, грузы |
| 33 | 09.2001 | 4С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-3». 7-й экипаж |
| 34 | 09.2001 | 3Р | РФ | Протон-К | Универсальный стыковочный модуль |
| 35 | 10.2001 | 12А | США | STS-111 | Секции фермы Р3 и Р4, 4 панели СБ, 2 платформы |
| 36 | 10.2001 | 11П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-9» |
| 37 | 11.2001 | 5Р | РФ | Союз-У2 | Стыковочный отсек СО-2 |
| 38 | 12.2001 | 12А.1 | США, Италия | STS-112 | Секция фермы Р5, 2-й полет модуля MPLM-2, грузы. 8-й экипаж |
| 39 | 01.2002 | 12П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-10» |
| 40 | 01.2002 | 13А | США | STS-114 | Секции фермы S3 и S4, 4 панели СБ, системы |
| 41 | 02.2002 | 10А | США | STS-115 | Модуль УМ-2, 4 стойки, адаптер РМА-3 |
| 42 | 03.2002 | 1J/A | США, Япония | STS-116 | Модуль снабжения PS, 5 стоек, оборудование |
| 43 | 03.2002 | 5С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-4». 9-й экипаж |
| 44 | 04.2002 | 13П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-11» |
| 45 | 04.2002 | 10А.1 | США | STS-120 | Двигательный модуль РМ, грузы |
| 46 | 05.2002 | 1J | США, Япония | STS-118 | Модуль JEM, 4 стойки, манипулятор, оборудование |
| 47 | 07.2002 | УФ-3 | США, РФ, Италия | STS-119 | 4-й полет модуля MPLM-1, 7 стоек, грузы, дооснащение модуля НЭП. 10-й экипаж |
| 48 | 07.2002 | 14П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-12» |
| 49 | 08.2002 | – | Япония | H-2 | Демонстрационный полет ТГК «HTV» |
| 50 | 09.2002 | 9Р | РФ | Протон-К | Стыковочно-складской модуль |
| 51 | 10.2002 | 6С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-5». 11-й экипаж |
| 52 | 11.2002 | 15П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-13» |
| 53 | 11.2002 | УФ-4 | США, Канада | STS-121 | Манипулятор SPDM на платформе, секция фермы S5, платформа «Экспресс» |
| 54 | 12.2002 | 2J/A | США, Япония | STS-122 | Открытая секция японского модуля, 4 панели СБ, 6 стоек, оборудование |
| 55 | 01.2003 | – | ESA | Ariane-5 | Демонстрационный полет ТГК «ATV» |

Таблица (окончание)

| № п/п | Дата запуска | Индекс полета | Страна | Ракета-носитель | Элементы станции и название космических кораблей и модулей |
|-------|--------------|---------------|----------------------|-----------------|---|
| 56 | 01.2003 | 16П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-14» |
| 57 | 02.2003 | 14А | США | STS-124 | Кабина-купол модуля «Юнити», 2 панели СБ, оборудование. 12-й экипаж |
| 58 | 03.2003 | 8Р | РФ | Союз-У2 | Исследовательский модуль ИМ-1 |
| 59 | 03.2003 | УФ-5 | США, Италия | STS-125 | 1-й полет модуля MPLM-3, 2 стойки, 2 платформы, грузы |
| 60 | 04.2003 | 17П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-15» |
| 61 | 04.2003 | 20А | США | STS-126 | Модуль УМ-3, 4 стойки, оборудование |
| 62 | 05.2003 | – | Япония | Н-2 | 1-й полет ТГК «НТВ» |
| 63 | 06.2003 | 18П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-16» |
| 64 | 06.2003 | 7С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-6». 13-й экипаж |
| 65 | 07.2003 | 10Р | РФ | Союз-У2 | Исследовательский модуль ИМ-2 |
| 66 | 07.2003 | 17А | США, Италия | STS-129 | 3-й полет модуля MPLM-2, 10 стоек, оборудование |
| 67 | 08.2003 | – | Япония | Н-2 | 2-й полет ТГК «НТВ» |
| 68 | 09.2003 | 19П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-17» |
| 69 | 09.2003 | 1Е | США, ESA | STS-128 | Модуль «Колумбус», 5 стоек, оборудование. 14-й экипаж |
| 70 | 10.2003 | – | США | STS-131 | 1-й полет корабля-спасателя «СРВ» |
| 71 | 11.2003 | 8С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-7». 15-й экипаж |
| 72 | 11.2003 | – | ESA | Ariane-5 | 1-й полет ТГК «АТВ» |
| 73 | 12.2003 | 20П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-18» |
| 74 | 12.2003 | 19А | США, Италия, ESA, РФ | STS-132 | 2-й полет модуля MPLM-3, 6 стоек, дооснащение модуля НЭП. 16-й экипаж |
| 75 | 01.2004 | 15А | США | STS-134 | Секция фермы S6, радиатор, 4 панели СБ, грузы |
| 76 | 02.2004 | 21П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-19» |
| 77 | 03.2004 | – | Япония | Н-2 | 3-й полет ТГК «НТВ» |
| 78 | 04.2004 | 9С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-8». 17-й экипаж |
| 79 | 04.2004 | УФ-6 | США, Италия, ESA | STS-135 | 4-й полет модуля MPLM-2, 8 международных стоек, оборудование. 18-й экипаж |
| 80 | 05.2004 | 22П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-20» |
| 81 | 06.2004 | УФ-7 | США | STS-136 | Модуль с центрифугой. 19-й экипаж |
| 82 | 07.2004 | 10С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-9». 20-й экипаж |
| 83 | 08.2004 | 23П | РФ | Союз-У | ТГК «Прогресс М1-21» |
| 84 | 10.2004 | 11С | РФ | Союз-У2 | КК «Союз ТМА-10». 21-й экипаж |
| 85 | 10.2004 | 16А | США | STS-137 | Жилой модуль, 5 стоек. 22-й экипаж |



ПРОГРАММА НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Она включает семь основных направлений экспериментов и исследований.

Биотехнология – изучение тканевых структур у млекопитающих, разделение и очистка биологических клеток и протеинов, создание кристаллов протеинов, геновая инженерия сельскохозяйственных растений, разработка новых биологических материалов для лечения открытых ран и производство лекарственных препаратов.

Науки о жизни – гравитационная биология, космическая физиология (адаптация иммунной системы к микрогравитации), восстановление жизненных функций организма, переработка отходов жизнедеятельности, медицинские исследования (кардиология, мышечная ткань,

вестибулярный аппарат, опорно-двигательная система, поведение человека, мониторинг органов и психология).

Науки о Земле – изучение атмосферы и океана, радиационной обстановки и гамма-излучения, воздействие на биосферу солнечного излучения, мониторинг природных ресурсов и биопродуктов (сельскохозяйственные культуры, скопления планктона и популяций животных), модели систем транспортного движения.

Инженерия и высокие технологии – создание новой защитной одежды (для пожарных и людей других опасных профессий), изучение конструкционных материалов для космической техники, криогенных процессов и поведения жидкостей, связь и информационные системы.

Материаловедение – создание полупроводниковых кристаллов и ша-

риков идеальной геометрической формы, изготовление высокопрочного алюминия и новых сплавов для авиационно-космической промышленности.

Полимеры и биологически-активные вещества – новые технологии производства лекарств и гормональных препаратов, изучение свойств диффузии при конвекции химических веществ и полимеризации.

Физика поведения жидкостей в невесомости – изучение процессов теплопереноса, вязкости, испарения и конвекции различных жидкостей.

РОССИЙСКИЙ СЕГМЕНТ МКС

После многочисленных пересмотров концепции российского сегмента он будет состоять из 9 элементов. В апреле 1998 г. подписано решение по уточнению состава модулей без изменения его задач и возможностей.

Определены основные задачи функционирования российского комплекса – проведение научных исследований и экспериментов по семи направлениям. Для выполнения поставленных задач разработана конфигурация элементов станции, обеспечивающая пребывание на ней экипажей в течение всего срока эксплуатации – 15 лет. Наш сегмент будет состоять из пяти мо-

дулей – функционально-грузового, служебного, универсального стыковочного, стыковочно-складского и научно-энергетической платформы, двух научно-исследовательских блоков и двух стыковочных отсеков. Экипажи и грузы доставляются транспортными кораблями. Каждый элемент станции решает свою задачу по обеспечению работы сегмента.

Первым модулем в составе МКС стал российский **функционально-грузовой блок «Заря»**, созданный в ГКНПЦ по заказу фирмы «Boeing» (она оплатила изготовление модуля, перечислив Космическому центру 215 млн долларов). «Заря» служит связующим звеном российского и американского космических сегментов, она станет центральной частью развертывания всей станции. Модуль оснащен тремя стыковочными агрегатами. К одному из осевых узлов пристыковался американский узловой модуль «Unity» (единство) с переходником-адаптером РМА-1, а ко второму будет стыковаться российский служебный модуль. На третий боковой стыковочный узел крепится российский стыковочно-складской модуль. Двигательная установка блока «Заря» будет использоваться для приема и хранения топлива, перекачки его в служебный модуль, чтобы обеспечить работу двигателей, поддерживающих параметры орбиты. «Заря» выполняет контроль и уп-

равление энергосистемами российской части МКС, а также функции обмена между ее сегментами. Через модуль пойдут электрические цепи и интерфейсы систем обеспечения теплового режима и жизнедеятельности экипажа.

Второй модуль – **служебный (СМ)** будет обеспечивать необходимые условия пребывания на станции международного экипажа до семи человек. Модуль разработан на основе базового блока станции «Мир-2» и содержит основные служебные системы сегмента. Длина блока 12,5 м, диаметр 4,1 м, внутренний объем около 80 м³, стартовый вес 23,5 т и масса на орбите – 20660 кг. Он оснащен двумя солнечными батареями площадью 28 м², общей мощностью 4 кВт и четырьмя агрегатами стыковки. На боковой верхней агрегат устанавливается корневая часть научно-энергетической платформы (НЭП-1), к нижнему узлу пристыкуется универсальный стыковочный модуль, а к одному из осевых узлов – модуль «Заря», со стороны агрегатного отсека будут причаливать транспортные корабли «Союз» и «Прогресс». Аппаратура СМ обеспечивает управление системами всех российских модулей, сбор и передачу на Землю информации, связь через спутник-ретранслятор «Альтаир», энергопитание части систем, ориентацию станции и коррекцию ее орбиты. До запуска первого стыковочного

отсека (СО-1), предназначенного для работ в открытом космосе – космонавты будут выходить через люк стыковочного агрегата модуля.

Универсальный стыковочный модуль (УСМ) рассчитан на стыковки к нему целевых модулей и транспортных кораблей, поэтому снабжен шестью стыковочными узлами. В круг задач модуля входит: прокладка транзитных электрических и гидравлических магистралей и их подсоединение к целевым модулям, проход космонавтов в другие отсеки и проведение работ в открытом космосе. УСМ создается на базе функционально-грузового блока (как и «Заря»), конструктивно состоит из трех приборно-герметичных отсеков общим объемом около 90 м³ и адаптера. На корпусе модуля укреплены две панели солнечных батарей площадью 20 м² общей мощностью 3 кВт. Стартовая масса УСМ – 23,4 т, на орбите масса составляет 19340 кг.

В проекте предусмотрены **два стыковочных отсека (СО-1/2)**, которые расположатся на боковых стыковочных узлах УСМ. Это будут причалы пилотируемым КК и «грузовикам», а также выполняют функцию шлюзовой камеры. Блоки отсеков снабжены тремя люками. Осевые люки используются для переходов космонавтов из УСМ в транспортные корабли, а боковой – в качестве шлюза во время работ в космосе. Создаются стыковочные от-

секи на базе грузового корабля «Прогресс М» и имеют те же габариты, их внутренний объем – 10 м³, стартовый вес составляет 7,15 т, а орбитальная масса – 3,9 т. После стыковки с УСМ, приборно-агрегатный отсек отделяется от СО, затем сбрасывается и сгорает в атмосфере.

Функции энергоснабжения и управления тепловым режимом российского сегмента станции возложены на **научно-энергетическую платформу** (НЭП). Она собирается из двух частей блочно-ферменной конструкции. В состав модуля НЭП входят: первая и вторая секции основной фермы (НЭП-1/2), герметичный отсек служебных систем, 6 панелей солнечных батарей (каждая длиной 17 м и шириной 2,5 м, общая площадь батарей – 252 м² и мощность 13,5 кВт), привода раскрытия солнечных батарей, радиаторы системы терморегулирования, автономная двигательная установка (АДУ) с элементами крепления к ферме, европейский манипулятор ERA и грузовая тележка, передвигающаяся вдоль фермы.

Отдельные части платформы запускаются с помощью кораблей «Спейс Шаттл». Сборка всей платформы производится в три этапа, общая масса модуля НЭП составит около 16 т. При переносе агрегатов и узлов больших габаритов и масс космонавты будут пользоваться манипулятором и транспортной тележкой,

а также грузовой стрелой, которую установят на служебном модуле. Тележка будет передвигаться по рельсовому пути от УСМ через переходный отсек СМ до конца ферменной конструкции НЭП. Управление тележкой производится как дистанционно, так и с пульта на тележке. На ней предусмотрены места крепления космонавтов и грузов, а также узлы установки европейского манипулятора. Подвижная тележка и манипулятор длиной 10 м создаются Европейским космическим агентством. Дистанционный **манипулятор ERA** (European robotic arm, европейская рука-робот) будет производить ремонтно-монтажные работы, переносить приборы и грузы, осуществлять наружную инспекцию станции.

К модулю «Заря» намеряют присоединить еще один крупный модуль такого же типа (длина около 13 м, диаметр 4,2 м и масса на орбите 19,6 т) – это **стыковочно-складской модуль** (МСС). Его назначение – хранение научного оборудования и грузов, инструментов для монтажных и ремонтных работ. К нему будут пристыковываться транспортные корабли снабжения. Внутри герметичного отсека объемом около 90 м³ разместятся 14 российских складских стоек с научной и служебной аппаратурой. К трем стыковочным узлам, кроме кораблей «Союз» и «Прогресс», могут в будущем пристыковываться украинский и китайский научные

модули – эти места остаются резервными.

В состав российской части МКС войдут **два научно-исследовательских модуля** (ИМ-1/2). Они создаются на базе грузовых кораблей «Прогресс» – длина 7,5 м, диаметр 2,8 м, объем герметичного отсека около 15 м³ и масса не более 7 т. Первый из них оснащается оборудованием и установками для проведения технологических и биотехнологических экспериментов. Здесь будут продолжены исследования, аналогичные тем, что выполнялись на модуле «Кристалл» ОК «Мир». Второй предполагается использовать в качестве модуля дистанционного зондирования Земли и экологического мониторинга.

Унификация рабочих мест на всех российских модулях позволит сделать научную программу более гибкой и эффективной. Сборка российского сегмента предусматривает 11 запусков ракет-носителей (без учета полетов транспортных кораблей) в период с 20 ноября 1998 г. до июля 2003 г. Во время эксплуатации МКС (до 2014 г.) предполагается использовать 32 КК «Союз» для доставки сменяемых экипажей (по 2-3 запуска в год) и около 60 грузовых кораблей «Прогресс» (по 4-5 полетов в год).

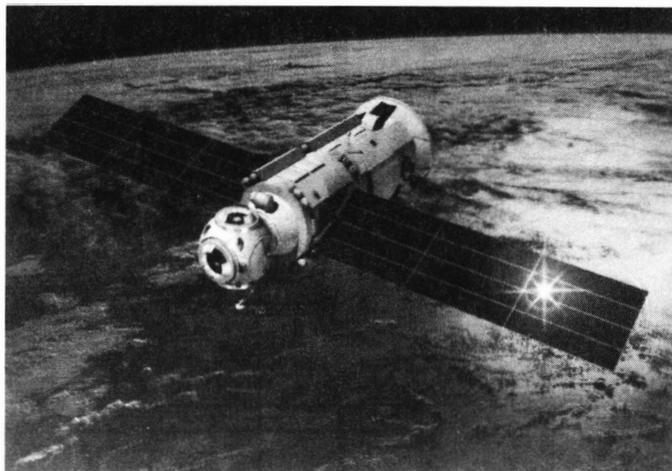
Модуль «ЗАРЯ»

Работы по первому российскому модулю «Заря» проводились в сложных условиях формирова-

Первый элемент Международной космической станции – российский функционально-грузовой блок «Заря» на орбите (рисунки ГКНПЦ)

ния новой программы, многочисленных изменений конфигурации и требований к МКС. Модуль характеризуется большой сложностью функциональных возможностей и технических требований, которых около 1100, треть из них претерпела изменения в процессе проектирования, изготовления и испытаний. В мае 1997 г. Контрольным советом МКС решено внести изменения и модифицировать несколько систем модуля, что привело к значительным доработкам оборудования и программного обеспечения. ГКНПЦ изготовил модуль «Заря», конструкторско-технологический макет, стенды для экспериментальной отработки элементов модуля, водный макет для тренировок экипажей в условиях имитации невесомости в ЦУПах (Королёв и Хьюстон) и тренажер для Центра подготовки космонавтов. В создании модуля участвовало 240 российских предприятий.

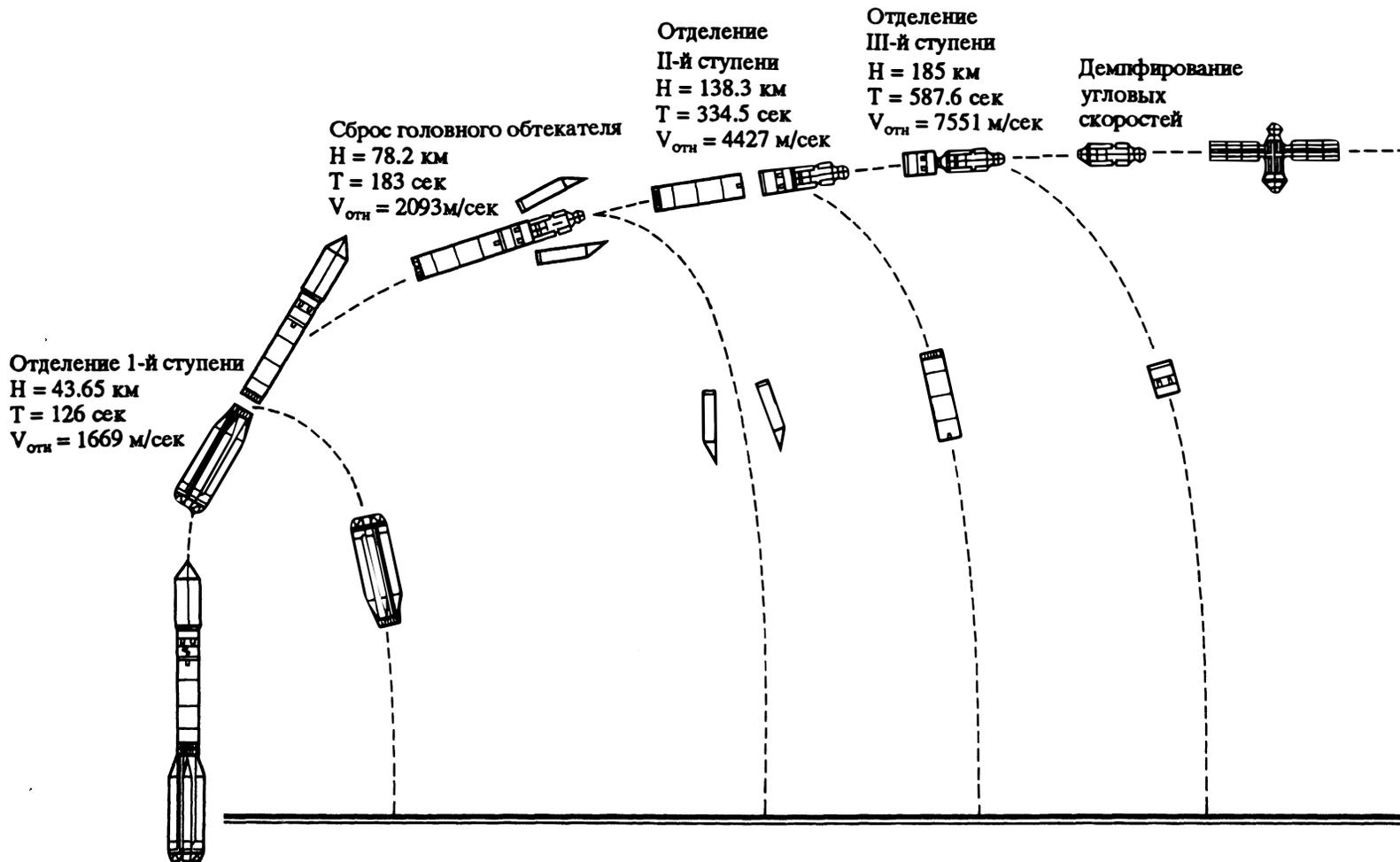
Центральной частью МКС станет **модуль «Заря»**. Основой этого аппарата послужил функционально-грузовой блок, использовавшийся при разработке модулей станции «Мир». Исходя из поставленных перед ним задач (прием, хранение и использование топлива в



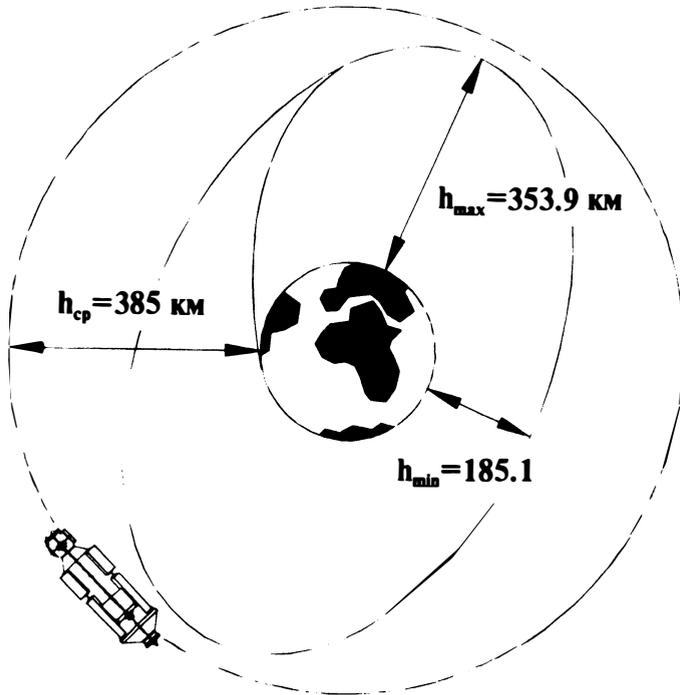
составе объединенной пневмогидравлической системы, размещение хранилищ расходоуемых материалов и часть функций жизнеобеспечения экипажей), модуль разделен на два отсека. В приборно-грузовом отсеке объемом 65 м³ размещаются научная аппаратура, расходоуемые материалы, аккумуляторные батареи, служебные системы и оборудование. Второй переходный отсек, или герметичный адаптер, объемом 6,7 м³ предназначен для хранения доставляемых грузов. На внешней стороне корпуса установлены 16 цилиндрических баков, где может храниться до 5,7 т топлива. За время эксплуатации МКС эти баки смогут принять 103 т топлива, для чего потребуется 30 циклов заправки. Двигательная установка модуля состоит из двух маршевых ЖРД коррекции и сближения (ДКС) тягой 417 кгс каждый, 24-х микродвигателей стабилизации и стыковки (ДПС) тягой по

40 кгс и 16 управляющих двигателей точной стабилизации тягой по 1,3 кгс.

«Заря» оснащена: элементами системы обеспечения теплового режима, двумя панелями солнечных батарей общей площадью 28 м² и мощностью 3 кВт (суточная мощность энергоснабжения напряжением 28 В), антеннами командной радиолинии, (АКР), системами телеметрического контроля и стыковки, экранами микрометеоритной защиты и экранно-вакуумной теплоизоляцией, устройством для захвата манипулятором корабля «Спейс Шаттл» во время сборочных работ, панелями интерфейсных кабелей передачи электроэнергии, средствами фиксации ног космонавтов при работах в открытом космосе, двухрежимной системой жизнеобеспечения, тремя стыковочными агрегатами и научным оборудованием. Система жизнеобеспечения модуля рассчитана на два режима работы – в автоматиче-



Этапы выведения на орбиту «Зари» с помощью РН «Протон-К»



ском полете и в случае нештатной ситуации (в нем в течение 15 сут может находиться экипаж корабля «Спейс Шаттл»), и в составе станции после стыковки со служебным модулем, когда на СМ ляжет обеспечение жизнедеятельности российских экипажей. Длина модуля «Заря» 12,6 м, диаметр 4,1 м, стартовый вес 23,5 т и масса на орбите 20264 кг.

За время функционирования в составе МКС модуль может изменять параметры орбиты, обеспечивать пространственное положение и стабилизировать полет при стыковках с кораблями «Спейс Шаттл», обеспечивать энергоснабжение американского сегмента, выполнять стыковки в качестве активного элемента и играть роль топливоприемщика.

Запуск модуля «Заря» с помощью ракеты-носителя «Протон-К» состоялся 20 ноября 1998 г. в 9 ч 40 мин по московскому времени с космодрома Байконур. Модуль вышел на первоначальную орбиту с параметрами: высота 354×185 км, наклонение $51,62^\circ$ и период обращения 89,6 мин. Он выполнил несколько маневров для выхода на орбиту стыковки с американским модулем «Юнити», постепенно увеличивая высоту полета до 385 км.

ПЕРВАЯ СТЫКОВКА НА ОРБИТЕ

4 декабря 1998 г. в 11 ч 35 мин 39 с по московскому времени с космодрома Канаверал стартовал КК «Индевор» с шестью астронавтами на борту. Со-

став экипажа: командир Роберт Кабана, пилот Фредерик Стеркоу, 1-й специалист полета Нэнси Керри, 2-й специалист полета Джерри Росс, 3-й специалист полета Джеймс Ньюмен и 4-й специалист полета, российский космонавт Сергей Константинович Крикалев. Главной задачей программы STS-88 было присоединение к модулю «Заря» первого американского элемента станции – модуля «Юнити».

Узловой модуль «Юнити», как и два других таких же элемента (УМ-2/3), представляет собой герметичный отсек диаметром 4,6 м и длиной 5,5 м (с адаптером – 16,3 м), снабженный шестью стыковочными узлами, шестью люками для перехода экипажей и переноса грузов. Масса модуля на орбите – 11,6 т. На осевых стыковочных узлах «Юнити» (УМ-1) установлены два переходника-адаптера. Один из них служит причалом для стыковок кораблей «Спейс Шаттл», а к другому (РМА-1) стыкуется модуль «Заря». На боковых узлах будут находиться: верхнем – сегмент Z-1 американской составной фермы, нижнем – американский жилой модуль, правом – совместная шлюзовая камера и левом – кабина-купол для наблюдений за внешними работами. Модуль служит

Экипаж корабля «Индевор» (STS-88) перед стартом. Фото NASA

связующим интерфейсом российской и американской частей станции. Он соединит системы энергоснабжения, управления и сбора информации обоих сегментов.

Корабль «Индевор» 7 декабря подлетел к «Зарю», с помощью манипулятора из грузового отсека был извлечен модуль «Юнити», а затем в 5 ч 07 мин по московскому времени состыковал его с носовым стыковочным агрегатом «Зари». После этой главной операции состоялись три выхода в открытый космос (7, 10 и 13 декабря) по 7 ч каждый. Астронавты Д. Росс и Д. Ньюмен за время выходов подключили кабели и трубопроводы между модулями, установили две радиоантенны связи и платформу с фиксаторами ботинок скафандров, укрепили ящик с инструментами с целью дальнейших монтажных работ на внешней поверхности «Юнити». Они также помогли полностью раскрыть антенну телеметрической связи на модуле «Заря». В ночь с 10 на 11 декабря С. Крикалев вместе с Р. Кабана и Д. Россом в течение двух часов внутри модуля «Заря» проверял работу его систем. Расстыковка «Индевора» с комплексом «Заря» – «Юнити» состоялась 13 декабря в 23 ч 25 мин по московско-

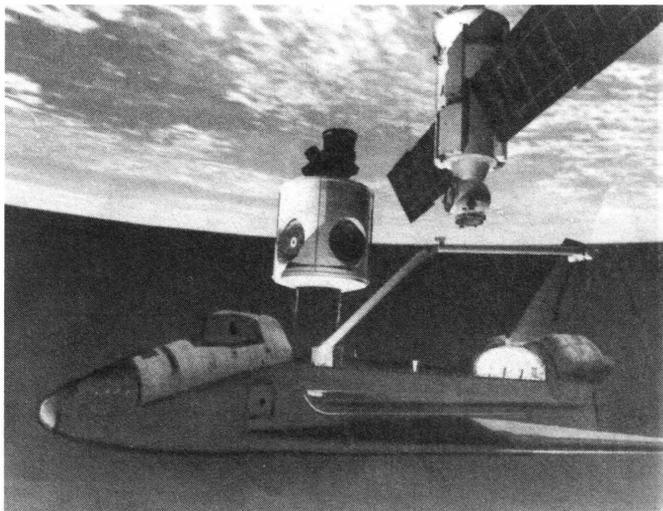


му времени. После этого корабль облетел комплекс на расстоянии 140 м и снизил свою орбиту полета. Завершился полет корабля «Индевор» 16 декабря 1998 г. в 6 ч 54 мин по московскому времени.

В результате выполненных маневров, параметры орбиты полета комплекса «Заря» – «Юнити» составляют: высота 392×406 км, наклонение $51,59^\circ$ и период обращения 92,36 мин.

АМЕРИКАНСКИЙ СЕГМЕНТ МКС

Кроме трех узловых модулей (УМ-1 – 3), американский сегмент содержит еще 21 элемент. Пять модулей (лабораторный, жилой, с центрифугой, двигательный и международный), шлюзовую камеру, 9 сегментов составной фермы с системами энергоснабжения и терморегулирования, обзорной кабины-купола, двух платформ (одна из них с манипулятором), двух адапте-



Стыковка модулей «Юнити» и «Заря» на орбите (рисунок NASA). Модуль «Юнити» расположен в грузовом отсеке корабля «Индевор», к нему при помощи манипулятора стыкуется «Заря»

ров РМА (на модулях УМ-2/3) и корабля-спасателя. Один из модулей – международный (РФ и США) пока не включен в график сборки, так как вопрос о его создании пока не решен. К большому американскому комплексу присоединяются элементы, разработанные другими странами-участницами проекта.

Японский сегмент (общей массой 32,8 т) состоит из двух герметичных отсеков. Лабораторного модуля JEM (Japanese experiment module – японский экспериментальный модуль, его длина 10 м, диаметр 4,2 м и масса 16,3 т) и блока PS (Platform support – ресурсная платформа, ее длина 4,1 м, диаметр 4,2 м и масса около 8 т), а также открытой научной платформы с манипулятором для монтажных работ. Сверху модуля JEM к стыковочному узлу крепится ресурсный блок с научной аппаратурой, а с осевой стороны располо-

жен шлюз для выноса оборудования на открытую платформу. Внутри модуля и блока находятся 23 складских стойки-стеллажа с оборудованием и приборами. Весь комплекс пристыковывается к левому боковому узлу модуля УМ-2.

Сегмент Европейского космического агентства состоит из лабораторного модуля «Columbus» (APM – Attached pressurized module, прикрепленный герметичный модуль) и дистанционного манипулятора ERA, находящийся на российском сегменте. Европейский научно-исследовательский модуль «Колумбус» (длина 11,8 м, диаметр 4,5 м, герметичный объем около 70 м³ и масса более 17 т) разработан на основе лаборатории «Спейслэб», снабжен двумя стыковочными агрегатами и 20 складскими стойками с научным и служебным оборудованием. Он крепится к правому боковому порту

американского узлового модуля УМ-2.

Канадский сегмент состоит из двух дистанционных манипуляторов, расположенных на составной ферме. Один из них – SSRMS (Space station remote manipulator system, манипулятор дистанционного управления космической станции), укреплен на подвижной платформе, длина его руки – 17,6 м и может удерживать грузы массой до 116 т. С его помощью будут проводить сборочные операции, обслуживать служебные системы и научную аппаратуру. Второй манипулятор SPDM (Special purpose dexterous manipulator, манипулятор высокой подвижности) состоит из двух частей, длиной по 2 м с различными концевыми захватами, предназначен для особо ответственных операций с электропроводкой и топливными магистралями при сборочных работах на основной ферме.

В американский сегмент войдет также **итальянский возвращаемый грузовой модуль MPLM** (малый герметичный модуль снабжения), создаваемый по заказу NASA. Он будет доставлять в герметичном отсеке (объем 40 м³) различные грузы на складских стойках – отдельные системы, научное оборудо-

вание, инструменты и экспериментальные установки. MPLM снабжен одним стыковочным узлом, имеет длину около 8 м, диаметр 4,5 м и массу 12,7 т. Предполагается, что модуль во время сборочных работ совершит 9 полетов в грузовых отсеках кораблей «Спейс Шаттл». В Италии изготовлены три экземпляра модуля («Леонардо», «Рафаэлло» и «Донателло»).

Стержневым элементом американского сегмента МКС станет составная **многофункциональная ферма** длиной более 100 м. От полета к полету ферма, имеющая шестигранное сечение высотой 4,9 м и шириной 3,7 м, состоящая из отдельных секций, постепенно свяжет всю станцию в единый комплекс. Она является источником энергоснабжения. Концевые сегменты фермы содержат по 4 сдвоенных панелей солнечных батарей, каждая длиной 34,2 м и шириной 11,9 м, общей площадью 407 м². Среднесуточная мощность вырабатываемой электроэнергии каждой из них составит 18,75 кВт. Вторая функция фермы – отвод тепла от элементов станции с помощью 10 радиаторов системы терморегулирования, имеющих длину 22,8 м и ширину 11,6 м. На ферме будут укреплены научные приборы и оборудование радиосвязи. Ферма также выполнит роль грузовой стрелы во время монтажных и ремонтных работ. Для этого на всем протяжении фермы проложат

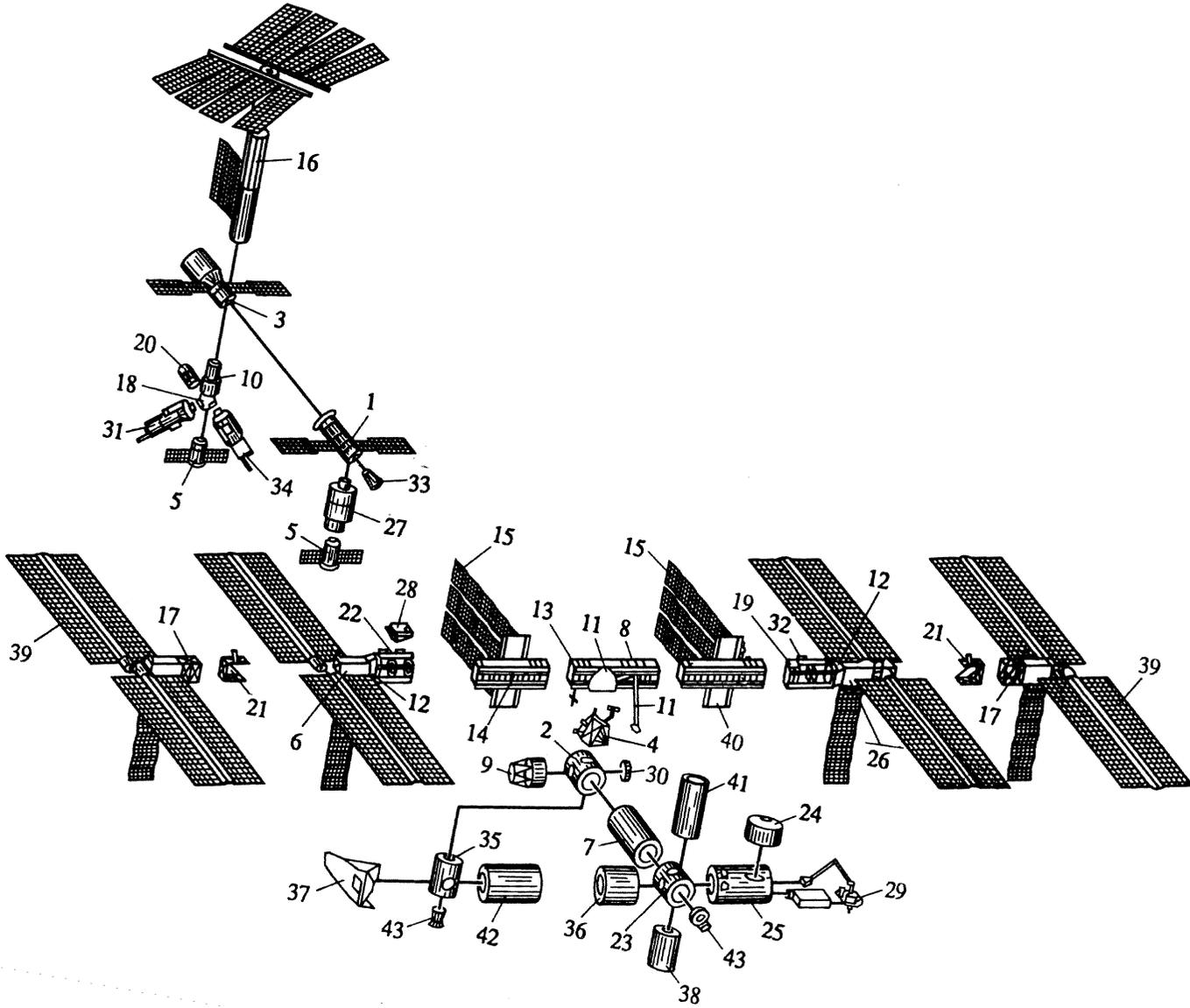
рельсовый путь, по которому сможет перемещаться подвижный транспортер с платформой, где установят канадский дистанционный манипулятор SSRMS. Кроме того, в конце сборки на центральной части фермы поставят оборудование контроля ориентации всей станции и двигательный модуль для поддержания орбиты полета.

На начальном этапе сборки выводится на орбиту американский **лабораторный модуль «Destiny»** (судьба) с комплектом научной аппаратуры на 24-х стандартных международных складских стойках. Складские стойки представляют собой набор стеллажей, где располагается научная аппаратура, служебные системы, расходимые материалы и другое оборудование. При запуске в модуле разместятся 5 стоек, остальные будут доставляться позднее. В модуле «Дестини» планируется проводить исследования по биотехнологии, материаловедению, технологии и медицине. Он станет центром управления научным оборудованием американского сегмента. Лабораторный модуль представляет собой космический аппарат цилиндрической формы с герметичным отсеком объемом 48 м³. Длина корпуса модуля – 8,4 м и диаметр 4,4 м, общая масса – 15,5 т. Он оснащен двумя стыковочными узлами – к одному пристыковывается «Юнити», а на другом временно установят переходный отсек

(позднее его место займет узловой модуль УМ-2) для стыковок с кораблями «Спейс Шаттл». На корпусе «Дестини» находятся узлы крепления составной фермы.

Совместная шлюзовая камера Airlock (воздушный шлюз), диаметром 4,5 м и массой около 6 т, создается в США. Она устанавливается на один из боковых люков стыковочного агрегата модуля «Юнити» и служит для шлюзовых операций при выходах космонавтов в открытый космос. Камера будет использоваться как российской, так и американской стороной. Здесь разместится оборудование для шлюзования и скафандры «Орлан-М» (РФ) и «EMU» с системой перемещения в открытом космосе SAFER (установка аварийного возвращения, США).

Важным элементом проведения научных исследований, дополняющий российский модуль ИМ-1, станет американский **модуль с центрифугой** CM (Centrifuge module). Он создается на базе модуля «Спейслэб», длиной около 7 м, диаметром 4,5 м и массой 10,8 т. Внутри герметичного отсека модуля объемом около 40 м³ будет установлена центрифуга диаметром 2,5 м с вращающимся ротором и стойки с экспериментальным оборудованием, в том числе с биологическими объектами. В задачи проводимых исследований на центрифуге войдет определение влияния переменной силы тяжести и космической радиации на



Вклад стран-участниц в программу МКС

различные биосистемы, а также оценка необходимости создания искусственной силы тяжести при длительных полетах человека.

Крупным блоком американского сегмента станет **жилой модуль** НМ (Habitation module) для комфортного проживания четырех астронавтов. По своим параметрам он близок лабораторному модулю, его масса – 17 т. В герметичном отсеке разместится кают-компания, кухня, спальные помещения, душ, туалет и другое оборудование. Жилой модуль будет пристыкован к боковому причалу узлового модуля УМ-3.

Кроме российских транспортных кораблей и «Спейс Шаттл», для обслуживания МКС предполагается использовать новые американские корабли-спасатели CRV (Crew return vehicle, корабли для возвращения экипажей), европейские автоматические «грузовики» ATV (Automated transfer vehicle, автоматический транспортный корабль) и японские аппараты НТВ (Heavy transfer vehicle, тяжелый транспортный корабль).

| | МКС | Россия | США | ЕСА | Япония | Канада | Италия |
|-------------------------------|------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
| Масса, т | 471 | 140 | 266 | 17 | 32 | 4 | 12,7 |
| Количество элементов | 40 | 9 | 24 | 2 | 3 | 2 | 0 (1) |
| Количество модулей | 17 | 5 | 8 | 1 | 2 | 0 | 1 (3) |
| Объем отсеков, м ³ | 1040 | 390 | 460 | 70 | 90 | 0 | 0 (30) |
| Количество стоек | 133 | 14 | 60 | 20 | 23 | 0 | 16 |
| Мощность энергосистем, кВт | 118 | 23,5 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Назначены первые четыре экипажа станции. Первый – Б. Шеперд (США), Ю.П. Гидзенко и С.К. Крикалев (РФ); второй – Д. Восс, С. Хелмс (США) и Ю.В. Усачев (РФ), третий – В.Н. Дежуров, М.В. Тюрин (РФ) и К. Бауэрсокс (США); четвертый – К. Уолц, Д. Борш (США) и Ю.И. Онуфриенко (РФ). Запланировано 162 выхода в космос (1730 ч).

Продолжительность полета совместных экипажей во время сборки МКС составит три-четыре месяца.

Общая масса станции после окончания сборки составит более 470 т, длина ферменной конструкции – 109 м, ширина комплекса – 88,4 м. Высота орбиты полета МКС достигнет 460–500 км. Общие расходы на развертывание всего орбитального комплекса превысят 40 млрд долларов.

(По материалам NASA, ESA, DASA, ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, журналов "Spaceflight" и "Новости космонавтики")

С.А. ГЕРАСЬЮТИН,
Е.П. ЛЕВИТАН

Схема сборки МКС: 1 – «Заря» (РФ), 2 – «Юнити» (США), 3 – служебный модуль (РФ), 4 – секция фермы Z-1 (США), 5 – КК «Союз» (РФ), 6 – секция фермы S4 (США), 7 – «Дестини» (США), 8 – центральная секция фермы (США), 9 – совместная шлюзовая камера (США), 10 – отсек СО-1 (РФ), 11 – подвижная тележка с манипулятором RMS (США–Канада), 12 – вращающееся соединение фермы (США), 13 – рельсы на ферме (США), 14 – секция фермы S-1 (США), 15 – радиаторы системы терморегулирования (США), 16 – на-

учно-энергетическая платформа с манипулятором ERA (РФ–ЕСА), 17 – секции фермы P6 и S6 (США), 18 – универсальный стыковочный модуль (РФ), 19 – секция фермы P3 (США), 20 – отсек СО-2 (РФ), 21 – связующие части фермы P5 и S5 (США), 22 – секция фермы S3 (США), 23 – модуль УМ-2 (США), 24 – модуль PS (Япония), 25 – модуль JEM (Япония), 26 – секция фермы P4 (США), 27 – стыковочно-складской модуль (РФ), 28 – манипулятор SPDM (Канада), 29 – открытая платформа с манипулятором (Япония), 30 –

кабина-купол модуля «Юнити» (США), 31 – модуль ИМ-1 (РФ), 32 – двигательный модуль (США), 33 – адаптер PMA-1 (США), 34 – модуль ИМ-2 (РФ), 35 – модуль УМ-3 (США), 36 – «Колумбус» (ЕСА), 37 – корабль-спасатель CRV (США), 38 – международный модуль (РФ–США), 39 – панели солнечных батарей (США), 40 – секция фермы P1 (США), 41 – модуль с центрифугой (США), 42 – жилой модуль (США), 43 – адапторы PMA-2/3 на модулях УМ (США)

История войск космического назначения

Начиная с запуска первого искусственного спутника Земли и до конца 1997 г. в подготовке к запуску всех видов и классов ракет-носителей, управлении полетами космических аппаратов, создании и развитии ракетно-космической инфраструктуры, обеспечении контроля качества и надежности систем, других направлений космической деятельности нашей страны принимали участие военно-космические части. До недавнего времени эта работа держалась в секрете, поэтому почти ничего не было известно о ракетно-космических войсках. Ранее издававшиеся мемуары ветеранов ракетной техники не позволяли ликвидировать этот информационный вакуум.

Незадолго до вхождения этого рода войск в новую структуру Министерства обороны РФ был выпущен двухтомный военно-исторический труд (Фаворский В.В. и Мещеряков И.В. «Военно-космические силы», М., 1997-98 гг.). Издание подготовлено по заданию командования Военно-космических сил (ВКС) на основе документов и с привлечением воспоминаний ветеранов ракетно-космической техники. В двух книгах прослеживается трудный путь становления и развития ВКС, систематизировано большое количество фактов из истории этих войск. Впервые раскрываются многие неизвестные страницы деятельности ВКС и их руководителей. Материал труда изложен в хронологической последовательности – с 1957 по 1997 г.

В первой книге четыре главы. В главе «Первые спутники» (1957-60 гг.) рассказано об истории подготовки к запуску первого ИСЗ, развитии космодрома Байконур и

ВОЕННО-КОСМИЧЕСКИЕ СИЛЫ



Командно-измерительного комплекса (КИК), работах ВКС по космической программе, испытании военных ракетных систем и создании 3-го управления ГУРВО (Главное управление ракетного вооружения).

Во второй главе (1961-66 гг.) повествуется о проведении первых пилотируемых полетов, проектах ракетно-космических комплексов военного назначения и долгосрочных программах систем космического вооружения. Описаны структуры управления ВКС, в том числе освещена роль Центрального управления космическими средствами Министерства обороны (ЦУКОС МО).

В третьей главе книги отражены события 1967-70 гг., когда вернулась работа по многим направлениям космической деятельности и стала укрепляться структура ВКС. Здесь рассмотрены вопросы первого долгосрочного плана ВКС, развития КИК, эксплуатации и боевого применения ракетных комплексов. Прослеживается роль ВКС в испытаниях кораблей «Союз» и использовании военных орбитальных станций «Алмаз». Большое внимание уделено развитию программ международного сотрудничества «Интеркосмос» и ракетного комплекса «Н1-Л3», рассчитанного на осуществление пилотируемой экспедиции на Луну.

Четвертая глава охватывает период 1971-76 гг., когда ВКС раз-

рабатывали проблемы использования ракет-носителей всех классов и перспективные космические программы. Впервые изложены ранее секретные материалы о космических системах военного назначения: обзорной и детальной фоторазведки, радиотехнической разведки, топографо-геодезического обеспечения, навигации и специальной связи. Раскрываются подробности становления космодрома Плесецк, описываются волнующие страницы пилотируемых полетов по программам «Салют-Союз» и «Союз-Аполлон». В конце первой книги приводится список ветеранов, написавших воспоминания.

Во второй книге рассказано о последнем периоде становления ВКС – с 1977 по 1997 г. В четырех главах освещаются ранее неопубликованные сведения о развитии ракетно-космической промышленности. Показана роль и значение научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждений, работа аппарата управлений по заказу разрабатываемых систем и военных представительств. В книге отражена научно-испытательная деятельность головных институтов – ЦНИИ № 4 и № 50 Министерства обороны, занимающихся созданием целевых военно-космических систем и комплексов.

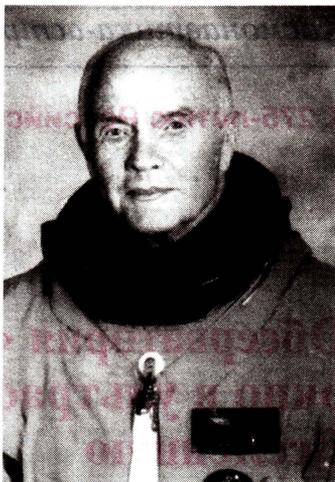
Читатель познакомится с новым поколением орбитальных группировок военного назначения, выполнением пилотируемой программы экипажами комплексов «Салют-6, -7» и «Мир», участием ВКС в запусках космических аппаратов гражданского назначения, работе по созданию перспективных ракет-носителей и истории развития нового космодрома Свободный. В книге можно почерпнуть новые сведения о творцах и испытателях ракетной техники.

Издание богато иллюстрировано (многие снимки публикуются впервые) и будет полезно всем интересующимся историей космонавтики.

Астронавт-ветеран вновь на орбите

Первый американский астронавт Джон Гленн через 36 лет совершил свой второй орбитальный космический полет. В истории космонавтики – это беспрецедентный случай, когда в экипаж космического корабля включили 77-летнего астронавта.

С 29 октября до 7 ноября 1998 г. состоялся полет корабля «Дискавери» по программе STS-95. В составе экипажа из 7 человек находился и Д. Гленн – специалист полета с индивидуальной программой экспериментов. Это были медицинские исследования организма преклонного возраста, находящегося в условиях перегрузок и невесомости. В течение 8 сут 21 ч 43 мин 57 с астронавт выполнил 10 экспериментов на аппаратуре в герметичном модуле «Спейсхэб»: занимался производством лекарственных препаратов против опухолей, изучал течение сна, брал у себя пробы крови с целью исследования метаболизма протеинов. Во время полета у него постоянно снимали показания электрокардиограмм, а после посадки проверили устойчивость опорно-двигательного аппарата. Д. Гленн успешно перенес все этапы полета и сохранил хорошее самочувствие.



Джон Гленн (John Glenn) родился 19 июля 1921 г. в Кембридже (шт. Огайо). В 1943 г. окончил летную школу Авиационного тренировочного центра Военно-морских сил США в Техасе, затем служил в различных частях ВМС. В 1954 г. окончил школу летчиков-испытателей шт. Мэриленд, а в 1961 г. – колледж Маскингема. В 1957 г. осуществил на сверхзвуковом самолете F8U беспосадочный трансконтинентальный перелет, установив рекорд скорости. С 1959 по 1964 гг. находился в составе первой группы астронавтов NASA.

20 февраля 1962 г. Д. Гленн выполнил первый орбитальный космический полет в США на КК «Меркурий» (MA-6), назвав корабль «Friendship-7». «Меркурий» сделал три витка на низкой орбите, полет продолжался 4 ч 55 мин 23 с. Пос-

ле триумфального полета он стал личным другом президента Дж. Кеннеди. К Д. Гленну относились в США как к национальному достоянию, поэтому не считали возможным допускать его к повторным полетам, чтобы не рисковать «американским Гагариным». В 1965 г. Д. Гленн ушел в отставку в чине полковника морской пехоты.

После 1964 г. Д. Гленн сделал карьеру в политике. С 1974 г. он избирался сенатором от демократической партии (шт. Огайо). В 1997 г. NASA предложило астронавту совершить космический полет на корабле «Спейс Шаттл» по специальной программе. За несколько месяцев тренировок в Космическом центре им. Л. Джонсона он прошел полный курс подготовки к полету. В ходе второго космического полета Д. Гленна получены важные результаты и первый опыт работы астронавта самого старшего возраста.

Д. Гленн – легенда американской космонавтики, он пользуется в стране заслуженным авторитетом. Он награжден золотой медалью NASA «За выдающиеся заслуги» и почетной медалью конгресса США по космонавтике. Его имя занесено на золотую доску Зала космической славы. Он избран почетным членом Международной федерации астронавтики. Д. Гленн получил международную премию Галабра по астронавтике.

С.А. Герасюнин

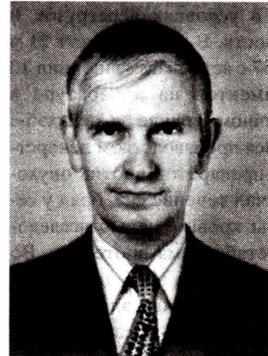
К 275-летию Российской академии наук

Обсерватория «Спектр-УФ» – окно в ультрафиолетовую Вселенную

А.А. БОЯРЧУК, академик РАН
Б.М. ШУСТОВ, доктор физико-математических наук
Институт астрономии РАН



Более 20 лет работают на околоземных орбитах специализированные спутники с ультрафиолетовыми телескопами на борту, проводя астрономические наблюдения. Их инструменты достигли высокой разрешающей способности и совершенства. Это позволило решить многие проблемы современной астрофизики. Каковы перспективы отечественного проекта данного типа обсерватории?



НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ

Ультрафиолетовое излучение играет важнейшую роль как в существовании биологической жизни, в том числе и человеческой, так и во всем комплексе процессов эволюции Вселенной. Изучать,

что же происходит в глубинах космоса и как он устроен, интереснейшая задача и вечная цель человечества. Решая эту задачу, люди наталкиваются на фундаментальные природные ограничения, преодолевают их и ищут новые подходы для дальнейшего продвижения по пути по-

знания. Одной из преград для проведения астрономических наблюдений служит непрозрачность атмосферы.

Земная атмосфера практически не пропускает весь ультрафиолетовый (УФ) участок электромагнитного спектра. Однако именно в УФ-диапазоне

лежат длины волн спектральных линий, соответствующих наиболее важным в астрофизике атомным и молекулярным переходам водорода и дейтерия. Там же находится множество резонансных линий большинства элементов, соответствующих, как правило, самому распространенному состоянию атомов. Из-за непрозрачности атмосферы исследовать УФ-излучение небесных объектов можно только из космоса. Космическим телескопам атмосфера не мешает. Поэтому удается получать изображения объектов во Вселенной с предельно высоким угловым разрешением и резко увеличивать проникающую силу телескопа.

Изучением Вселенной в УФ-диапазоне занимаются специализированные космические аппараты. Уже проведены десятки космических экспериментов и несколько проектов находятся в стадии разработки. Важно отслеживать тенденции развития этой области науки, и, конечно, необходимо участвовать в перспективных проектах. Для России, имевшей здесь хорошие традиции, важно не потерять их. Особенно во время кризиса, когда необходимо искать разумные способы сохранения отечественной высокой технологии, научнотехнического интеллектуального потенциала, а в конечном итоге укрепления тающего авторитета развитой страны.

РАЗВИТИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ ТЕЛЕСКОПОВ

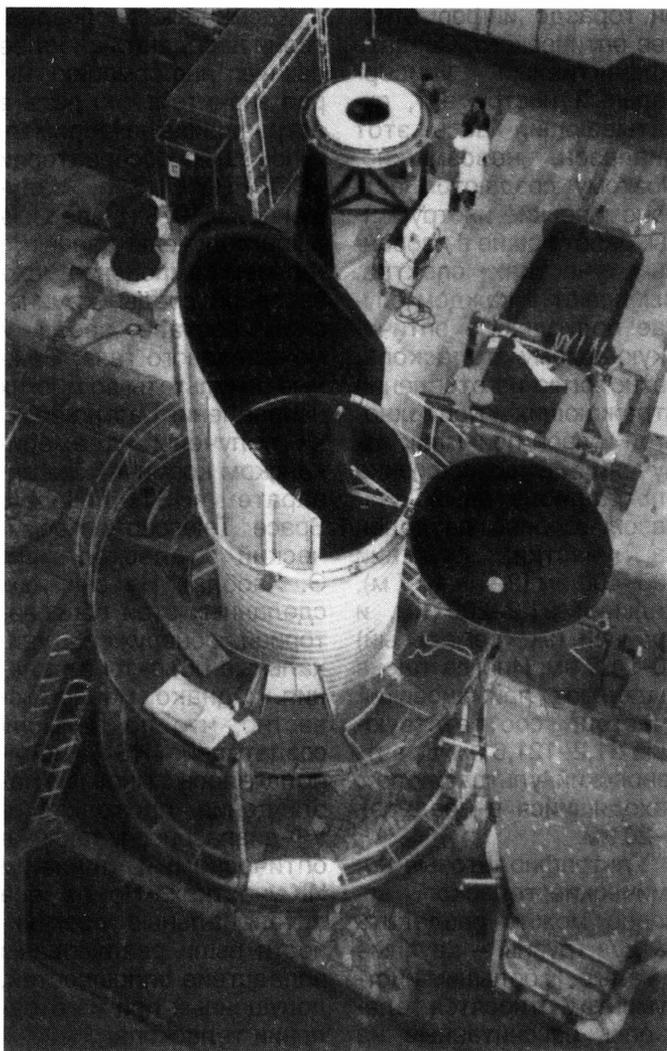
УФ-участок электромагнитного спектра весьма широк, и потенциально

он гораздо информативнее оптического. Создать эффективный универсальный инструмент, охватывающий весь этот диапазон, невозможно. Поэтому создаются астрономические инструменты, работающие в избранных участках спектра. Выбирают в каждом случае подходящую оптическую схему телескопа, технологию изготовления отражающих поверхностей и свой приемник излучения. В астрофизике ультрафиолетовый диапазон условно разделен на участки: ближний 200–400 нм ($2-4 \times 10^{-7}$ м), дальний 91,2–200 нм, и крайний (экстремальный) 10–91,2 нм. Иногда также выделяют лаймановский участок, соответствующий 91,2–121,6 нм и рентгеновский ультрафиолет, находящийся в пределах 5–20 нм.

Ультрафиолетовые космические телескопы условно можно разделить на две группы – крупные и малые. К большим инструментам относятся телескопы, рассчитанные на длительную работу, они были установлены на космических обсерваториях: «ОАО-3» (COPERNICUS, США), «Астрон» (Россия), «IUE» (ESA-NASA), «HST» (NASA) и «EUVE» (США). Более скромные и кратковременные эксперименты выполнялись с помощью инструментов, находящихся на АМС «Voyager» и околоземных малых платформах «Astro» (телескопы «ORFEUS» и Лаборатория университета Д. Гопкинса). В последние годы выделялся также отдельный класс малых спутников-исследователей.

Космические обсерватории передают наиболее важную информацию, играя значительную роль в астрофизике. Например, с помощью обсерватории «COPERNICUS», запущенной в 1978 г., впервые были получены данные о горячем компоненте межзвездной среды, химическом составе звезд и межзвездного газа. Важные результаты во многих направлениях астрофизики получены на американском космическом аппарате «HST» (Hubble Space Telescope, Космический телескоп им. Э. Хаббла). На снимках, сделанных этой обсерваторией, обнаружены уникальные объекты и явления. Однако менее известно, что по замыслу создателей «HST» предполагалось многие наблюдения проводить в УФ-диапазоне, а также в оптическом и ближнем ИК-участках. Но не все потенциальные возможности были реализованы вследствие оплошностей, допущенных при изготовлении телескопа.

Важным шагом в развитии внеатмосферной астрономии стали наблюдения, выполненные в 1983–89 гг. с использованием советской обсерватории «Астрон» (Земля и Вселенная, 1984, №№ 2 и 5). Установленный на нем телескоп «Списка» с диаметром зеркала 80 см превосходил аналогичный 45-см инструмент ИСЗ «IUE». Спутник-долгожитель «Астрон» работал на орбите значительно дольше, чем предполагалось (Земля и Вселенная, 1990, № 6). С помощью «Астроны» получены



Сборка УФ-телескопа Т-170 обсерватории «Спектр-УФ» в НПО им. С.А. Лавочкина. Справа – пылезащитная крышка открыта

весьма ценные и уникальные данные о Сверхновой 1987А, комете Галлея и нескольких звездах. Однако многие интересные заявки астрономов не были удовлетворены.

Опыт, накопленный при создании и эксплуатации обсерватории «Астрон», позволил с конца 80-х гг. приступить к разработке проекта большого космического телескопа с диаметром зеркала 170 см (Т-170). Проект обсерватории «Спектр-УФ» входит в серию космиче-

ских аппаратов типа «Спектр», предназначенных для наблюдения в различных участках спектра (Земля и Вселенная, 1990, № 6, с. 42–44; 1997, № 2).

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Обсерватория «Спектр-УФ» относится к числу крупных мировых проектов внеатмосферной астрономии. Его реализация позволит проводить наблюдения с высоким и даже рекордным разре-

шением в малоизученном, хотя и очень «богатом» линиями лаймановском участке спектра с временем непрерывной экспозиции до 30 ч. В отдельных случаях экспозиция может достигать до 140 ч при высоком пространственном и спектральном разрешении.

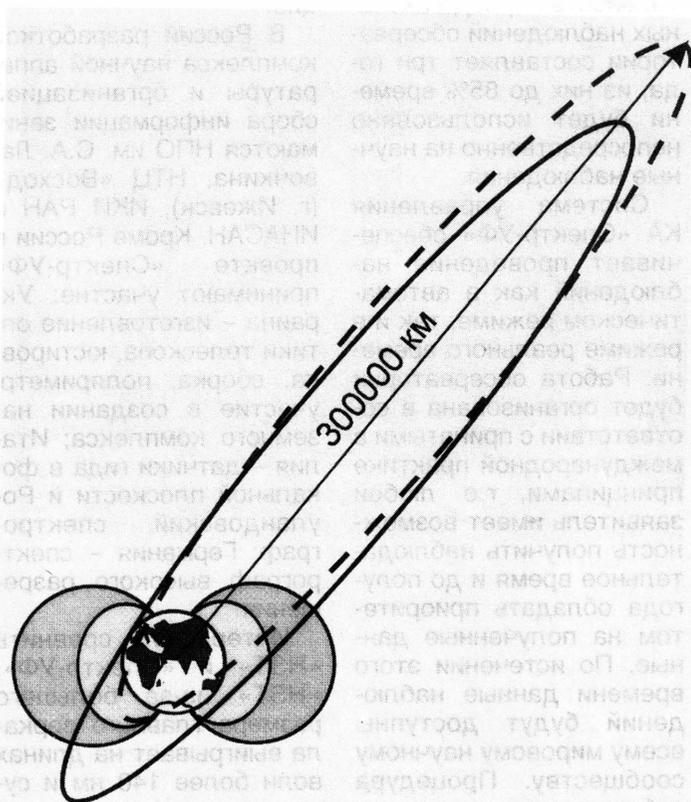
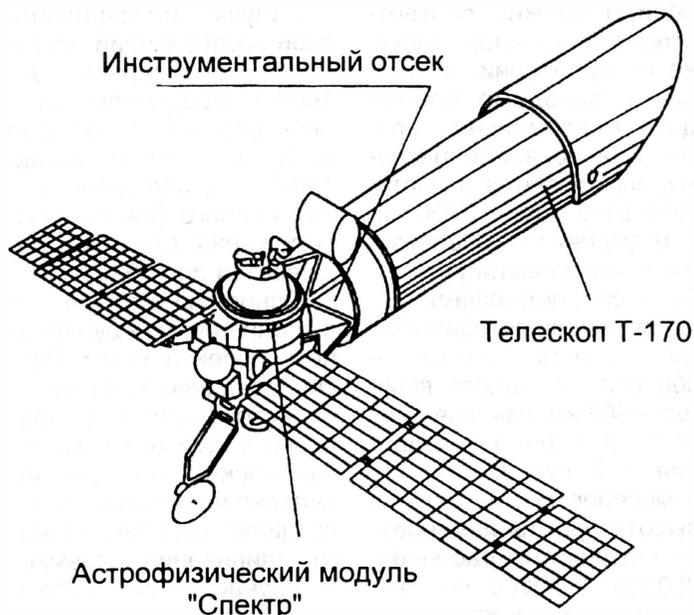
В состав космического аппарата «Спектр-УФ» входят служебный модуль, стандартный для всех научных спутников серии «Спектр», телескоп Т-170 и отсек с комплексом научной аппаратуры.

Условия наблюдений предъявляют жесткие требования к параметрам наведения и стабилизации инструментов. Поэтому космический аппарат снабжен системой управления пространственной ориентации в качестве первичного контура, и системой точного гидирования телескопа Т-170 – вторичный контур. Первичный контур обеспечивает предварительное наведение телескопа с точностью 1–2'. Затем изображение объекта приводится в заданное положение с более высокой точностью и стабилизируется. Во вторичном контуре малые смещения оптической оси телескопа компенсируются за счет наклонов вторичного зеркала. Это позволяет достигать весьма вы-

сокой точности стабилизации – около $0,1''$. Прототип такой сложной системы доказал свою работоспособность во время полета обсерватории «Астрон».

На участке запуска КА телескоп Т-170 закрыт пылезащитной крышкой. Телескоп оснащен блендой, защищающей зеркало от светового потока Земли, Луны и Солнца. После выхода на орбиту солнцезащитная бленда откидывается и переводится в рабочее положение. В период выполнения наблюдений пылезащитная крышка открывается. С помощью микродвигателей управления аппарат наводится в сторону исследуемой части неба и производится его стабилизация в пространстве, гидрирование и другие подготовительные операции.

Орбита для спутника «Спектр-УФ» выбиралась с учетом того, что телескоп должен работать на большом расстоянии от сильного источника засветки – Земли, и параметры ее должны быть устойчивыми. Также важно, чтобы КА не пересекал околоземные радиационные пояса, влияющие на работу многих приборов. Кроме того, параметры



Эволюция орбиты обсерватории. Штриховой линией показана первоначальная орбита, сплошной – рабочая орбита спустя 8 месяцев после запуска

орбиты должны соответствовать задачам запуска обсерватории, а спутник необходимо наблюдать максимальное время. Как показали расчеты, выполненные в Институте астрономии РАН, таким условиям удовлетворяет сильно вытянутая орбита со следующими начальными характеристиками: высота апогея – 300 000 км, высота перигея – 500 км, наклонение – $51,5^\circ$ и период обращения – 7 сут. В течение 8 месяцев после запуска высота орбиты изменяется и становится рабочей – 250000×40000 км, что позволит аппарату постоянно находиться вне радиационных поясов.

Расчетная продолжительность периода активных наблюдений обсерватории составляет три года, из них до 85% времени будет использовано непосредственно на научные наблюдения.

Система управления КА «Спектр-УФ» обеспечивает проведение наблюдений как в автоматическом режиме, так и в режиме реального времени. Работа обсерватории будет организована в соответствии с принятыми в международной практике принципами, т.е. любой заявитель имеет возможность получить наблюдательное время и до полугода обладать приоритетом на полученные данные. По истечении этого времени данные наблюдений будут доступны всему мировому научному сообществу. Процедура отбора заявок также максимально открыта.

Запуск астрофизической обсерватории постоянно переносится. До 1994 г. предполагался и был реально возможен срок запуска в конце 1997 г. Однако теперь из-за тяжелого финансового положения старт откладывается до 2003 г.

Основную нагрузку в выполнении международного проекта несет Россия: создание астрофизического модуля, разработка и изготовление механических конструкций телескопа, камеры поля, создание системы точного гидирования, наземного научного комплекса и комплекса управления и, конечно, запуск и обеспечение работы обсерватории в период эксплуатации.

В России разработкой комплекса научной аппаратуры и организацией сбора информации занимаются НПО им. С.А. Лавочкина, НТЦ «Восход» (г. Ижевск), ИКИ РАН и ИНАСАН. Кроме России в проекте «Спектр-УФ» принимают участие: Украина – изготовление оптики телескопа, юстировка, сборка, поляриметр, участие в создании наземного комплекса; Италия – датчики гида в фокальной плоскости и Роландовский спектрограф; Германия – спектрограф высокого разрешения.

Интересно сравнить «HST» и «Спектр-УФ». «HST» из-за большего размера главного зеркала выигрывает на длинах волн более 140 нм и существенно проигрывает в более коротковолновом

участке. Это связано с наличием на «HST» четырех отражающих поверхностей – две дополнительные появились в результате ремонтных работ на орбите по коррекции оптического тракта телескопа (Земля и Вселенная, 1994, № 4; 1998, № 1). У телескопа T-170 отражающих поверхностей только две. Поэтому низкоорбитальная обсерватория «HST» имеет не более половины общего наблюдательного времени, а у обсерватории «Спектр-УФ» этот показатель может достигать 0,85. Количество квантов, собранных за достаточно длительный промежуток времени обсерваторией «Спектр-УФ», будет больше, чем у «HST», что увеличивает научные возможности российского проекта.

НАУЧНАЯ АППАРАТУРА

В состав комплекса научной аппаратуры проекта «Спектр-УФ» входят четыре основных инструмента.

Телескоп T-170 построен по оптической схеме Ричи-Кретьена и имеет характеристики: диаметр главного зеркала – 170 см, фокусное расстояние – 17 м, поле зрения – $40'$ (20 см в фокальной плоскости), общая длина (с солнцезащитной блендой и кожухом инструментального отсека) – 8,45 м и диаметр 2,01 м, расстояние между главным и вторичным зеркалами – 3,5 м, масса – 1700 кг (вместе с приборной рамой, кожухом инструмен-

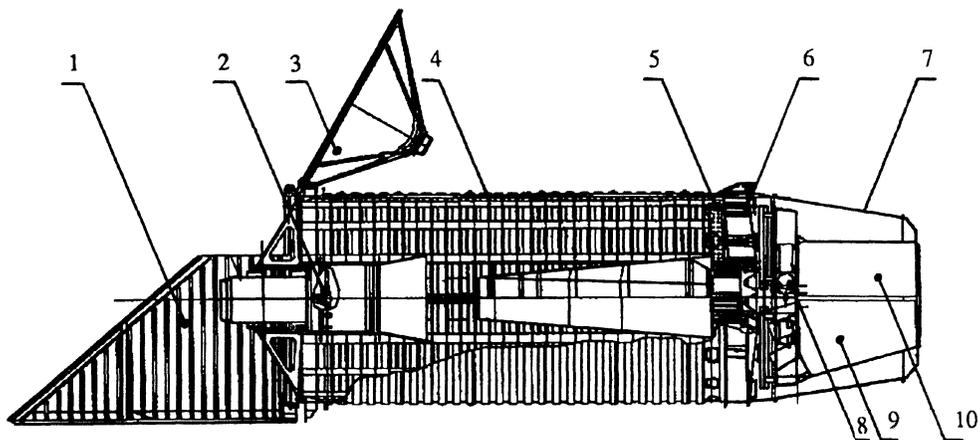


Схема телескопа Т-170 (в рабочем положении): 1 – бленда, 2 – вторичное зеркало, 3 – пылезащитная крышка, 4 – корпус, 5 – главное зеркало, 6 – актюатр (элемент механизма коррекции зеркала), 7 – инструментальный отсек, 8 – фокальная плоскость, 9 – роуландовский спектрограф, 10 – спектрограф ДЭСВР

тального отсека, системой точного гидрирования, механизмом коррекции главного зеркала и теплоизоляцией). В телескопе реализуются уникальные технические решения: оригинальная идея фиксации главного зеркала за центральное отверстие, позволяющая резко облегчить конструкцию; система изменения формы главного зеркала – его толщина всего 10 см; двухконтурная система наведения и стабилизации, увеличивающая точность и надежность работы обсерватории.

Телескоп Т-170 служит коллектором излучения для научных приборов, предназначенных его анализировать и расположенных позади фокальной плоскости в инструментальном отсеке. Прежде всего это спектрографы и камера поля (космический фотоаппарат).

Двойной эшелный спектрограф высокого разрешения (ДЭСВР) – предназначен для получения УФ-спектров с высоким спектральным разрешением, позволяющим изучать контуры даже узких спектральных линий, ширина которых соответствует тепловым движениям в звездных атмосферах со скоростями около 5 км/с. Основные параметры инструмента: спектральный диапазон – от 110 до 360 нм, разрешающая сила ($R = \lambda/\Delta\lambda$, $\Delta\lambda = 1100\text{--}3500 \text{ \AA}$) до 60000, при самом высоком разрешении чувствительность не хуже 16^m за 10 ч экспозиции (отношение сигнал/шум – $S/N = 10$) или 11^m за то же время ($S/N = 100$).

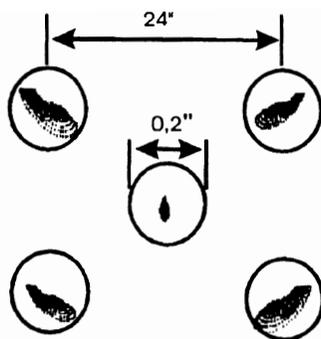
Прототип светоприемников спектрографа прекрасно зарекомендовал себя во время полетов телескопа «ORFEUS» (Гер-

мания), выведившегося в космос на космических кораблях типа «Спейс Шаттл» (STS-35, -67 и -80) в составе возвращаемой платформы «ASTRO» (Земля и Вселенная, 1996, № 1; 1997, № 4).

Роуландовский спектрограф (РС) – предназначен для регистрации спектров в лаймановском участке, а также для наблюдения предельно слабых объектов с низким разрешением в более длинноволновом участке до 450 нм. РС состоит из одной вогнутой решетки и имеет минимальные оптические потери. Параметры спектрографа: основной спектральный диапазон от 90 до 120 нм и разрешающая сила (R) достигает 10000 в участке 91,2–120 нм и 3 000 – в участке 115–450 нм.

Камера поля (КП), или цифровая фотокамера обзора неба, предназна-

Расчетное качество изображения при съемке камерой поля (длиннофокусная мода) точечного объекта в центре и по краю поля зрения. Качество изображения лучше в центре поля зрения



чена для регистрации изображений объектов с высоким угловым разрешением. Работает в двух режимах (модах). Короткофокусная мода обеспечивает наблюдение предельно слабых объектов, а при работе в длиннофокусной моде обеспечивается высокое угловое разрешение. Параметры КП следующие: а) короткофокусная мода – рабочий диапазон длин волн от 91,2 до 360 нм, поле зрения – 4', разрешение – не хуже 0,16", предельная звездная величина (V) объекта за 1 ч наблюдений – 29^m; б) длиннофокусная мода – поле зрения 24", разрешение в центральной области при применении специальных математических методов обработки изображения до 0,05", предельная величина (V) небесного объекта за 1 ч наблюдений – 24^m.

В состав аппаратуры планируется включить также приборы для проведения наблюдений в стандартных фотометрических полосах (U, B и V) спектрографа ДЭСВР (в низких порядках спектров) и поляриметр.

Общая масса обсерватории «Спектр-УФ» составит 6 т, из них на научную аппаратуру придутся 2,5 т. Научный комплекс включает в себя

блок управления научными данными, формирующий и выдающий команды, блок энергоснабжения научных приборов, устройство сбора научной информации с астрофизического комплекса, ее накопления и передачи в служебные системы.

НАУЧНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ

Благодаря высоким техническим показателям инструментов «Спектр-УФ» будет эффективным наблюдательным средством не только в ультрафиолетовом участке спектра, но и в видимом диапазоне.

В создании научной программы проекта участвуют ученые из ведущих научных учреждений многих стран – Специальной астрофизической обсерватории, Пулковской обсерватории (ГАО), ГАИШ и ИКИ РАН (Россия), Крымской астрофизической обсерватории (Украина), Астрономического института Тюбингенского университета и Потсдамской обсерватории (Германия), Астрономических обсерваторий Катаньи и Триеста (Италия). КА «Спектр-УФ» рассматривается как многоцелевая

обсерватория, предназначенная для решения многих задач. Перечислим некоторые из них.

1. Молодые звезды. Многие типы звезд, например, *неправильные переменные* типа RW Возничего, τ Тельца, FU Ориона и *вспыхивающие звезды* типа UV Кита, находящиеся по общему мнению на ранних стадиях эволюции, проявляют высокую активность. Весьма характерна высокая энергетика протекающих там процессов. Их природа до сих пор остается загадкой. Вспышки, выбросы и проявления другой поверхностной активности во много раз превосходят по энерговыделению аналогичные процессы на Солнце. При этом подавляющая доля генерируемого излучения приходится на УФ-участок спектра (Земля и Вселенная, 1990, № 4).

Согласно наземным наблюдениям, объекты Хербига-Аро – это области взаимодействия между веществом, выброшенным молодой звездой в виде струй, и окружающим газом (Земля и Вселенная, 1995, № 1). При этом образуются весьма сложные структуры в виде сгустков, волокон и вихрей. Прямые снимки в ультрафиолетовых лучах дадут качественно новую информацию о газодинамических процессах, сопровождающих образование звезд.

2. Горячие звезды. Очевидно, что такого класса звезды – наиболее естественные объекты для изучения в ультра-

Молодая звезда и структурные особенности вокруг нее: биполярное истечение, образованное звездным ветром; околозвездный диск и объекты Хербига-Аро



фиолете, поскольку они почти всю свою энергию излучают именно в этом участке спектра. Наблюдения дают прямую возможность определить важнейшие показатели звезд – светимость и эффективную температуру.

Известно, что **сверхгиганты** спектральных классов О и В, являясь мощным источником звездного ветра, интенсивно теряют массу (до 10^{-5} масс Солнца в год). Предложено несколько моделей этого процесса, но только наблюдения в ультрафиолете позволят приблизиться к решению проблемы механизма такого мощного истечения.

Много нерешенных вопросов относится к **белым карликам**. Один из главных – пульсации белых карликов. Наблюдения позволяют определить радиусы этих звезд, а результаты измерений изменчивости периода пульсаций – выявить характеристику скорости эволюции (охлаждения) белого карлика. Первые пробные наблюдения такого класса объектов,

проведенные с помощью «HST», продемонстрировали перспективность этого направления исследований.

3. Химический состав звезд. Изучение химического состава звезд – это ключ не только к пониманию их структуры, процессов образования и превращения химических элементов, но и возможно рассматривать круговорот вещества во Вселенной в целом. Здесь мы отметим лишь одну из ак-

туальных проблем космохимии – **наблюдение бора**. Проблема термоядерного синтеза тесно связана с определением количества химических элементов в звездах, таких как литий, бериллий и бор, легко разрушаемых в термоядерных реакциях. Наблюдения бора (линии 249,6 и 249,7 нм) в атмосферах звезд позволяют установить роль перемешивания и потери их массы. Одним из наиболее вероятных кандидатов

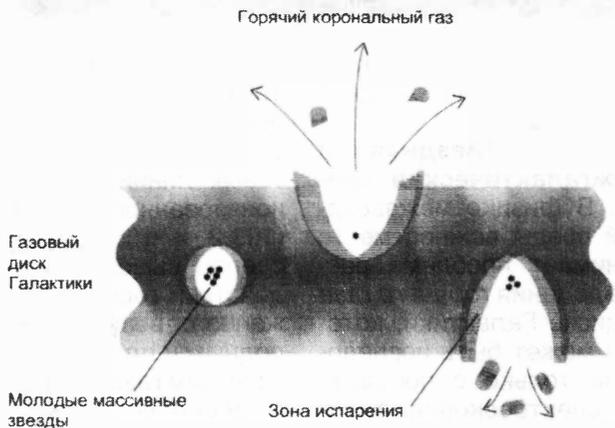
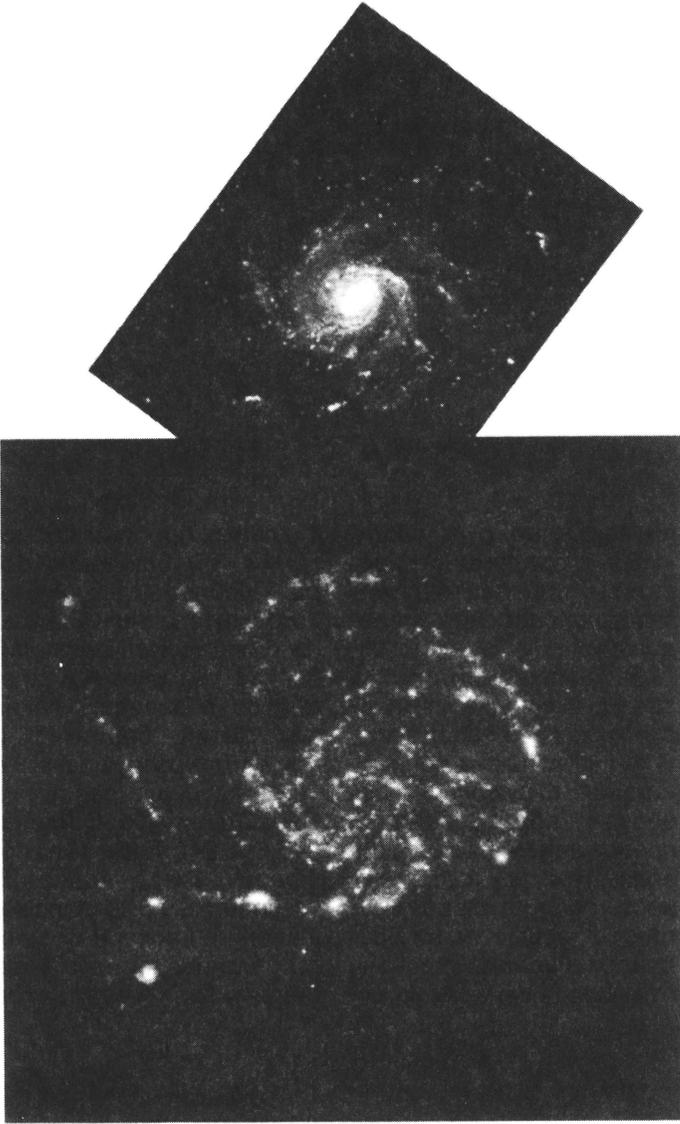


Схема выброса горячего газа, образовавшегося при вспышках сверхновых в галактическом диске, в галактическую корону. Переходные зоны испарения показаны штриховкой

Видимое (верхний снимок) и ультрафиолетовое (нижний) изображения галактики M101. Снимки имеют один масштаб



для изучения таких процессов выбрана звезда α Центавра.

4. **Межзвездная и межгалактическая среда.** В физике межзвездной среды важное место занимает проблема распределения *горячего газа* в диске Галактики, которая может быть исследована только с помощью УФ-спектроскопии высокого разрешения (Земля и

Вселенная, 1992, № 2; 1994, № 5). В частности, после анализа узких межзвездных ультрафиолетовых линий пятикратно ионизованного кислорода (103,2 и 103,8 нм) был сделан вывод о взаимодействии горячего разреженного вещества с холодным и плотным галактическим газом. На границе двух фаз – разогретого почти до миллиона граду-

сов разреженного (с концентрацией частиц $0,001/\text{см}^3$) вещества, заполняющего большую часть объема Галактики, и в тысячи раз более холодного плотного галактического газа, – должны существовать переходные зоны испарения. В результате перемешивания, вещество в них имеет усредненную температуру и плотность. Горячая материя образуется в результате вспышек сверхновых. Если сверхновые взрываются, например, в звездном скоплении, то сильно нагретое в результате таких катаклизмов вещество может прорвать холодный газовый диск Галактики, образуя горячий фонтан. При этом структура переходной зоны должна отслеживать форму стенок фонтана. Наблюдения на КА «Спектр-УФ» помогут уточнить такие представления.

Рентгеновские наблюдения указывают на существование *холодного газа* между галактиками, например, в скоплении галактик Волосы Вероники. Наиболее надежные сведения о межгалактическом газе могут быть получены в результате наблюдений ультрафиолетовых линий. В качестве объектов для таких наблюдений лучше всего использовать квазары, находящиеся за скоплениями галактик.

5. Поиски областей звездообразования. Из наблюдений, проводимых в оптическом диапазоне, установлено существование областей звездообразования в других галактиках. Однако максимум потока излучения от массивных горячих звезд спектрального класса В приходится на длины волн около 140 нм. Большая часть таких звезд молоды. Например, один из снимков галактики M101 получен с поверхности Земли в видимом участке спектра, а другой – с помощью ультрафиолетового телескопа на космической платформе «ASTRO-2». Видно, что хорошо наблюдаемые в УФ молодые звезды образуются не только в центральных областях, но и на далекой периферии галактики. Таким образом, проблема поиска об-

ластей звездообразования в ближайших галактиках может успешно решаться методами ультрафиолетовой астрономии. Прямые изображения в УФ-лучах звездных скоплений, наблюдаемых в других галактиках, позволяют оценить соотношение молодых и проэволюционировавших звезд (Земля и Вселенная, 1991, № 2).

6. Галактики. Особый интерес представляют наблюдения в УФ-диапазоне сталкивающихся галактик (например, NGC 3690 и IC 694), обнаруживающих присутствие нескольких областей интенсивного звездообразования. Прямые изображения с высоким угловым разрешением в ультрафиолетовых лучах центральных частей эллиптических галактик, таких как NGC 1316, NGC 3998, NGC 4636 и IC 4296, позволяют выявить источники не-

теплого излучения ядер этих галактик. В частности, исходит ли это излучение от протяженного источника или же источником является компактный массивный объект, например, черная дыра.

Несомненно, есть и другие важные астрофизические проблемы, для решения которых обсерватория «Спектр-УФ» была бы ценнейшим, а то и единственным, средством. Тем более, что в течение 5 лет до ее запуска развитие науки может выдвинуть много новых актуальных задач. Отметим лишь, что телескоп Т-170 позволяет проводить наблюдения высокого качества и в видимом диапазоне. Уникальные параметры инструментов делают возможным применение телескопа Т-170 для решения многих прикладных задач.

Информация

Природа колец Юпитера

В сентябре 1998 г. в Корнеллском университете (США) состоялась конференция, посвященная кольцам планет. Ученые из NASA представили новые снимки колец Юпитера, полученные космическим кораблем «Галилео». Они дали новую информацию о происхождении и развитии колец.

Кольца Юпитера состоят из очень мелких пылинок. Пылинки замедляют движение даже под действием солнечных лучей и мо-

гут оставаться на орбите от 1 до 100 тыс. лет, а затем сгорают в плотной атмосфере Юпитера. Следовательно, должен существовать источник поступления новых частиц в кольца Юпитера.

Утверждается, что они приходят от четырех, ближайших к кольцам, спутников Юпитера при столкновениях их с микрометеоритами. Мельчайшие частицы, образовавшиеся при этом, вступают в хоровод вокруг планеты.

В 1997 г. снимки колец Юпитера удалось получить на наземном телескопе – 10-м телескопе им. Кека на Гавайях. На внешнем «паутинном» кольце хорошо различимы пылевые струи, истекающие из спутников Юпитера – Амальтеи и Тебы и формирующие два облачных выступа кольца. Орбиты этих

лун проходят у внешнего края выступов кольца.

Внутреннее кольцо обязано своим существованием двум ближайшим спутникам Юпитера – Адрастее и Метису. При этом большая часть вещества кольца поступает от меньшего спутника. Адрастеи, что объясняется его слабым полем тяготения.

Существует и другой источник пополнения колец – выбросы вулканов, извергающихся на Ио.

По-видимому, аналогичное происхождение имеют и кольца Нептуна. У Сатурна и Урана кольца намного плотнее и состоят из темных частиц размером, в среднем, около 1 см.

New Scientist, 1998, 159, 2151, 10

Эль-Ниньо и свободная нутация Земли

Н.С. СИДОРЕНКОВ,
доктор физико-математических наук
Гидрометцентр РФ

В минувшем году население Земли пережило множество стихийных бедствий и катастроф. Их произошло больше, чем бывает в среднем. Это объясняют развившимся в очередной раз феноменом Эль-Ниньо (Земля и Вселенная, 1998, № 4).



Эль-Ниньо и связанные с ним явления Южного колебания и свободной нутации Земли рассматриваются как автоколебания единой системы Земля–океан–атмосфера.

“ДВОЕ НА КАЧЕЛЯХ” – АТМОСФЕРА И ОКЕАН

Периодическая смена знака аномалий давления атмосферы вдоль тропической зоны Мирового океана напоминает гигантские качели, на которых колеблются массы воздуха восточного и западного полушарий – положительная аномалия давления в одном и том же регионе через один-два года сменяется отрицательной и наоборот.

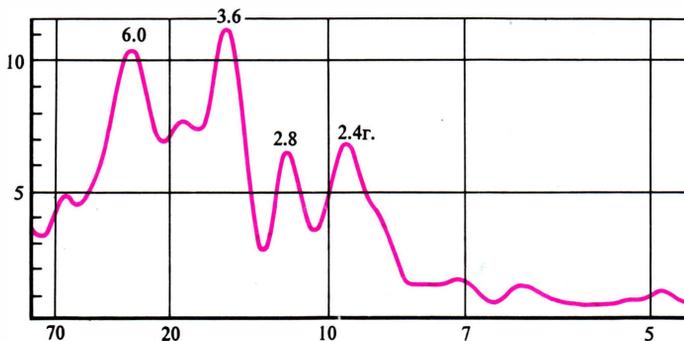
Определяемая коэффициентом корреляции степень взаимозависимости величин аномалий приближается к 80%.

Противостоят два региона – Индонезийско-Австралийский и Южно-тихоокеанский (острова Общества). Это центры действия **Южного колебания**, разность атмосферных давлений в которых используется для вычисления количественной характеристики Южного колебания – индекса SOI

(South Oscillation Index). При $SOI \leq 0$ давление понижено над Тихим океаном и повышено над Индийским океаном и Австралией. При $SOI > 0$ картина обратная.

Южное колебание неразрывно связано с механическими и термическими колебаниями в океане. В этом случае зависимость обратная: чем выше индекс, тем ниже температура поверхности океана в восточной и центральной частях Тихого

Спектр колебаний индекса SOI. На оси абсцисс – периоды колебаний (кварталы), на оси ординат – спектральная плотность (величина пропорциональная квадратам амплитуд колебаний). В спектре выделяются колебания с периодами 6, 3.6, 2.8 и 2.4 г.



океана и наоборот. Выделяют **две крайние фазы** в явлении Эль-Ниньо – Южное колебание (ЭНЮК): **теплую – Эль-Ниньо** ($SOI < 0$) и **холодную – Ла-Нинья** ($SOI > 0$).

При положительных величинах индекса ($SOI > 0$) северо-восточные и юго-восточные пассатные ветры, дующие в тропиках Тихого океана, нагоняют теплую воду в его западную часть. В восточной части из-за сгона вода холодная – наблюдается Ла-Нинья. Когда индекс SOI становится отрицательным, направленный к западу градиент давления, обычно существующий между восточной и западной частями Тихого океана, уменьшается до нуля, а затем знак меняется на противоположный. Пассатные ветры ослабевают, и накопившаяся в западной части Тихого океана теплая вода, не испытывая сопротивления ветра, устремляется на восток вдоль экватора. При подходе к берегам Южной Америки вода замедляет движение, накапливается, уровень моря повышается, возникает Эль-Ниньо.

В процессе ЭНЮК уровень моря колеблется в восточной и западной части экваториальной зоны

Тихого океана в противоположных фазах с амплитудами примерно 25 см.

При первом взгляде на многолетние кривые индексов SOI и температуры поверхности океана создается впечатление, что чередование фаз ЭНЮК – серия случайных событий. Однако спектральный анализ этих временных рядов показал, что в спектрах ЭНЮК имеются составляющие с периодами 2.4, 2.8, 3.6, 6 и, вероятно, 12 лет. Практически все они кратны периоду 1.2 г., и это свидетельствует о **нелинейности системы**, в которой они возникают.

Со времени пионерских работ Якоба Бьеркнеса (1966 г.) считают, что ЭНЮК есть **самоподдерживающееся колебание**, в котором аномалии температуры поверхности океана в экваториальном тихоокеанском регионе влияют на интенсивность пассатных ветров. Ветры же управляют океаническими течениями, которые формируют термические аномалии океана. Эта концепция лежит в основе современных работ по физике ЭНЮК.

Обычно строят нели-

нейные модели взаимодействия океана с пассатными ветрами и изучают поведение моделей в зависимости от амплитуды сезонного цикла температуры воды и скорости течения, параметров, характеризующих силу трения атмосферы с океаном, вариаций термоклина и т.п. При изменении параметров сцепления и сезонного воздействия на экваторе в модели возникают совместные колебания всех этих показателей с периодом 3–4 года. Когда параметры модели изменяются в течение года, колебания синхронизируют с годовым циклом, в результате чего появляются составляющие, кратные целому году: с периодами 3, 4 и 5 лет.

ЭФФЕКТ СВОБОДНОЙ НУТАЦИИ ЗЕМЛИ

Все современные модели представляют ЭНЮК автоколебанием совместной системы океан–атмосфера, оставляя без внимания то, что в спектре реального ЭНЮК есть составляющие, кратные не годовому циклу, а периоду 1.2 г., открытому Сэтом Чандлером в 1891 г. при

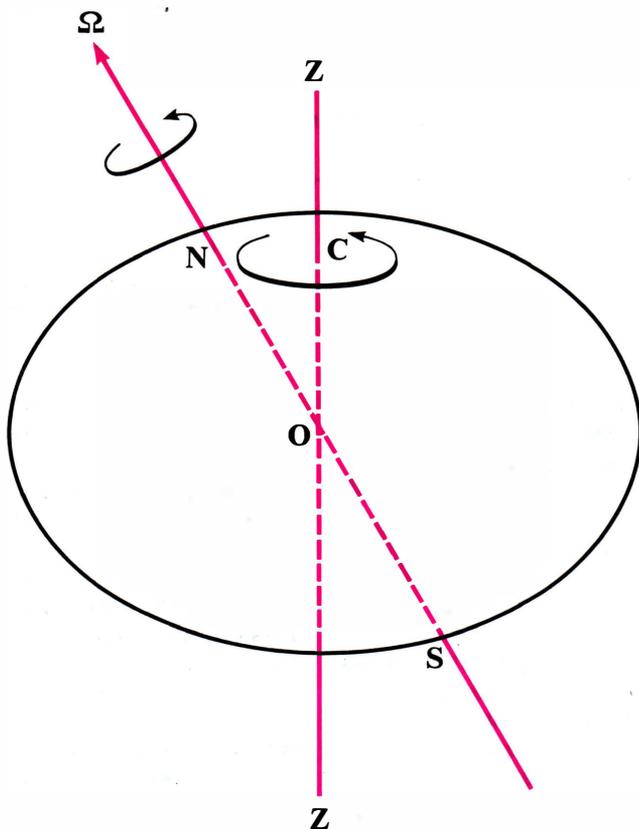


Схема свободной нутации Земли для земного наблюдателя. Ось фигуры ZZ', относительно которой момент инерции планеты наибольший, пересекает земную поверхность в точках полюсов фигуры С. Ось суточного вращения Земли $O\Omega$ отклоняется от оси фигуры ZZ', и мгновенный полюс вращения N описывает вокруг полюса фигуры С спиралеобразную траекторию

анализе вариаций широты. Это не что иное, как **период свободной нутации Земли** (от лат. *nutatio* – колебание), определяемый сжатием и упругими свойствами планеты.

Напомним, что мерой инертности вращающегося тела является его момент инерции. **Момент инерции тела** относительно любой произвольной оси определяется суммой произведений массы каждой точки тела на квадрат ее расстояния до выбранной оси. Земля сжата вдоль полярной оси и вытянута вдоль экваториальной. Поэтому момент инерции Земли относительно полярной оси – наибольший, а отно-

сительно любой экваториальной оси – наименьший. Ось наибольшего момента инерции называется **осью фигуры**.

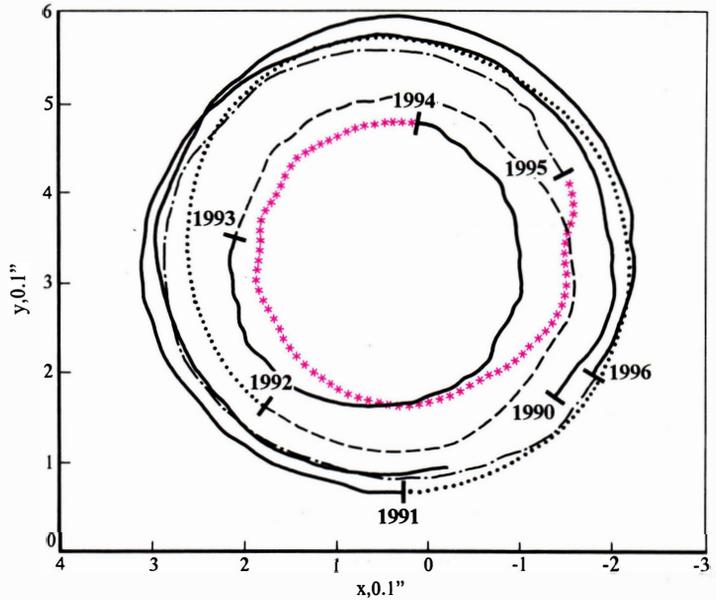
Происходящее в процессе ЭНЮК перераспределение воздушных и водных масс изменяет моменты инерции и отклоняет ось фигуры Земли в плоскости меридиана Австралии при Эль-Ниньо и в плоскости меридиана островов Общества при Ла-Нинья. Земля, подобно **гироскопу**, преобразует качания оси фигуры в нутацию (т.е. круговые колебания этой оси). Если смотреть на Землю из космоса, можно увидеть, что ось фигуры описывает конус вокруг неподвижной оси суточного

вращения. С точки же зрения земного наблюдателя **ось суточного вращения** перемещается в теле Земли, описывая конус вокруг неподвижной оси фигуры. В результате движутся точки, в которых ось вращения пересекает земную поверхность – **мгновенные полюса Земли**. Они перемещаются по земной поверхности вокруг полюсов фигуры – точек, в которых ось фигуры пересекает поверхность Земли – в направлении вращения Земли, т.е. с запада на восток. Это движение полюсов и есть свободная нутация, или **чандлеровское движение полюсов**.

Еще в 1765 г. Леонард Эйлер теоретически доказал, что если ось вращения не совпадает с осью фигуры Земли, то географические полюса должны двигаться вокруг полюсов фигуры с периодом **305 суток**. Если географические полюса перемещаются, то меняются координаты пунктов на земной поверхности, их широта и долгота.

В XIX в. неоднократно предпринимались безрезультатные попытки найти период 305 суток в рядах широтных наблюдений обсерваторий Пулко-

Траектория движения северного географического полюса по земной поверхности в 1990–1996 гг. Метками отмечены начала каждого года. Ось x направлена в сторону меридиана Гринвича, а ось y – в сторону 90° з.д. В 1991 г. радиус траектории был наибольшим, а в 1994 г. – наименьшим



во, Вашингтона, Берлина и др. В 1891 г. Сэт Чандлер опубликовал результаты выполненного им анализа широтных наблюдений и показал, что в них есть составляющая с периодом **428 суток**. Результат Чандлера был неожиданным и вызвал сомнения. Вскоре С. Ньюком подтвердил его, указав, что период 305 суток существовал бы в том случае, если бы Земля была абсолютно твердой. **Упругие деформации** твердой Земли и океанов могут вызвать увеличение периода с 10 до 14 месяцев. Позже известный английский геофизик А. Ляв представил количественные доказательства, подтвердившие этот вывод.

Разница в числе суток возникает из-за упругих деформаций Земли. Экваториальное вздутие стремится занять положение перпендикулярное к мгновенной оси вращения Земли. Если Земля была бы жидкой, то ось фигуры всегда бы совпала с осью вращения, и свободная нутация отсутствовала, т.е. период движения полюса был бы бесконечно большим. Реальная Земля – не жидкая и не твердая, поэтому период свободной нута-

ции составляет нечто среднее – 437 суток. Этот период как раз и был обнаружен С. Чандлером.

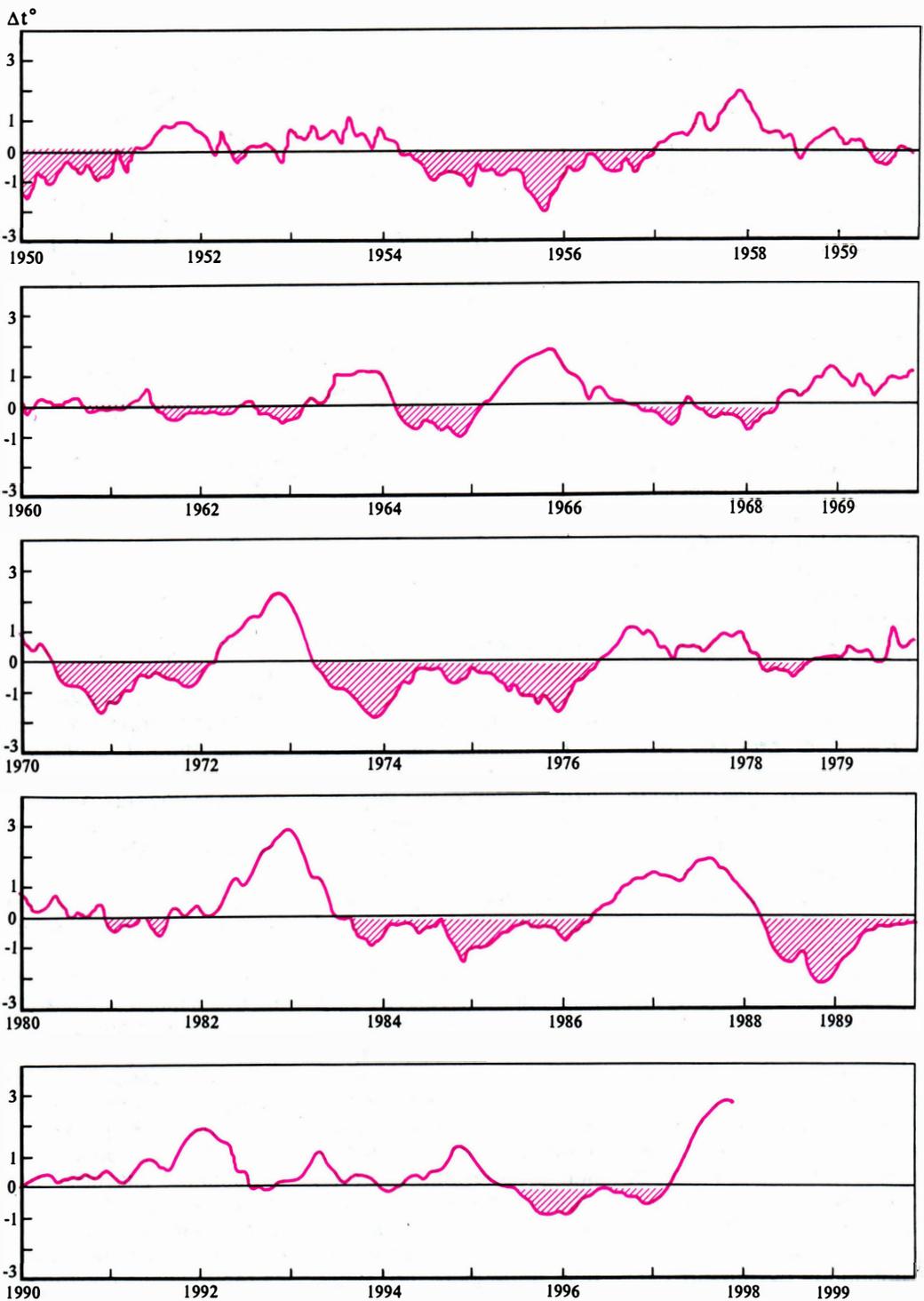
Но помимо чандлеровского движения полюсов (ЧДП) происходит еще вынужденное перемещение их с периодом один год из-за сезонного перераспределения воздушных и водных масс по земной поверхности. Чандлеровское и это годовое движение накладываются друг на друга. Известно, что при сложении двух гармонических колебаний с близкими частотами возникают медленные изменения амплитуды колебаний – **биения**. Поэтому радиус траектории, описываемый полюсом, изменяется от максимальной величины до минимальной и обратно примерно через 6 лет. Наибольшее удаление мгновенного полюса от среднего не превышает 15 м.

Движение полюсов вы-

зывает прилив в атмосфере и Мировом океане (**полюсный прилив**), амплитуда которого зависит от величины смещения полюса. Хотя приливная волна и невелика, но все же влияет на протекание явления ЭНЮК.

КОЛЕБЛЕТСЯ ВСЯ СИСТЕМА
ЗЕМЛЯ–ОКЕАН–АТМОСФЕРА

В системе Земля–океан–атмосфера происходят колебания атмосферы и океана. Они расстраивают Землю, а Земля в ответ волнует атмосферу и океан. Полюсный прилив, как дирижер, синхронизирует колебания системы океан–атмосфера с циклами движения полюса. И в спектре ЭНЮК появляются гармоники с периодами, кратными чандлеровскому. Возникает **комбинационный резонанс**, при котором даже самое малое воздействие возбуждает движение полюсов.



Аномалии температуры поверхности океана за период с 1950 по 1997 гг., осредненные в регионе между 5° с.ш. – 5° ю.ш. и 170° – 120° з.д. Положительные аномалии указывают периоды Эль-Ниньо, а отрицательные – периоды Ла-Нинья. Эль-Ниньо 1997–98 гг. оказалось вторым по величине аномалии за последние сто лет. Самое сильное Эль-Ниньо наблюдалось в 1982–83 гг.

Когда меняется интенсивность явления ЭНЮК во времени, процесс возбуждения ЧДП становится нестабильным и его характеристики (амплитуда, фаза, степень затухания и т.д.) также изменяются. Например, в 1925–1945 гг. чандлеровское движение полюсов заметно угасало: в несколько раз уменьшилась его амплитуда, удлинился период, и изменилась фаза. И в том же интервале времени в повторяемости теплых фаз ЭНЮК наблюдались значительные аномалии. Ситуации, в которых индекс SOI оказывается меньшим нуля, стали возникать реже, а в период с 1930 по 1940 гг. они практически отсутствовали.

Около 1910 и 1955 гг. амплитуды ЧДП достигали максимума. За 10–15 лет до этих моментов фазы SOI < 0 были наиболее длительными, интенсивными и, главное, кратными периоду Чандлера. Согласованность периодов ЭНЮК с движениями географических полюсов говорит о тесной связи цикличности ЭНЮК с изменениями во вращении Земли.

В результате роста температуры поверхности океана и выделения скрытого тепла конденсации при Эль-Ниньо экваториальная тропосфе-

ра разогревается, увеличиваются разности температур между экватором и полюсами. Это приводит к усилению западных ветров и увеличению **момента импульса атмосферы** (произведение момента инерции на угловую скорость вращения атмосферы). Тогда скорость вращения Земли замедляется, поскольку момент импульса системы атмосфера–Земля сохраняется.

Во время Ла-Нинья аномалии температуры поверхности океана вдоль большей части экватора отрицательны, скрытого тепла выделяется меньше, и температура экваториальной тропосферы понижается. В результате ослабевает контраст температуры между экватором и полюсами, падает сила западных ветров, момент импульса атмосферы уменьшается, и скорость вращения Земли увеличивается. Так как фазы ЭНЮК повторяются чаще всего через 6, 3.6 и 2.4 года, то в итоге возникает аналогичная **цикличность скорости вращения Земли**.

Резонансы вблизи периода Чандлера и кратных ему гармоник свойственны не только системе Земля–атмосфера–океан но и Солнечной системе в целом, где у многих пла-

нет, Луны и астероидов периоды движения соизмеримы с чандлеровским и шестилетним периодом.

Итак, автоколебания в системе атмосфера–океан–Земля с периодами 2–10 лет вызываются, в конечном счете, неравномерностью разогрева атмосферы солнечной радиацией. Атмосферная циркуляция “включает” систему течений в Мировом океане. Взаимодействие атмосферной циркуляции с движениями воды в океане порождает совместные колебания атмосферы и океана, которые раскачивают Землю. Но поскольку Земля вращается, то неизбежна свободная нутация ее оси. При этом географические полюса Земли совершают круговые движения. Полюсный прилив “подталкивает качели” атмосфера–океан и в нелинейных колебаниях участвует вся система Земля–океан–атмосфера.

Дальнейшие эмпирические и теоретические исследования позволят предвычислять параметры колебаний системы Земля–океан–атмосфера и делать успешные прогнозы возникновения Эль-Ниньо, предупреждая тем самым его тяжелые экологические и социально-экономические последствия.

Алексей Михайлович Исаев

24 октября 1998 г. исполнилось 90 лет со дня рождения Алексея Михайловича Исаева – главного конструктора многочисленных авиационных, ракетных и космических двигателей. А.М. Исаев – один из славной плеяды создателей космической техники, он неотделим от истории нашей страны, от ее космических стартов.

24 октября 1908 г. в семье приват-доцента Петербургского университета Михаила Михайловича Исаева родился сын Алексей. Профессор М.М. Исаев был яркой личностью. Великолепно знал историю права, в совершенстве владел немецким языком, переводил с английского и итальянского. Он был строг, деловит, но доброжелателен. Мать Алексея Михайловича, Маргарита Борисовна, окончила Петербургские «бестужевские» курсы – одно из самых известных и передовых высших женских учебных заведений дореволюционной России. Она уделяла большое внимание воспитанию и обучению своих детей – Алеши, Веры и Бориса.

Атмосфера семьи, наполненная лаской, теплом, заботой друг о друге, оказала благотворное влияние на характер Алеши. Хотя сложности жизни он испытывал уже с детских лет.

После революции, спасая своих детей от голода и холода, Исаевы переехали из Петрограда в городок Мстеру (Владимирская обл.). Голодать там не пришлось – купили корову, завели огород. Детей предстояло учить, а учить было некому и негде. Поэтому родители сами создали школу и преподавали в ней. Однако в Мстере семья долго не задержалась и переехала в Москву.

В 1925 г. Алексей окончил школу и поступил в Горную академию. Начались поиски жизненного пути. В 1927 г. студент Исаев записал: «Расплывчатая медуза, без определенных очертаний, без определенных политических убеждений, профан в области гуманитарных наук и живописи, не имеющий воли – вот я. Чем я живу? Ничем! Чем интересуюсь? Ничем! Я умен? Не знаю. Иногда мне кажется, что я ужасно туп, иногда я думаю, что я гений...». Исаев еще не понимал, что великими не рождаются, а становятся.

Во время производственной практики в Донбассе Алексей спускался в шахты, старательно изучал свою будущую специальность. Однако вскоре он почувствовал, что сделал ошибочный выбор. Всего за два месяца до окончания учебы Исаева исключили из Горной академии за недисциплинированность. Позднее он восстанет в академии и окончит ее, а пока... Исаев уезжает в Магнитогорск на строительство комбината и здесь находит дело по душе. В письме к другу Юрию Биклемишеву (писатель Юрий Крымов) в марте 1931 г. он пишет: «Начинается трудовой день, день с девяти утра и до сна, заполненный Магнитостроем, Магнитостроем... Это грандиозная эпопея, романтика последней степени. Для тебя ясно, конечно, что я одержим этим энтузиазмом. Магнитострой меня многому научит».

Он работал на Магнитострое жадно и азартно, понимая значение завода для страны. Он боготворил Магнитострой, но видел ошибки и просчеты, которые вели к увеличению сроков строительства. В докладной записке Исае-

ва главному строителю Магнитостроя Каттелю намечен перечень первоочередных работ. Но его уважительно поставили на место. И этот покладистый, терпеливый, доброжелательный человек, любящий то дело, которым занимался на Магнитострое, вдруг собирается и уезжает в Москву, где возвращает аванс, полученный перед отъездом. «Сбежал потому, что увидел не тот наш сумасшедший Магнитострой, разгоряченную стройку, – писал А.М. Исаев, – которая так мила моему сердцу, увидел тихое, нудное болото, где люди не крутятся, как белка в колесе, а потихоньку со скучной миной на лицах исполняют свои обязанности. Я не мог вынести этого».

Алексей уезжает на новую грандиозную стройку тех лет – Днепрострой. Стройка захватывает его, – Днепрострой оказался неизмеримо грандиознее Магнитостроя. Но когда жизнь опять становится размеренной, она опять начинает угнетать Исаева. Он вновь в поиске и оказывается в Нижнем Тагиле. Здесь у Исаева интересная проектная работа, его здесь ценят. Разработав проект бетонного завода, Алексей Михайлович пишет: «Когда он будет построен, я могу им гордиться как лучшим, что было мною создано». Но как только жизнь входит в размеренное русло, Исаев начинает искать новое.

В конце января 1934 г. он пишет отцу в письме: «Я прихожу к выводу, что мне на стройке работать нельзя, и если можно, то только на хорошо организованной. Я очень быстро заболел психозом особого рода. Здесь я уже им заболел. Психоз заключается в том, что мне кажется, будто я ответственный за все и все лежит на мне, все вопросы должен разрешить я». Именно тогда будущий конструктор решает посвятить себя авиации. Он добивается того, чтобы его приняли инженером на авиационный завод. Существенную роль в судьбе А.М. Исаева сыграла встреча на том же заводе с Виктором Федорови-



чем Болховитиновым – профессором Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского. Именно в КБ Болховитинова в 1938 г. один из его сотрудников А.Я. Березняк предложил спроектировать ракетный самолет-перехватчик БИ. Самолет получил название по начальным буквам фамилий его авторов: «Страшно вспомнить, как мало тогда я знал и понимал. Сегодня говорят «открыватели», «первопроходцы». А мы в потемках шли и набивали здоровенные шишки. Ни специальной литературы, ни методики, ни положенного эксперимента. Каменный век реактивной авиации...» В эти годы А.М. Исаев начинает заниматься жидкостными ракетными двигателями. Впоследствии это стало делом его жизни.

Началась война. КБ Болховитинова в октябре 1941 г. эвакуировали на Урал под Свердловск. Урал встретил самолетостроителей жестокими морозами. Здесь БИ-1 был подготовлен для летных испытаний. Для этого из НИИ ВВС прислали летчика-испытателя капитана Григория Яковлевича Бахчиванджи.

Летчик с первых же дней начал изучать машину, двигательную установку, управление ракетным самолетом. Он предложил сделать на испытательном стенде подобие кабины с приборами управления, чтобы наземные испытания проводить с участием летчика.

После многочисленных доводок и переделок ЖРД был установлен на самолете. Г.Я. Бахчиванджи рвался в небо, торопил конструкторов, ему не терпелось испытать самолет в полете. 15 мая 1942 г. БИ-1 привезли на аэродром. Разрешен старт. Из реактивного сопла, расположенного в хвостовой части самолета, показалось сначала слабое пламя, затем полыхнул огненный факел длиной 3–4 м. Раздался оглушительный свистящий рев, самолет рванулся с места, стремительно ускоряя разбег. Через 10 с он оторвался от земли, стал резко набирать высоту, а через 30 с скрылся из глаз. Впервые в небо взлетел самолет с ракетным двигателем. Об этом испытательном полете впоследствии скажет Ю.А. Гагарин «Если бы не было 15 мая 1942 г., то не было бы и 12 апреля 1961 г.»

Летчик-испытатель Г.Я. Бахчиванджи совершил на БИ-1 шесть успешных полетов. Седьмой – 27 марта 1943 г., в котором планировалось получить максимально возможную скорость – 800 км/ч, стал для него последним. Тяжело переживал катастрофу А.М. Исаев, один из главных создателей самолета, – конструктор двигательной установки.

После возвращения с Урала летом 1943 г. создали отдел жидкостных ракетных двигателей на авиационном заводе в Химках, его начальником назначили А.М. Исаева. С весны 1944 г. он занимается проектированием ЖРД. В этом же году отдел разрабатывает первый ракетный двигатель многократного включения РД-1 для истребителя-перехватчика БИ.

В 1948 г. конструкторское бюро А.М. Исаева было переведено в специально созданной в 1946 г. головной институт ракетной техники НИИ-88 в подмосковном Калининграде (ныне г. Королёв).

В 1946-48 гг. созданы и испытаны двигатели для военных целей: летаю-

щей модели сверхзвукового самолета, морской торпеды, ракеты «воздух-земля», зенитной ракеты и стартового многозарядного авиационного ускорителя. В эти же годы КБ занималось проектированием однокамерного двигателя тягой 8 тс для зенитной ракеты. Но во время испытаний этого двигателя его камеры сгорания взрывались при запуске или на первых секундах полета. А.М. Исаев предложил новое оригинальное решение – антипульсационную перегородку, названную «крестом»: разделить головку камеры сгорания на несколько меньших перегородок высотой около 100 мм, приваренных к форсуночному днищу камеры. Первые испытания, проведенные в августе–сентябре 1950 г., дали замечательные результаты – высокочастотные колебания давления в камере сгорания пропали. Это стало еще одной принципиальной победой его коллектива. Успешные испытания этого ЖРД открывали широкую дорогу к созданию более мощных двигателей. И такой двигатель был разработан в 1955 г. для первой баллистической ракеты на стойких компонентах топлива Р-11 конструкции С.П. Королёва. Модернизированную боевую ракету Р-11ФМ приняли на вооружение в 1959 г., положив начало применению такого класса ракет на подводных лодках.

Созданные в КБ Исаева по заказам главных конструкторов С.А. Лавочкина и П.Д. Грушина двигатели используются в ряде зенитных, морских и самолетных крылатых ракет. Например, при испытании первой в стране межконтинентальной крылатой ракеты «Бура» в 1958-60 гг. с помощью двух ускорителей с четырехкамерными ЖРД тягой 136 тс, разработанных в КБ Исаева, обеспечивался ее старт.

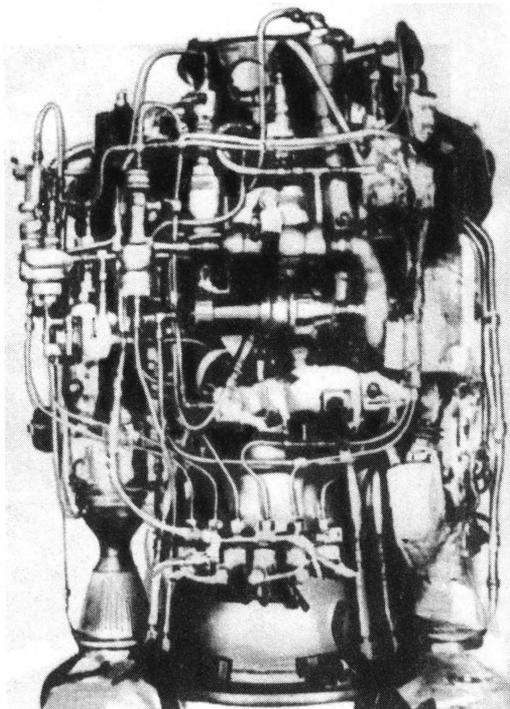
16 января 1959 г. ОКБ-2 выделяется из состава НИИ-88 в самостоятельную организацию под руководством начальника и главного конструктора А.М. Исаева. В этом же году свершилось событие, определившее судьбу Алексея Михайловича и его ОКБ. С.П. Королев предложил ему создать тормозную двигательную установку для пилотируемого корабля «Восток». Задача была очень сложной, ведь двигатель должен был

Ракетный двигатель КРД-417 для осуществления коррекции траектории полета и мягкой посадки на Луну автоматических зондов «Луна-15-24» (1969-76 гг.)

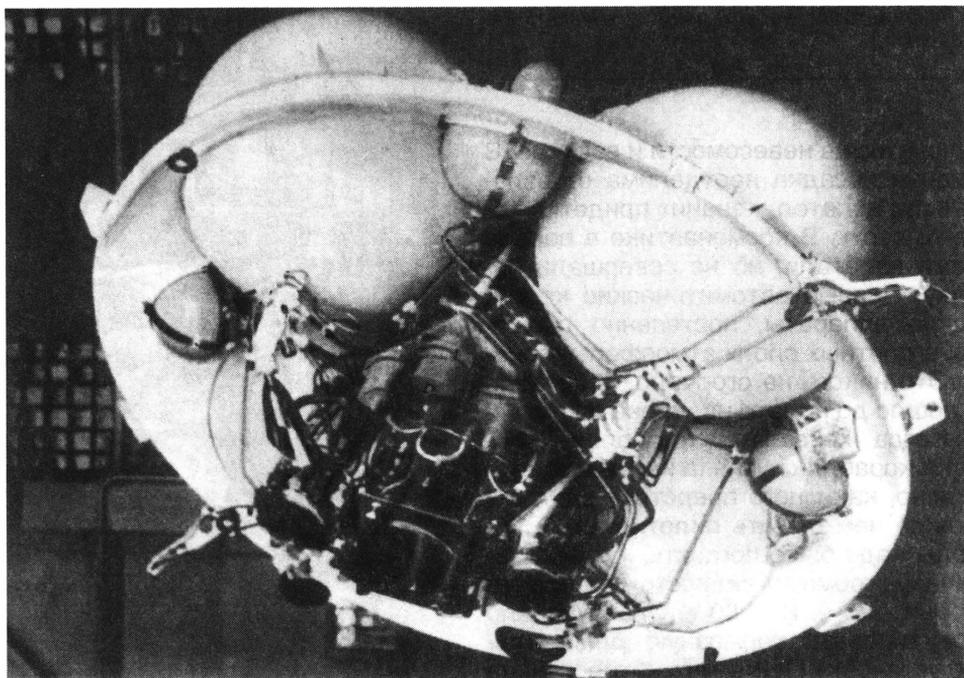
включиться в невесомости и вакууме. В авиации посадка неотделима от взлета: если взлетел – значит придется когда-то сесть. В космонавтике в первое время взлетали, но не совершали посадку. Первые автоматические космические аппараты, постепенно снижаясь, в плотных слоях атмосферы сгорали. Это никого не огорчало, пока дело не дошло до полета человека в космос.

Когда же занялись проблемой посадки корабля-спутника на Землю, стало ясно, как много предстоит сделать. Прежде чем посадить пилотируемый корабль, надо было погасить, хотя бы частично, огромную скорость его полета (28 тыс. км/ч). В 1960 г. ОКБ-2 начало проектировать тормозную двигательную установку (ТДУ), тяга которой была направлена против полета. По сравнению с продолжительностью полета, участок торможения, этот «последний дюйм», выглядел ничтожно малым. Но обеспечить безотказную работу тормозного двигателя было непросто. Ошибка конструктора означала гибель космонавта. Создание ТДУ-1 для корабля «Восток» следует считать, наверное, самым ответственным делом в инженерной биографии А.М. Исаева. И с этой сложной задачей коллектив ОКБ-2 справился блестяще. После приземления Ю.А. Гагарин подарил главному конструктору свою фотографию с надписью: «Коллективу ОКБ с пожеланием больших успехов в создании новых двигателей». А первая женщина-космонавт В.В. Терешкова напишет: «Коллективу ОКБ спасибо за ТДУ – отлично работает!»

С первого космического ЖРД пилотируемых кораблей «Восток» и «Восход» началось совершенствование нового направления двигателестроения. Для космических аппаратов и автома-



А.М. Исаев в рабочем кабинете. 17 июня 1971 г.



Корректирующая тормозная двигательная установка КТДУ-35. Использовалась на космических кораблях «Союз», «Прогресс» и орбитальных станциях «Салют»

тических межпланетных станций «Космос», «Молния», «Зонд», «Луна», «Марс», «Венера», «Прогноз», «Экран» требовались ЖРД и ТДУ различного назначения. В середине 60-х гг. по заказу главного конструктора М.К. Янгеля разрабатывался ЖРД для второй ступени ракеты средней дальности Р-14, а затем и ракеты-носителя «Космос-3М». Маршевый двигатель включался несколько раз в условиях невесомости, имел тягу 16 тс и обладал высокой надежностью – 99,7%.

В 1960-70 гг. в ОКБ-2 был создан ряд корректирующе-тормозных двигателей (КТДУ) для осуществления маневров АМС на межпланетных траекториях полета – КТДУ-5А («Луна-4–14»), КРД-417 («Луна-15–24») и КРД-425А («Марс-2–7», «Венера-9–16» и «Вега-1/2»). Для пилотируемой программы «Н1-Л3» были разработаны ЖРД окололунного модуля и первый в стране кислородно-водородный двигатель РД-56

(1974 г.), не имевший в то время аналогов в мировой практике.

В 1967 г. ОКБ-2 было переименовано в КБ химического машиностроения. С 1971 г. по инициативе А.М. Исаева началась разработка ЖРД малой тяги и двигательных установок для систем управления КА. К настоящему времени создано 11 типов двигателей тягой от 0,6 до 225 кгс на двухкомпонентном самовоспламеняющемся топливе и 8 типов ЖРД от 0,5 до 5 кгс на однокомпонентном топливе. Эти двигатели нашли применение на КА различного назначения – «Союз-ТМ», «Экран», «Ураган», «Прогноз», «Спектр», «Купон» и «Фобос». Они отличаются стабильностью характеристик, экономичностью, быстродействием, многоразовостью включения. Двигатели малой тяги предназначены для точной ориентации, стабилизации и коррекции орбиты космических аппаратов. Работа была проделана огромная, предстояло сделать еще

больше, но организм А.М. Исаева не выдержал перенапряжения. 25 июня 1971 г. Алексея Михайловича не стало. Он похоронен на Новодевичьем кладбище в Москве. Имя его украсило карту Луны – кратер Исаев находится вблизи кратера Циолковский.

В 1991 г. КБ химического машиностроения было присвоено имя выдающегося конструктора, развивается созданная им конструкторская школа двигателестроения. В демонстрационном зале КБ химмаш им. А.М. Исаева представлены его ЖРД – тягой от 0,5 кгс до 136 тс, а также двигатели КТДУ-80, используемые на ПКК «Союз ТМ» и грузовых кораблях «Прогресс М». Маневрирующими двигателями, созданными в КБ химмаш, оснащены базовый блок орбитальной станции «Мир» и все ее модули. Некоторыми из этих ЖРД предполагается оснастить модули российского сегмента Международной космической

станции. Все это стало возможным благодаря гениальным идеям, выдвинутым Алексеем Михайловичем, его самоотверженному труду.

Родина по достоинству оценила труд А.М. Исаева многочисленными наградами. В 1956 г. за создание баллистической ракеты длительного хранения ему присвоено звание Героя Социалистического Труда. В 1958 г. за разработку зенитной ракеты А.М. Исаеву присуждена Ленинская премия. В 1968 г. за создание нового ракетного комплекса ПВО ему присуждена Государственная премия, а первую он получил в 1948 г. за двигатель нового типа У-400-10 для самолетов. А.М. Исаев был награжден четырьмя орденами Ленина, орденом Октябрьской революции и медалями.

К.Н. ВЕЛИЧКО

Мемориальный музей космонавтики

Информация

Странная Сверхновая

25 апреля 1998 г. спутник «ВерроSAX» зарегистрировал всплеск гамма-излучения (GRB 980425) в южном созвездии Тельскопа. Сразу после поступления информации астрономы Европейской Южной Обсерватории в Ла Силья получили оптические изображения этой области неба. Они быстро обнаружили новую сравнительно яркую звезду прямо на спиральном рукаве небольшой галактики. Эта галактика была каталогизирована впервые в 70-х гг. при составлении в ЕЮО «Обзора южного неба» и получила обозначение ESO184-G82. Расстояние до нее около 140 млн св. лет.

Наблюдения нового звездоподобного объекта продолжались по развернутой программе на телескопах обсерватории. В течение нескольких месяцев были получены

снимки в разных цветах и детальные спектры. Наблюдения показали, что обнаруженный объект – сверхновая. Она получила обозначение SN 1998bw.

Взрыв этой сверхновой был исключительно мощным. Необычным было также, что очень сильное радиоизлучение зарегистрировано уже через десять дней после взрыва, в то время как обычно оно появляется лишь через несколько недель. В радиоволнах SN 1998bw оказалась ярчайшей из всех известных сверхновых.

К сожалению, гамма-телескоп спутника способен регистрировать положение гамма-всплесков с точностью не более нескольких градусов. Однако крайне маловероятно, чтобы два столь редких явления, как гамма-всплеск и сверхновая, случившиеся в одном участке неба, не были связаны между собой. (В наблюдаемой части Вселенной взрывы сверхновых происходят один раз в секунду, а гамма-всплески – один раз в день.) К тому же SN 1998bw – очень необычная сверхновая. (С ней схожа другая пекулярная Сверхновая, SN 1997ef, но

она не сопровождалась гамма-всплеском.)

Последние исследования телескопов показывают, что сверхновая действительно способна породить поток гамма-лучей. Один из рассматриваемых в расчетах вариантов: сферически симметричный взрыв очень массивной звезды, при котором выброшенное при взрыве вещество массой около 10 M_{\odot} получает около 30×10^{51} эрг кинетической энергии (в 30 раз больше, чем при взрыве обычной сверхновой). Сравнение синтетического спектра, вычисленного при такой модели взрыва, с наблюдаемым спектром SN 1998bw показало их хорошее согласие.

Всплеск гамма-излучения от 25 апреля 1998 г. оказался намного слабее, чем некоторые другие гамма-всплески, пришедшие от очень далеких галактик, где их энергия в сотни раз может превышать энергию, выделяющуюся при взрывах сверхновых.

ESO Press Release 15 October 1998
Nature, 1998, 395, 635 15 October 1998

Встреча на высоком уровне: Струве и Лаврье

Сюзанна ДЕБАРБА,
доктор философии
Парижская обсерватория

В 1844 г. молодой человек, 25 лет от роду, появился в Парижской обсерватории. Он поднялся по большой лестнице, чтобы пройти к Франсуа Араго (1786-1853), директору Обсерватории с 1834 г. Именно Араго в 1821 г. произвел сравнение двух эталонов длины: Перуанского туаза, служившего во Франции

основой для определения длины почти 50 лет, и сажени Фортэна из Дерптской обсерватории. В описываемое время эта сажень использовалась при измерениях базисов в большой триангуляционной работе, совершавшейся в то время в России. Именно из России и прибыл молодой человек.

Он был сыном Вильгельма Струве (1793-1864), первого директора Пулковской обсерватории, прославившегося еще во время своей работы в Дерпте. (*В русской литературе – Василий Яковлевич Струве – Ред.*) В. Струве высоко поднял факел практической астрономии в Санкт-Петербурге, сделав Пулковскую обсерваторию “астрономической столицей мира”.

В 1844 г. во время визита своего сына Оттона (1819-1905) в Париж В. Струве уже пять лет возглавлял Пулковскую обсерваторию. Он все еще занимался измерением дуги меридиана, начатым в 1814 г. Тридцатью годами позднее будут завершены измерения той части дуги меридиана, которая соединит



Большая лестница Парижской обсерватории, по которой поднимались и Василий Яковлевич Струве, и его сын Отто Васильевич, чтобы нанести визит директору обсерватории Франсуа Араго, проживавшему в здании обсерватории

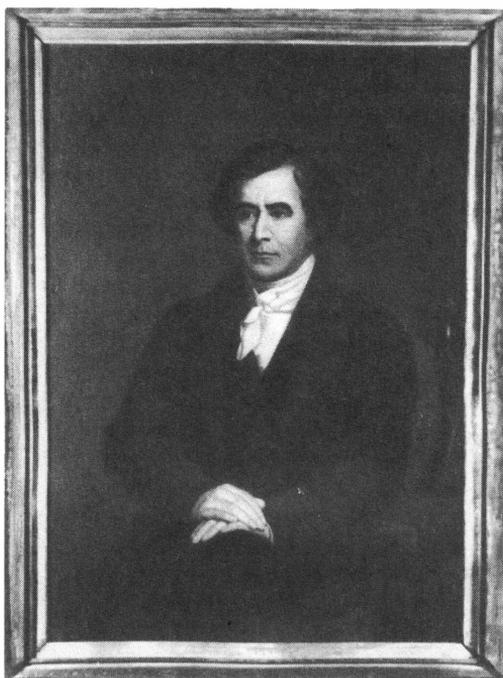
Портрет Франсуа Араго, принявшего Отто Струве в Парижской обсерватории в 1844 г.

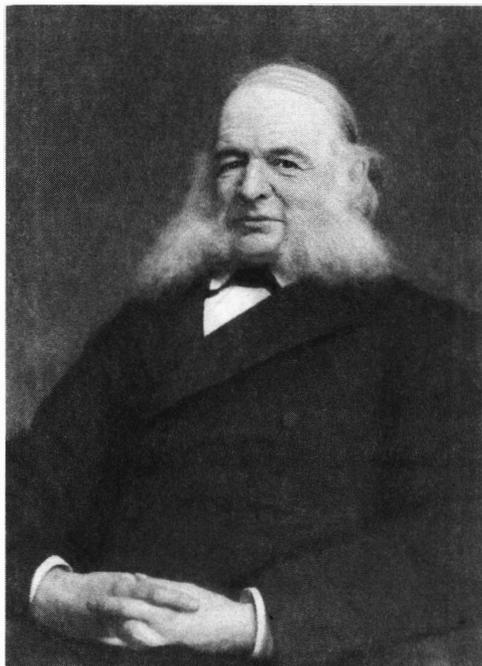
Днестр на юге и Торнео на севере. Северная часть меридиана была измерена столетием раньше французской экспедицией. Возглавлявший ее академик Пьер Луи Моро де Мопертюи (1698-1759) был назван Вольтером "великим сплющивателем".

Необходимо было работать еще до 1859 г., чтобы завершить труд по измерению дуги длиной более 25° от "Моря Ледовитого" до Дуная, что на 2° длиннее, чем предполагалось по проекту, составленному в 1737 г. Жозефом-Николя Делилем (1688-1768). Этот французский астроном, приглашенный в Россию Петром Великим, а затем и Екатериной I, и пребывавший там с 1726 по 1747 г., наметил дугу так, чтобы она прошла через обсерваторию в Санкт-Петербурге, которую он замыслил основать. *"Идея выполнения измерения дуги меридиана в восточных областях России принадлежит еще первой половине прошлого века"*. Эта идея, несомненно, принадлежит XVIII в., однако только в XIX столетии она обрела через Вильгельма Струве плоть и кровь и была реализована.

Проект был честолюбивым. Речь шла не только об измерении дуги, расположенной в значительной степени на средней долготе Европейского материка, но и о поэтапной геодезической связи восточной части Европы с Азиатским материком. На западе Франция и Великобритания связаны друг с другом многочисленными геодезическими связями между обсерваториями в Гринвиче и Париже. Последняя операция, проведенная Н.М. Ordnance Survey (Его Величества Геодезической службой Великобритании) и французскими астрономами на обоих берегах Ламанша, завершилась в 1787 г. По случаю введения в практику метрической системы мер

Портрет академика Василия Яковлевича Струве, написанный художником Йенсенем (1841-42 гг.)





Портрет академика Отто Васильевича Струве кисти художника И.Н. Крамского (1887 г.)

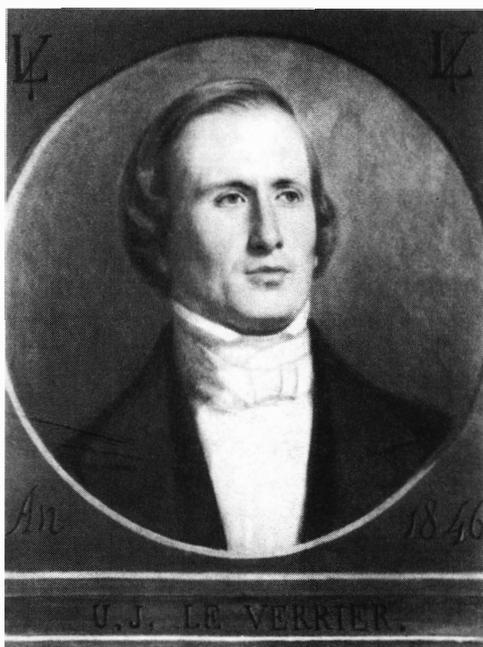
тем Араго и Жан-Батист Био (1774-1862) продолжили ее в 1806 г. до Балеарских островов. Такие дуги, как в Англии и Испании, дуга в Индии, измеренная полковником Джорджем Эверестом (1790-1866), и дуга Струве должны быть связаны триангуляционными сетями, выполненными вдоль параллелей на широтах 45° , $47,5^\circ$ и 52° от Атлантики до Урала, сохраняя сетку географических координат и европейское нивелирование.

Принимая Оттона Струве в Парижской обсерватории, Араго показал ему рукописи Делиля, касавшиеся его многочисленных наблюдений, выполненных в России, в том числе сделанные во время путешествия по Сибири. Араго обещал предоставить эти документы во временное пользование для сравнения с документами, хранившимися в Санкт-Петербурге. Вильгельм, посетивший в 1830 г. Париж, такой информации не получил. В письме к Лавуазье от 1847 г. он писал: *“Сейчас прошло уже 17 лет с тех пор, как я впервые был в Париже, однако, при обстоятельствах чрезвычайно неблагоприятных для какой-нибудь научной цели, так как я прибыл в самый день знаменитых июльских указов”*. Вильгельм добавляет: *“Ведь Париж для меня почти “Terra incognita”*. Конечно, стоило бы потрудиться, чтобы познакомиться с самым замечательным городом континента. Но для меня это означает войти в более непосредственные, личные контакты с научными знаменитостями, которых объединяет столица Франции”.

Визит в Париж обусловлен был тем, что за эти 17 лет Урбен Жан-Жозеф Лавуазье (1811-77) стал известен благодаря своему предсказанию положения светила, возмущающего движение Ура-

Портрет Урбена Жана Жозефа Лавуазье, написанный художником Давердуэном в 1846 г., в году открытия Нептуна

Жан-Батист Деламбр (1749-1822) и Пьер-Андрэ Мешэн (1744-1804) провели новую триангуляцию во Франции для измерения дуги меридиана от Дюнкерка до Барселоны в Испании в 1797-99 гг. За-

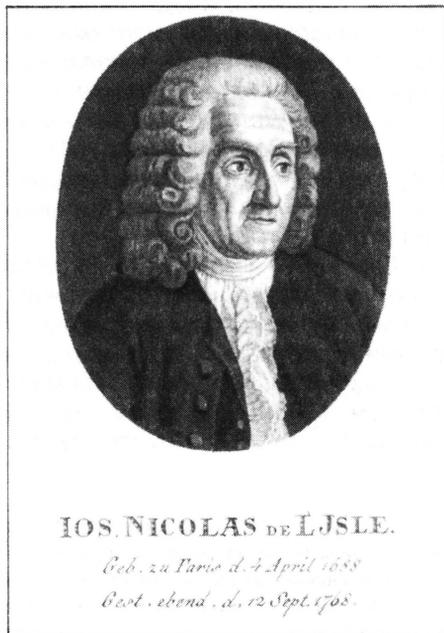


на, о существовании аномалии в котором сообщал в 1821 г. Алексис Бувар (1767-1843). Это светило было открыто Иоганном-Готтфридом Галле (1812-1910) и Генрихом-Луи д'Аррестом (1822-75) в Берлине 23 сентября 1846 г. Лаверье многих известил о своем предсказании, и среди других – Генриха-Христиана Шумахера (1780-1850), который ему тогда ответил: *“Мне кажется, что эти изыскания более всего приличествуют г-ну Струве, располагающему самым совершенным телескопом, который только могли изготовить мюнхенские мастерские. У него свободное отверстие в 14 дюймов и фокусное расстояние в 22 фута”*. Лаверье действительно послал информацию Струве, но почта в Санкт-Петербург была не столь скорой, как в Берлин. Поэтому Струвсын писал Лаверье 14 октября 1846 г.: *“Monsieur, мне доставляет исключительное удовольствие представить Вам мои поздравления по случаю Вашего великого открытия. Слава Вам, слава Астрономии, которую Вы обогатили. Я весьма сожалею, что из-за большого расстояния между Парижем и Пулковом я не был первым, чтобы объявить Вам, что Ваш Нептун действительно находится на небе; я был бы очень счастлив оказать Вам эту услугу”*.

Со своей стороны Лаверье написал в ноябре 1846 г. Вильгельму Струве, чтобы поблагодарить его за доклад в Санкт-Петербургской Академии наук. Письмо начиналось так: *“Monsieur и блестящий собрат, высокое восхищение, питаемое мною по отношению к Вашим блестящим и огромным трудам, давно уже побуждает меня желать войти в контакт с Вами”*. Так что в своем письме весной будущего года Струве пишет Лаверье: *“Monsieur и высокочтимый собрат, через несколько дней я уезжаю в Англию, куда я отправляюсь по приглашению моих английских друзей для участия в собрании Британской*

Ассоциации [поощрения наук] в Оксфорде, которое начнется 23 июня. Я льщу себя надеждой встретить Вас в Оксфорде, событие, которое я буду считать [одной из] самых больших удач моего путешествия. Однако, если я Вас там не найду, то я думаю, что решу совершить поездку в Париж”. Именно в этом письме Вильгельм Струве вспоминает о своей первой поездке в Париж в том году, когда Франция переживала одну из своих революций.

Прибыв 21 июня к своему другу Джорджу Бидделу Эйри (1801-92), который в то время был директором Гринвичской обсерватории и Королевским астрономом, Вильгельм Струве так общается об обстоятельствах своего путешествия: *“В Оксфордской обсерватории моим соседом по квартире был г-н Лаверье из Парижа. Он пригласил меня сопровождать его в Париж; т.е. на экскурсию, столь легкую теперь при помощи железных дорог и пароходов. Поистине, я поздравляю себя с двухнедельным пребыванием в столице Франции, так как я обязан ему тесной связью со знаменитым астрономом, которому наука обязана открытием большой заурановой планеты, личным знакомством со славными астрономами, геомет-*



Портрет академика Жозефа Николая Делиля, основателя (в 1726 г.) Академической астрономической обсерватории в Санкт-Петербурге

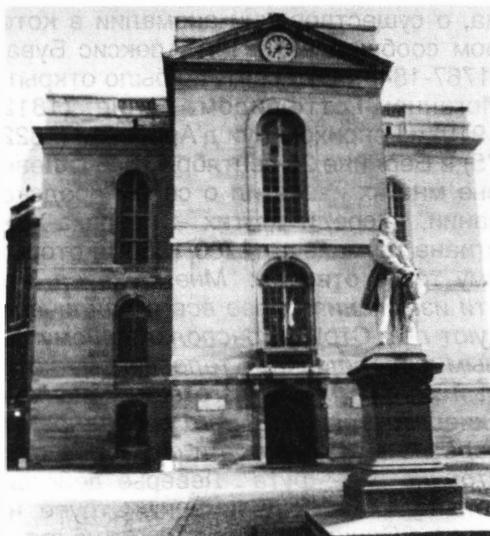
Северный двор Парижской обсерватории. На переднем плане памятник Лавуазье, на открытии которого присутствовал и выступал с речью Отто Струве

рами и физиками Парижа, подлинным старейшиной которых является г-н Био, наконец, приобретение рукописей Жозефа Делиля, содержащих наблюдения, сделанные им самим или под его руководством, будь то в Санкт-Петербургской обсерватории с 1726 по 1747 год, будь то во время его многочисленных географических экспедиций по России”.

Вильгельм Струве проживал у Лавуазье, в доме 5 по улице Сен-Томас-д’Анфер*. Ученый пришел в Обсерваторию, чтобы познакомиться с Араго. Он уточняет: “Во время первого визита, нанесенного мною в Обсерваторию, г-н Араго встретил меня приятным известием о том, что по его предложению Бюро долгот согласилось передать рукописи Делиля нашей Академии для любого использования в научных целях на неопределенный срок. Я смог принять этот важный и бескорыстный дар лишь с выражениями благодарности от имени нашей Академии, которая, таким образом, окажется владеющей ценными историческими документами, относящимися к времени ее основания. На другой день г-н Мовэ вручил мне 16 томов рукописей Делиля, из коих 7 in folio, а 9 – in quarto”. Возвратившись в Россию в августе 1847 г., Вильгельм Струве получит рукописи в Пулкове, начиная с осени этого же года.

В Гринвиче, а затем и в Оксфорде Вильгельм Струве имел возможность встретиться с некоторыми британскими учеными по случаю съезда Британской Ассоциации поощрения наук: Джеймсом Челлисом (1803-82), Джоном Гершелем (1792-1871), Джоном Коучем Адамсом

* Улица Святого Фомы Адского, которая в то время выходила на запад, была загорожена с этой стороны строениями, ограждающими теперь Бульвар Святого Михаила. Однако, этот дом все еще существует под другим номером и на улице, которая в наши дни называется Рю Мальбранш.



(1819-92), неудачливым соперником Лавуазье, Дэвидом Брюстером (1781-1868), Михаилом Фарадеем (1791-1867), Вильямом Ласселем (1799-1880), первооткрывателем (10 октября 1846 г.) спутника Нептуна, названного Нереедой. В Париже, где он провел две недели, Струве не проживал в Обсерватории, поскольку Лавуазье еще не был директором. Однако, кроме визита к Араго и встреч с учеными столицы, у него были плодотворные дискуссии, которые вдохновят Лавуазье, когда он займется реорганизацией Парижской обсерватории несколькими годами позднее.

Связи между Лавуазье и Вильгельмом Струве еще более укрепятся и станут еще теснее благодаря его сыну Оттону, который только на восемь лет моложе Лавуазье и будет часто посещать Парижскую Обсерваторию. Именно он станет председателем Международной конференции по учреждению метра в 1875 г. во время директорства Лавуазье. Он также будет председательствовать вместе с адмиралом Мушэ (1821-1892), который лишь на два года моложе его, на Астрофотографическом конгрессе в 1887 г., который дал начало международному предприятию Carte du Ciel (Карта неба). Он приедет также в 1889 г., возможно, чтобы увидеть совсем новую Эйфелеву башню, однако, несомненно, прежде всего, по случаю открытия статуи Лавуазье, которая с тех пор находит-



ся во дворе Обсерватории, дворе, который видел приезд его отца, Вильгельма Струве сорока пятью годами ранее.

Дань уважения, отданная здесь Вильгельму Струве, опирается на работы на французском языке, которые в свое время дошли от Петербурга до Парижа на этом языке даже прежде, чем были переведены на русский и/или немецкий языки. Она опирается также на документы и архивы, сохраняющиеся в Библиотеке Парижской обсерватории. Это собрание хранит свидетельство плодов встречи на высоком уровне: Парижская обсерватория, которой в 1847 г. исполнилось 150 лет, соединила двух людей, оставивших глубокий след в астрономии их времени. И нет сомнения в том, что неслучайно портрет Леверье, написанный его другом детства Давердуэном, теперь украшает Пулковскую

обсерваторию. А Парижская обсерватория хранит проект потолка, на котором можно узнать часть зданий, в которых сейчас проходят торжества по случаю юбилея Вильгельма Струве.

*Перевод с французского
В.К. АБАЛАКИНА*

Информация

Магнетар – источник гамма-вспышки

В июне 1998 г. космическая гамма-обсерватория им. Комптона зафиксировала серию из 50 вспышек от объекта SGR 1900 + 14 в созвездии Орла – источника повторяющегося мягкого гамма-излучения (SGR – soft gamma repeater). Рентгеновский спутник RXTE, направленный на этот объект, обнаружил слабый пульсирующий рентгеновский источник с периодом 5,16 с. Выяснилось, что еще в апреле спутник ASCA зарегистрировал здесь переменное рентгеновское излучение.

Прежде чем ученые объявили о своих результатах, волна гамма-лучей, испущенная при новой вспышке SGR 1900 + 14, вошла в земную атмосферу 27 августа 1998 г. Волна ионизовала атомы верхней атмосферы до уровня, обычно достигаемого только в дневное время. Чрезвычайно редко случается, чтобы событие, произошедшее вне Солнечной системы, произвело столь хорошо измеримый эффект на Земле. К верхнему пределу измерения подошли приборы всех спутников на орбитах вокруг Земли или в Солнечной системе, имеющих детекторы жесткого излучения. (Для человека это событие опасности не представляло.)

Исследования показали, что объект SGR 1900 + 14 находится в 20000 св. лет от Солнца и у него очень сильное магнитное поле, в

800 триллионов раз больше, чем у Земли, и в 100 раз более сильное, чем у любого другого известного объекта. (Магнитное поле Земли – около 1 гаусса.) Существование подобных магнитных звезд было предсказано в 1992 г. Они получили название «магнетары». Вспышка от 27 августа значительно помогла астрономам понять природу этих самых необычных звезд Вселенной.

Магнетары – нейтронные звезды, обладающие аномально сильным магнитным полем. Как полагают ученые, всплески гамма-излучения происходят при «звездотрясениях» – разломах жесткой коры (внешней оболочки магнетара). При столь мощной вспышке вся «поверхность» звезды могла быть разломана на кусочки.

NASA News Release 98-172

Путь к «Бурану»

15 ноября 1988 г. вышел на орбиту космический корабль многоцветного использования «Буран». Что предшествовало историческому полету? В 1980-е гг. режим секретности не позволял раскрыть борьбу идей и интересов. Сейчас этот запрет не существует, и многие начали рассказывать о былом. К сожалению, с анализом событий активно выступают зачастую те, кто не имел никакого отношения ни к ракетно-космической технике, ни к

советской многоцветной космической системе «Рубин».

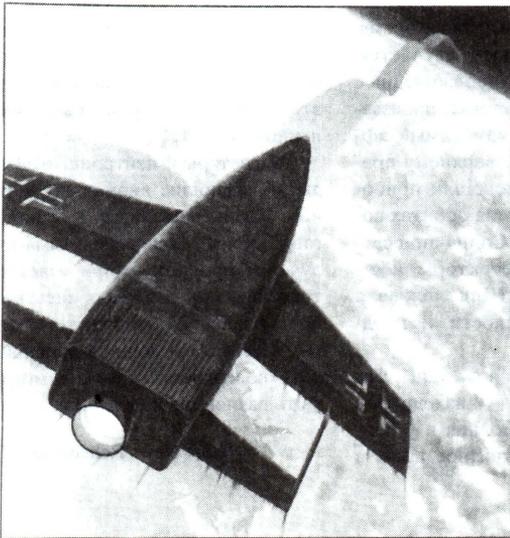
Автор данной статьи был ответственным исполнителем в головном Научно-исследовательском институте Министерства обороны СССР, лично участвовал в разработке тактико-технических требований и технического задания для промышленности, в подготовке предложений в Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о создании системы такого типа.

ИСТОРИЯ МНОГОЦВЕТНЫХ КОРАБЛЕЙ

В 1921 г. на Московской губернской конференции изобретателей **Ф.А. Цандер** (1887-1933) представил проект крылатого двухступенчатого межпланетного аэроплана. Затем он выступил с серией

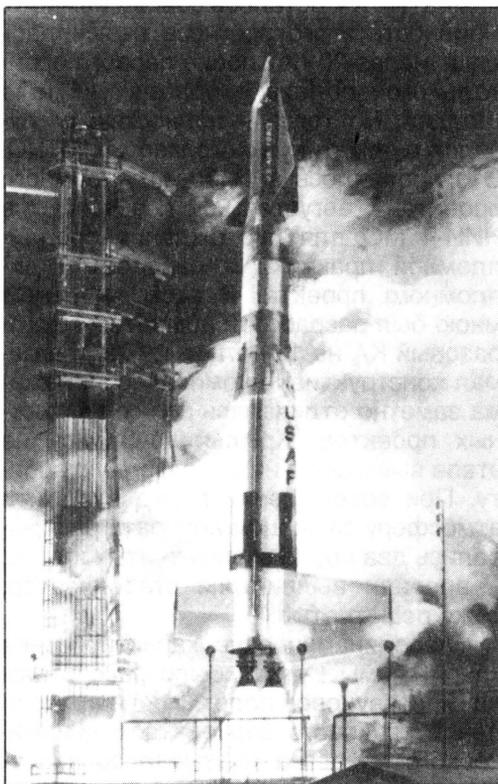
докладов на эту тему, особенно много их было в 1924 г. Тогда же он опубликовал статью «Перелеты на другие планеты» (журнал «Техника и жизнь», 1924, № 13). Ф.А. Цандер доказывал преимущество своей идеи по сравнению с предложениями К.Э. Циолковского и Г. Оберта: «Для полета в высшие слои атмосферы, а также для спуска на планеты, обладающие атмосферой, будет выгодно применять аэроплан, как конструкцию, поддерживающую межпланетный корабль в атмосфере.

...Двигатель должен приводить в движение пропеллеры... «Но в другом месте он же сам себя опровергает: «...аэроплан в межпланетном пространстве делается излишним...» Действительно, зачем на Марс или Венеру везти крылья? Проект космического корабля-биплана с пропеллерами сегодня вызывает снисходительную улыбку. Макет одной из конструктивно-компо-



Проект ракетного самолета-бомбардировщика немецкого пионера космонавтики Э. Зенгера (1944 г.). Расчетная дальность полета ракетоплана – 18 тыс. км

Американский проект пилотируемого военно-космического самолета «Дайна Сор», запускаемый ракетой-носителем «Титан-2» (рисунок 1962 г.)



новочных схем Ф.А. Цандера представлен в Калуге на стендах Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского.

Активным пропагандистом крылатых аппаратов был немецкий ученый **Э. Зенгер** (E. Sanger, 1905-64), обобщивший свои идеи в работах «О ракетно-космическом самолете» (1944 г.) и «Предложения о разработке европейского космического корабля» (1964 г.).

После окончания Второй мировой войны появились различные проекты и публикации о многообразных транспортно-космических системах (МТКС). Например, в 1954 г. в журнале «Colliers» были помещены статьи (**В. фон Брауна и Райана**) с популяризацией идеи МТКС. С 1960 г. исследования этой проблемы начались на крупных фирмах, были разработаны многочисленные проекты: «Астроплан» («Aerojet-General»), «Астро» («Douglas»), «Астро-рокет» («Martin»), «Дайна-Сор» («Boeing»)...

От «бумажных проектов» в США был сделан шаг к исследованиям. Фирма «North American Aviation» создала экспериментальный сверхзвуковой ракетный самолет **X-15**. Три таких аппарата пилотировались летчиками-испытателями, совершившими за 10 лет 199 полетов.

Первый полет X-15 состоялся 8 июня 1959 г. Подвешенный под фюзеляжем реактивного стратегического бомбардировщика В-52 самолет X-15 поднимался на высоту около 10 км. Отцепившись от носителя, X-15 с помощью бортового жидкостного ракетного двигателя летал на высоты, неподвластные обычным самолетам. Были достигнуты максимальные высота 107,328 км (22 августа 1963 г., пилот Дж. Уокер) и скорость 7,297 км/час (3 октября 1967 г., пилот У. Найт).

Фирма «Northrop Corporation» создала для проведения натурных экспериментов по аэродинамике и управляемости

летающие модели – ракетопланы с «несущими корпусами» М-2 (трансзвуковые модификации – F-1, F-2 и F-3) и HL-10 (сверхзвуковая модель). Все они поднимались на самолетах С-47 и В-52, а затем пилоты отрабатывали возвращение ракетопланов (без использования двигателей) и приземление на аэродроме. В 1960-70-е гг. выполнено более 150 полетов.

МОЙ ИНТЕРЕС
К МНОГОРАЗОВЫМ КОРАБЛЯМ

В авиационных журналах 1960-70-х гг. рекламировалась работа над проектами американских авиационно-космических фирм. Это заинтересовало автора статьи, тогда студента Московского авиационного института. Но наибольшее впечатление произвели, конечно, не «бумажные проекты». Поражали результаты полетов на самолете X-15. Они были настолько впечатляющими, что казалось, до широкого применения

крылатых КА осталось совсем немного. Наивность этого прогноза выяснилась лишь через 20 лет после первого орбитального полета корабля «Спейс Шаттл». Но тогда я полностью погрузился в тематику многоразовых МТКС. Это проявилось в выборе дипломного проекта. В августе 1962 г. я прибыл в НИИ-4 МО для прохождения преддипломной практики и разработки дипломного проекта. В этом институте мною был разработан крылатый многоразовый КА на 12 человек. Предлагаемая конструктивно-компоновочная схема заметно отличалась от всех известных проектов. Крылья убирались на этапе выведения на околоземную орбиту. При возвращении перед входом в атмосферу за торцом аппарата раскрывались два круглых решетчатых крыла, а впереди выдвигался стабилизатор, тоже решетчатый.

Аэродинамические характеристики такой схемы («утка») были рассчитаны на гиперзвуковой полет. После прохождения звукового барьера аэродинамического качества оказывалось недостаточно для управляемого захода на посадочную полосу. Поэтому еще одно решетчатое крыло поднималось над фюзеляжем надобием лестницы, а посадка осуществлялась на выпускаемые колесные шасси.

Моими консультантами по аэродинамике и расчетам решетчатых крыльев были начальник лаборатории подполковник Л.Н. Кравченко (НИИ-4 МО), капитан 1-го ранга В.Ф. Шушпанов (Военно-воздушная инженерная академия им. Н.Е. Жуковского) и член-корреспондент АН СССР Г.Г. Черный (директор НИИ механики МГУ).

После успешной защиты дипломного проекта, меня направили в только что организованную лабораторию пилотируемых космических аппаратов, в отдел полковника П.В. Лыженкова. Некоторое время я еще разрабатывал свой вариант, опубликовал научный отчет.

По теме «Эпоха» мы разрабатывали разные типы пилотируемых кораблей. Для детальной разведки была предложена орбитальная пилотируемая станция (ОПС) «Алмаз», впоследствии получившая название «Салют-2, -3 и -5». То-

гда же возникла проблема транспортно-технического обеспечения ОПС. Рассматривались варианты орбитального самолета «Спираль», атомного ракетоплана «Беркут» и другие крылатые МТКС. Но для смены экипажей и доставки грузов вне конкуренции оказались одноразовые транспортные корабли, созданные на базе королевского «7К-ОК» (получили впоследствии названия «Союз» и «Прогресс»). Это было подтверждено решениями Военно-промышленной комиссии и правительственными постановлениями. По этой тематике мною была защищена 27 марта 1968 г. кандидатская диссертация. К сожалению, разработка МТКС требовала много времени и средств, поэтому она была отложена и продолжалась в инициативном порядке.

АМЕРИКАНСКИЙ «СПЕЙС ШАТТЛ»

Президент США Р. Никсон принял 5 января 1972 г. решение о начале работ по созданию корабля «Спейс Шаттл». Первоначально по требованиям NASA многоразовая космическая система рассчитывалась на запуск полезной нагрузки 10–15 т, размещаемой в грузовом отсеке орбитальной ступени. Но Пентагон настоял на увеличении груза при выводе на орбиту (до 30 т) и при возвращении (около 15 т). Габариты грузового отсека были выбраны исходя из возможности размещения и возвращения в нем советской станции «Алмаз».

Таким образом, подробный анализ американских материалов выявил несколько групп задач целевого назначения МТКС:

- 1) транспортно-техническое обеспечение космических систем (запуск космических аппаратов, техническое обслуживание и ремонт КА на орбите, возвращение их на Землю);
- 2) проведение экспериментов с новым оружием;
- 3) снятие советских станций с орбиты;
- 4) использование крылатой орбитальной ступени с широкими возможностями аэродинамического маневрирования в атмосфере и функциями бомбардировщика (в грузовом отсеке можно раз-

местить до 30 ядерных управляемых боеголовок).

В то время для СССР Соединенные Штаты были вероятным противником, поэтому требовались адекватные защитные меры. Каждой новой зарубежной разработке создавался отечественный противовес. Поэтому возник новый виток исследований по МТКС. То что было нами ранее накоплено, пригодилось.

КОНКУРЕНЦИЯ МЕЖДУ РВСН И ВВС

В нашей стране усилилась работа по созданию паритетного проекта. Между его разработчиками – Ракетными войсками стратегического назначения и Военно-воздушными силами – возникла острая конкуренция. «Летчики» предлагали первую ступень сделать самолетной, а на нее установить одноразовую ракету, запускающую в космос орбитальный самолет. Такую систему назвали воздушно-космическим самолетом (ВКС). Данный проект предлагали НИИ-30 ВВС и конструкторское бюро А.И. Микояна. Недостаток проекта заключался в малом весе выводимого груза, поэтому верхний самолет «Спираль» получался маленьким и был рассчитан на одного человека. Он был меньше, чем французский космический аппарат «Гермес».

ЦНИИ-50 Военно-космических сил вместе с ЦНИИмаш и НПО «Энергия» предлагал вариант, не уступающий американскому «Спейс Шаттлу». Как ответственный исполнитель темы, я его назвал МТКС «Рубин». Такой позывной был у космонавта В.М. Комарова, вместе с которым мы работали по теме «Эпоха». В память о нем и назвали систему.

Однако затянущаяся борьба между соперничающими сторонами не позволяла принять окончательное решение о создании МТКС. Прошло 3 года после утверждения американского проекта, прежде чем было выпущено соответствующее правительственное постановление, инициатором которого был автор статьи.

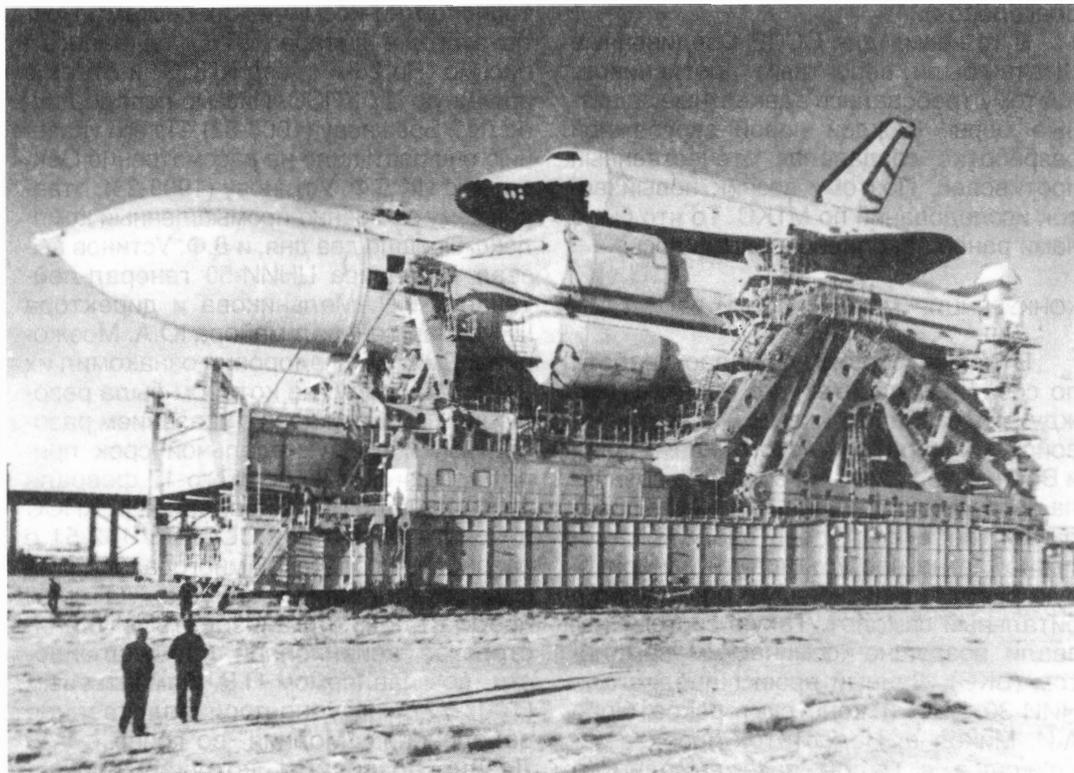
На основе выполненных разработок мной была успешно защищена 26 декабря 1975 г. докторская диссертация на тему «Исследование и разработка ос-

новных вопросов теории оптимизации транспортно-космических систем». После этого, в январе 1976 г. я написал письмо «На 25-й съезд КПСС» и отнес в приемную ЦК КПСС. Письмо попало лично Л.И. Брежневу (1906-82). По его указанию оно поступило на рассмотрение Секретарю ЦК Д.Ф. Устинову (1908-84), отвечавшему за Военно-промышленный комплекс. Прошло два дня, и Д.Ф. Устинов вызвал командира ЦНИИ-50 генерал-лейтенанта Г.П. Мельникова и директора ЦНИИмаш генерал-майора Ю.А. Мозжорина. Дмитрий Федорович ознакомил их с моим письмом, на котором была резолюция Л.И. Брежнева с указанием разобратся и в двухнедельный срок принять решение. После этого 17 февраля 1976 г. вышло Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 132-51 о разработке советской многоцветной космической системы «Рубин». В нем предлагалось организовать в Министерстве авиационной промышленности, возглавляемом П.В. Дементьевым (1907-77), Научно-производственное объединение «Молния» во главе с **Г.Е. Лозино-Лозинским**, которому поручалось разработать орбитальную ступень самолетной схемы. Головная роль в разработке ракеты-носителя и МКС в целом была поручена НПО «Энергия».

СОЗДАНИЕ МНОГОРАЗОВОЙ СИСТЕМЫ «РУБИН»

Космическая система «Рубин» предназначалась для запуска космических объектов на заданные орбиты, увеличивался срок их активного существования, повышалась их эффективность, надежность и безопасность эксплуатации. Система состояла из средств выведения и наземных комплексов. В качестве летательных аппаратов, являющихся базовым элементом любой ракетно-космической системы, могли использоваться одноразовые или многоцветные транспортно-космические корабли (МТКК).

В первом случае такая система представляла объединение одноразовых ракет-носителей и транспортных КА. Для обслуживания долговременных орбитальных станций «Салют» и «Мир» в СССР



Транспортировка ракеты-носителя «Энергия» с кораблем «Буран» на стартовую площадку космодрома Байконур (май 1988 г.)

был создан комплекс одноразовых грузо-пассажирских («Союз», «Союз Т» и «Союз ТМ») и грузовых кораблей («Прогресс», «Прогресс М» и УТКС), а также возвращаемых грузовых капсул. В качестве носителей использовались ракеты «Союз» и «Протон» (для УТКС). Для эксплуатации единственной американской орбитальной станции «Скайлэб» запускались 3 корабля «Аполлон» с экипажами.

Рассмотрим второй случай многоразовых аппаратов. Например, МТКК «Спейс Шаттл» состоит из двух твердотопливных блоков одноразовой первой разгонной ступени и многоразовой верхней орбитальной ступени, окислитель и горючее для которой (жидкие кислород и водород) размещаются в топливном баке одноразового применения. Фактически многоразовой является лишь часть МТКК – орбитальная ступень, изготовленная в 5 экземплярах со своим именем каждая: «Колумбия» (первый полет – 12 апреля 1981 г.), «Челленджер» (4 апреля 1983 г. и пос-

ледний – 28 января 1986 г.), «Дискавери» (30 августа 1984 г.), «Атлантис» (3 октября 1985 г.) и «Индевор» (5 мая 1992 г.). Без этих кораблей невозможно представить современную американскую космонавтику. Только 35 астронавтов США никогда не летали на них, а около 200 человек совершили орбитальные полеты на «Спейс Шаттлах». Несмотря на преимущества кораблей «Спейс Шаттл», у них есть существенный недостаток. При стартовом весе около 2000 т выводится орбитальная ступень массой 110 т с полезной нагрузкой менее 30 т, то есть коэффициент весовой отдачи МТКК менее 1,5%.

Поскольку СССР начал разработку МКС через три года после американцев, было принято решение в советском МТКК объединить универсальную раке-

Посадка корабля «Буран» на аэродром «Юбилейный» после орбитального полета (15 ноября 1988 г.)

ту-носитель «Энергия» и орбитальный корабль «Буран». Это позволяло вместо корабля «Буран» запускать орбитальную станцию массой около 100 т (тогда весовая отдача превышает 4%).

Исходя из методологии системного подхода, при анализе транспортно-космической системы, следует рассматривать не только летательный аппарат, но и систему в целом с учетом многих аспектов ее создания и эксплуатации. При проектировании МКС «Рубин» в ее состав были включены:

1) универсальная ракета-носитель «Энергия», состоящая из первой ступени с четырьмя блоками и ЖРД на керосине и жидком кислороде, и второй ступени с ЖРД на водороде и кислороде;

2) крылатый орбитальный корабль «Буран» с грузовым отсеком на 30 т выводимого в космос и 20 т возвращаемого груза;

3) стартовый комплекс;

4) посадочный комплекс;

5) специальный комплекс наземного обслуживания;

6) командно-измерительный комплекс;

7) поисково-спасательный комплекс.

Два последних комплекса включаются функционально, поскольку их средства используются и для других космических систем.

Был изготовлен аналог орбитального корабля «Буран», на котором установили 4 двигателя для взлета. После набора высоты двигатели выключались, и летчики-испытатели проводили посадку без их использования. Этой работой занимались Игорь Волк, Римантас Станкявичус, Анатолий Левченко, Александр Щукин, Иван Бачурин и Алексей Бородай. Они совершили на нем 24 полета. После первых 7-ми пилотируемых, 8-й полет был полностью автоматическим. В результате испытаний, бортовая ЭВМ самолета «обучилась на отлично». Летчики готовились и к космическому полету «Бурана». Выполнено



было также более сотни полетов на летающих лабораториях Ту-154, Ту-134 и МиГ-23. Кроме того, тысячи «полетов» совершены на пилотажно-динамическом стенде-тренажере. Все эти приготовления позволили усовершенствовать аппаратуру и программы для ЭВМ. Проведенные испытания позволили совершить первый космический полет «Бурана» в автоматическом режиме, без экипажа на борту.

Не менее важной оказалась поддержка наземного Командно-измерительного комплекса. В Центре управления полетами был построен специальный зал управления. В первом космическом полете «Бурана» участвовало 6 наземных пунктов слежения (в Евпатории, подмосковном Щёлково, Джусалы, Улан-Удэ, Уссурийске и Петропавловске-Камчатском) и 4 плавучих станции на кораблях. Морские суда «Маршал Неделин» и «Космонавт Георгий Добровольский» вышли в Тихий океан между Австралией и Южной Америкой (45,5° ю.ш. и 133,5° з.д.), а в Атлантическом океане дислоцировались «Космонавт Владислав Волков» (5,5° с.ш. и 30,5° з.д.) и «Космонавт Павел Беляев» (16,5° с.ш. и 21,5° з.д.). Для ретрансляции сигналов управления использовались геостационарные связные спутники «Радуга» и «Горизонт», переведенные для этого в новые точки «стояния», а также спутники-ретрансляторы «Космос-1897» и «Молния-1Т».

При создании стартового комплекса переоборудовались стартовые и технические позиции, построенные для лунной пилотируемой программы. На Байконуре было построено две стартовые позиции, хранилища компонентов топлива, технические позиции с монтажно-испытательными корпусами для РН "Энергия" и корабля "Буран". Трудностей пришлось преодолеть много. Например, особые по сложности задачи были решены при создании систем заправки. Свыше 4000 исполнительных агрегатов обеспечивают одновременную заправку 10 топливных баков ракеты-носителя. Напомним, что температура жидкого кислорода – 186°С, а водорода – 255°С. Система автоматизированного управления стартовым комплексом характеризуется сотней тысяч выдаваемых команд и принимаемых сигналов. **15 мая 1987 г.** состоялся первый старт РН "Энергия" с КА "Полюс". Он был успешным, но отделившийся от ракеты-носителя "Полюс" не вышел на орбиту.

Приказ о подготовке к первому запуску корабля "Буран" был издан 1 февраля 1988 г. Вывоз собранного МТКК состоялся 23 мая 1988 г. на транспортировщике-установщике, который толкали четыре тепловоза по двум железнодорожным колеям, разнесенным на 20 м. Общий вес перевозимого сооружения составлял 4500 т. До 10 июня шли напряженные совместные испытания ракеты и стартовых сооружений. Проверялись все механические, гидравлические, электрические, пневматические и информационные структуры и агрегаты. Для устранения обнаруженных неисправностей МТКК вернули в монтажно-испытательный

корпус. Повторно установку РН с орбитальным кораблем назначили на 10 октября, а старт – 29 октября. Но за 51 секунду до старта 29 октября 1988 г. автоматика прервала технологический график подготовки, потому что в блоке азимутального наведения не отошла плата, соединяющая ракету со стартовым сооружением.

Доработка потребовала две недели. Успешный запуск состоялся **15 ноября 1998 г.** в 6 ч 00 мин по московскому времени. Через два витка орбитального полета, в 9 ч 24 мин 42 с корабль "Буран" коснулся посадочной полосы аэродрома "Юбилейный" на Байконуре. Несмотря на то, что космический полет проходил без экипажа, точность автоматической посадки поразила всех. Отклонение оси корабля относительно посадочной полосы после остановки не превысило метра. Для этого потребовалось:

- создать уникальную бортовую систему управления с ЭВМ,
- разработать математическое обеспечение,
- создать наземный комплекс наведения на посадочную полосу,
- научить корабль "Буран" летать,
- организовать управление полетом.

Хотелось бы посвятить данную статью участникам этой эпопеи, да больно грустный у данной истории конец. Многоцветный космический корабль "Буран" совершил всего лишь один испытательный полет...

*Г.А. ПОЛТАВЕЦ, доктор технических наук,
профессор, действительный член
Академии космонавтики
им. К.Э. Циолковского
и Международной академии информатизации*

Тайна Сфинкса

А.В. КУЗЬМИН,
аспирант

За несколько десятков лет до начала реформ Эхнатона в Древнем Египте, по приказу Тутмоса IV (около 1400 г. до н.э.), после тысячелетнего забвения был освобожден из плена песков и восстановлен Великий Сфинкс.

Чем был вызван столь неординарный шаг? Существует ли связь между этим событием и древнеегипетским календарем?

СОЗДАНИЕ СОЛНЕЧНОГО КАЛЕНДАРЯ

Поклонение Солнцу было одной из самых ранних форм религиозного сознания. Это представляется современным людям вполне понятным и естественным. Человек, осознав, какое большое значение для жизни имеет непостижимая сила яркого светила, построил модель этого явления – вообразимое высочайшее божество.

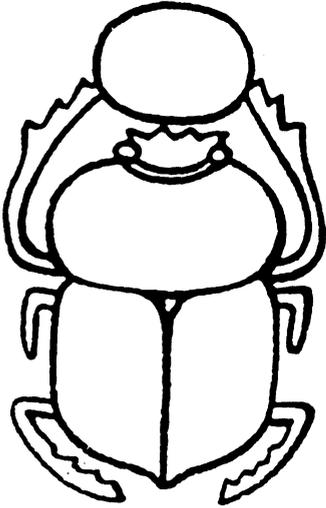
Восприятие Солнца как существа, дарующего жизнь, привело к тому, что люди стали отождествлять его с принципами добра. Так появились персидский Митра, Брахма у индусов, Атон у египтян, позднее – Аполлон у греков. Все древние народы посвящали светилу алтари и храмы.

Наблюдения планет, звезд, закономерностей различных движений на небе оказали глубокое воздействие на религию, философию и науку древности. Персидских магов называли звездочетами, а египетских жрецов

издревле почитали за их умение вычислять пути небесных тел. Руины древних астрономических обсерваторий археологи находят по всему свету. **Археоастрономия** заняла сегодня подающее ей место в сообществе сопредельных наук (Земля и Вселенная, 1997, № 5).

Жрецы различных культов обладали передовыми по тем временам знаниями в области астрономии и были непревзойденными наблюдателями. Культурное наследие древности станет нам более понятным и откроет неразгаданные еще грани, если обратиться к нему в свете реконструкции системы знаний древней науки. Одно из центральных мест в ней по праву принадлежит **астрономии**. Что еще может так объединять ученого современного мира и жреца древности, как приковывающий взгляд удивительный вид звездного неба, непонятные непосвященному движения небесных тел?

Светила, особо выделявшиеся по своей яркости и величине, в представлении древних людей были особенно значимы для жизни. Наиболее яркие и достойные внимания планеты и звезды наделялись божественными именами. Жрецы из поколения в поколение стремились изучить небесные пути обожествленных светил. Изучение их движений было необходимо для создания **календарей**, которые во всех культурах имели религиозную основу. Это способствовало введению в религиозные системы астрономических принципов.



Календарь важен для любой общественной системы, с развитием цивилизации он приобретает все более универсальный характер. С увеличением числа связей между различными регионами Земли единое календарное исчисление и счисление времени суток становилось все более необходимым для рациональной организации общественной деятельности.

Календарь очень мало подвержен изменениям. Одним из важнейших положений клятвы фараона, вступающего на престол, было сохранение календаря в его первоизданном неприкосновенном виде. Любые календарные реформы отражаются в общественном сознании прежде всего как идеологический акт.

Прикасаясь к египетскому научному и культурному наследию, мы сталкиваемся со многими календарными понятиями, среди которых основополагающее – понятие **цикличности**. Второе важное положение касается связи и взаимообусловленности этих явлений. С одной стороны, наблюдались изменения, имеющие чисто земную природу, часть которых периодически повторялась – смены сезонов, ветры, разливы Нила. С другой стороны, велись наблюдения небесные – главным образом, за движением Солнца и гелиакическими восходами многих достаточно ярких звезд, о чем свидетельствует большое число сохранившихся памятников погребальной архитектуры. Можно полагать что путь Солнца на фоне звезд был доста-

точно хорошо изучен или по меньшей мере изучался жрецами Египта. Такие наблюдения приводят к появлению качественных знаний солнечного пути и определению его ключевых точек.

Феномен оживления растительности становится особо важным для человека, когда он сам начинает возделывать растения. Обновление растительного царства как ничто другое вписывается в символику периодического возрождения природы и человека как ее части. Земледелие же символизирует периодичность возрождения. Это область, посредством которой с определенного момента он сам волею-неволей становится активным участником этого процесса.

На рубеже III-го тысячелетия до н.э. в сознании людей широкое распространение получила сельскохозяйственная модель всеобщего природного циклического возрождения, хотя символику периодического возрождения находят еще в доаграрных обществах, в системе солярно-лунарных мифов, начиная с палеолита. Это подтверждается лунарными знаками палеолитического искусства.

Египетские сказания о сотворении мира – это почти всегда сказания о сотворении Солнца. Даже в тех случаях, когда миф не ограничивается описанием только этого события, а рассказывает также о происхождении всей природы, богов и людей, главное место в нем занимает появление Солнца. Впоследствии именно солнечный бог выступает творцом Вселенной в основных космогонических вариантах мифа. В полном соответствии с исключительным положением солнечного божества в мифах о сотворении мира Солнце – главный герой особых солярных сказаний. Борьба Солнца с его вечными врагами – мраком и водной стихией, смена времен года – основная тематика этих легенд.

На рубеже III тысячелетия до н.э. появляется одна из первых (если не самая первая) из достаточно совершенных моделей циклического природного возрождения – **египетский календарь**.

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Главным природным (климатическим) событием в жизни древних египтян был ежегодный **разлив Нила**. Его воды с июля по ноябрь затопляли долину реки, превращая ее в длинное узкое озеро. Уровень воды вблизи Мемфиса повышался на 8 м. В середине ноября река вновь входила в берега и на обновленной плодородной земле начинался сев злаков. Еще через четыре месяца начинался сбор урожая. Примерно с начала марта со стороны Сахары начинал дуть сухой знойный ветер, приносящий с собой тучи песка, высушивающий и выветривающий все живое. И вскоре происходило обновление жизни – вновь разливался Нил.

На протяжении столетий египтяне создали сложную систему орошения, включавшую водохранилища, каналы, плотины, дамбы. Оросительную систему необходимо было вовремя готовить к очередному разливу Нила. Но когда же наступает разлив? Это важно было знать для планирования работ.

Египетские жрецы начали сопоставлять начало разлива Нила с видом звездного неба. Было замечено, что разлив Нила наступает вскоре после летнего солнцестояния и непосредственно перед этим в лучах утренней зари после 70-суточного периода невидимости появляется ярчайшая звезда неба – **Сириус**. Возможно, это совпадение произвело на древних наблюдателей особое впечатление.

Вследствие прецессии координаты звезд непрерывно меняются. Для Сириуса, по данным И.Н. Веселовского, это происходило так:

| Год | Прямое восхождение | Склонение |
|--------------|--------------------------------|-----------|
| 3000 до н.э. | 3 ^h 06 ^m | -22.5° |
| 2000 до н.э. | 3 ^h 50 ^m | -19.4° |
| 1980 н.э. | 6 ^h 44 ^m | -16.7° |



Как видим, угловое расстояние звезды Сотис от небесного экватора уменьшается. Следовательно, меняется ее высота над горизонтом в верхней кульминации, в соответствии с известной формулой:

$$h = 90 - \varphi + \delta,$$

где δ – склонение, φ – географическая широта места наблюдателя.

Географическая широта Мемфиса, находящегося в непосредственной близости к комплексу великих пирамид, равна 30°. В 3000 г. до н.э. в Мемфисе наибольшая высота Сириуса над горизонтом составляла 37.5°, в 2000 г. до н.э. – 40.6°. Соответственно и точка восхода Сириуса перемещалась по направлению к точке восхода Солнца. Благодаря этому уникальному обстоятельству год Сириуса оказывается меньше звездного и величина его очень близка к величине александрийского года – 365.25 дней. В Мемфисе на протяжении 4-6 тысяч лет гелиакический восход Сириуса приходился на 19 июля юлианского календаря.

Даты гелиакического восхода Сириуса

| Широта | 4000 до н.э. | 2400 до н.э. | 800 до н.э. | 800 г.н.э. |
|--------|--------------|--------------|-------------|------------|
| 26° | 13 июля | 14 июля | 15 июля | 17 июля |
| 30° | 19 июля | 19 июля | 19 июля | 21 июля |
| 34° | 25 июля | 24 июля | 23 июля | 24 июля |
| 38° | 1 августа | 29 июля | 28 июля | 28 июля |

Период в 365.25 дней больше тропического, следовательно гелиакические восходы Сириуса не могут постоянно соответствовать времени разлива Нила. По данным Н.И. Идельсона, первый видимый утренний восход Сириуса мог соотноситься с днем летнего солнцестояния так:

| | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| 4000 | 3500 | 3000 | 2500 | 2000 |
| до н.э. |
| -6,6 | -3,2 | 0,4 | 4,2 | 8,2 |

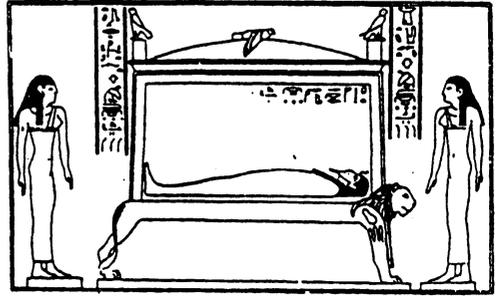
(Здесь отрицательное число дней означает опережение гелиакического восхода Сириуса по отношению к разливу Нила.)

Как видно, гелиакический восход Сириуса реально мог быть предвестником разлива Нила между 4000 г. до н.э. и 3000 г. до н.э. Поздние надписи, сообщающие о гелиакическом восходе Сотис как о предвестнике наводнения, — дань древней традиции. Связь начала года древних египтян в III—II тысячелетии до н.э. с началом разлива Нила стала уже только символической.

Но гелиакический восход Сотис продолжал служить для определения продолжительности египетского года, так как интервал между гелиакическими восходами Сириуса на протяжении многих тысячелетий выдерживался равным 365.25 сут. с точностью до 1—1,5 мин. По данным Теодора Опольцера (1841-1886), год Сириуса на широте Мемфиса был равен в

| | |
|-----------------|---|
| 4236 г. до н.э. | 365 ^d 5 ^h 59 ^m 46 ^s |
| 2776 г. до н.э. | 365 ^d 6 ^h 00 ^m 08 ^s |
| 1318 г. до н.э. | 365 ^d 6 ^h 00 ^m 43 ^s |
| 139 г. н.э. | 365 ^d 6 ^h 01 ^m 29 ^s |

Это происходило благодаря удачному сочетанию положения Сириуса на небе и пункта его наблюдения на Земле. Возможно, это обстоятельство наряду с большой яркостью звезды обусловило особую роль Сириуса в египетской астрономии, которая составляла



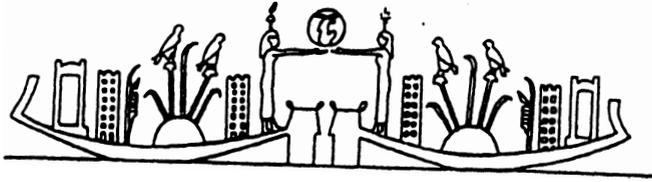
основу комплекса религиозно-культурных традиций. Частью ее был солнечный календарь.

СФИНКС И ОТКРЫТИЕ СОЛНЕЧНОГО ГОДА

Около 2782 г. до н.э. в Древнем Египте начинают возводиться три великие пирамиды и Сфинкс. Великие пирамиды сооружены в течение немногим более одного столетия фараонами IV династии: Хуфу, Хафра, Менкаура. Первая же из известных пирамид — фараона III династии Джосера, появляется примерно на 80 лет раньше. Сфинкс расположен к юго-востоку от великой пирамиды. Лицо его обращено на восток, т.е. на восход Солнца. Сфинкс — лев с человеческой головой, покрытый ритуальным головным убором — клафтом. Высота скульптуры достигает 20 м, длина — 57 м.

По мнению большинства египтологов, Сфинкс был построен в царствование фараона Хафра. Они считают, что у Сфинкса лицо фараона Хафра; другие же думают, что Сфинкс мог появиться раньше. Но, по их же убеждению, в древ-





Солнце переходит с дневной ладьи на ночную

них текстах какие-либо сведения о Сфинксе полностью отсутствуют. Во всяком случае, не сохранилось ни одной надписи времен Древнего царства, где бы он упоминался. Не может ли это означать, во-первых, что его имя было сакрализовано (т.е. его запрещалось упоминать вслух), а во-вторых, не может ли сам Сфинкс представлять некий многогранный символ, иероглиф, значение которого нами еще до конца не разгадано. Пирамидальные формы встречаются в различных древних культурах, Сфинкс же – символ исконно египетский.

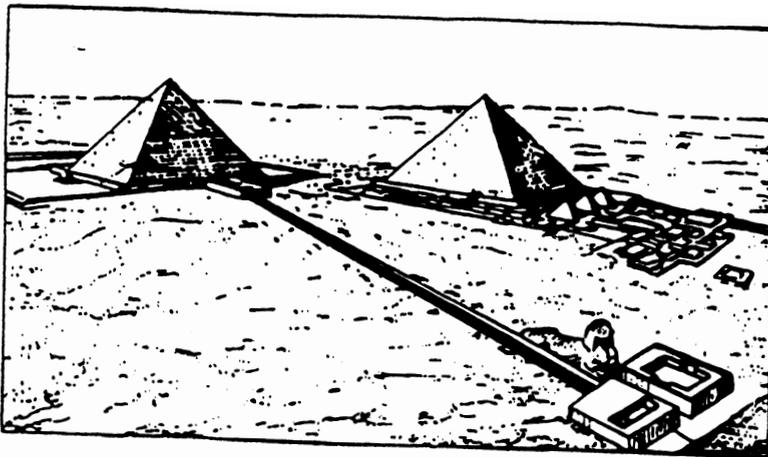
Сфинкс олицетворяет осмысление первого крупного астрономического наблюдения жрецов Древнего Египта – наблюдения гелиакического восхода Сотис, предвещающего начало разлива жизнедающей, священной для египтян реки. Это первое столь значимое культовое сооружение не могло ли стать предтечей грандиозного мемориально-культового строительства, воплощение в камень которого началось через

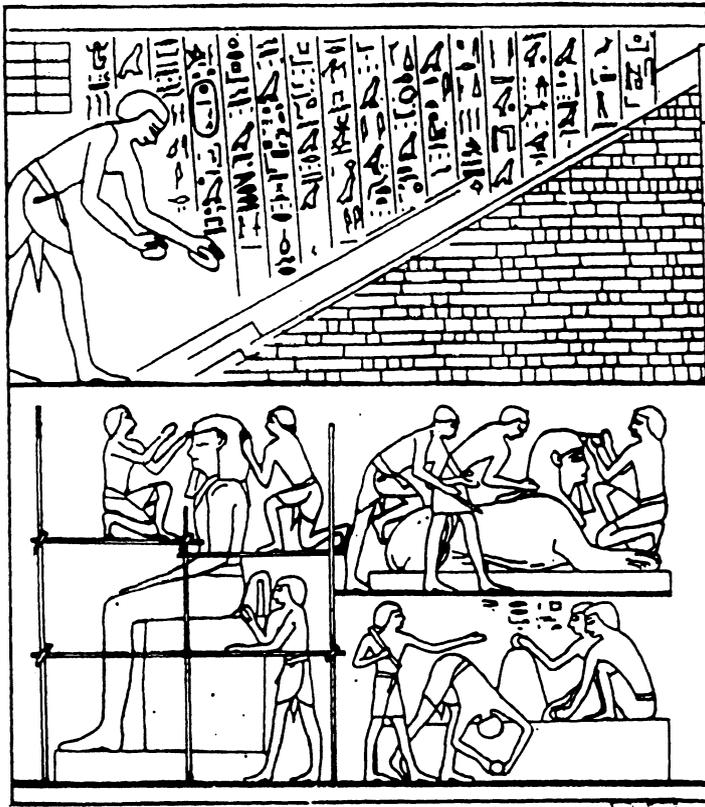
50-80 лет и было успешно осуществлено во время небывалого экономического подъема, именуемого египтологами Древним египетским царством.

Сфинкс может символизировать измерение длительности солнечного года жрецами Египта, а его монументальность демонстрирует, какое значение придавалось этому открытию. Возможно, это свидетельство было оставлено ими в честь первого научного и филологического осознания времени, его цикличности, возможности представления времени через повторяемость небесных явлений.

Следы водной эрозии на поверхности Сфинкса, вероятно, свидетельствуют о ритуальных водоизлияниях, которые проводились в честь нильских разливов, несущих египетской земле плодородие и тем самым дарующих людям жизнь. Не здесь ли исток пасхальной традиции окропления святой водой ритуальной трапезы, которая совершается в церквях в канун Пасхи? Не предвзялось ли начало разлива Нила жреческим ритуалом водного “возлияния на Сфинкса”, цель которого – “моделирование” плодородного и достаточно влажного наступающего сельскохозяйственного сезона?

Поле пирамид в Гизе (реконструкция)



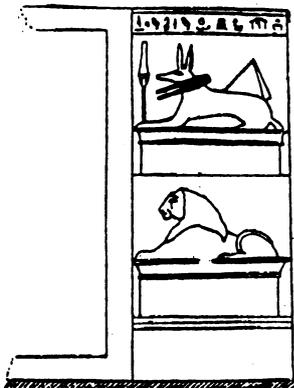


*Платформа для транспортировки материала;
внизу: ваятели за работой*

Считается, что греческое название “Сфинкс” произошло от египетского «шепес анх», означающее “живой образ”. На наш взгляд, больший интерес представляет другое отождествление Сфинкса – египетское, времен Нового царства, когда он обрел свое второе рождение. В то время Сфинкса отождествляли с богом Хармахисом, имя которого означает “Хор в горизонте”. И про-

изошло это, примерно за 40 лет до начала реформ Эхнатона (Земля и Вселенная, 1998, № 5). Восстановление Сфинкса можно трактовать как один из основополагающих элементов серьезной подготовки жречества к проведению религиозной реформы. Время ее совпало с началом царствования Аменхотепа IV, не лучшим в экономическом и политическом плане периодом египетской истории.

Во времена упадков Сфинкс был частично разрушен и занесен песками Сахары. И вот о нем опять вспоминают. Фараон Тутмос IV (ок. 1400 г. до н.э.) освободил его. Вспоминают в канун повторения цикла священной звезды Сотис, в канун возврата календаря к исходно-



Стражи дверей. Роспись на двери из гробницы царицы Тити



му положению. И перед жречеством встает вопрос: сохранить традицию, встретить под защитой священного Сфинкса гелиакический восход Сотис и продолжить вековые традиции календаря с блуждающим началом года, или пересмотреть традиции в свете новых выводов, сделанных на фундаменте многовековых астрономических наблюдений, которые как раз в это время могли вплотную подвести ученых-жрецов к открытию солнечного пути на фоне звезд. Идеологическая религиозная культовая подоплека этого акта вполне понятна, ведь все это происходило в ожидании совпадения трех явлений: небесного – гелиакического восхода Сотис, земных – начала разлива Нила и наступления первого дня календарного года.

Вновь, по прошествии около полутора тысяч лет, по-особому зазвучали слова: “Сотис великая блистает на небе и Нил выходит из источников своих”. Восстановление Сфинкса происходит в преддверии возвращения “блуждающего” начала календаря к исходному положению.

На основании приведенных фактов эпоху создания Сфинкса мы относим к времени осмысления явления предвещения разлива Нила первой утренней видимостью Сириуса. В эту эпоху и мог быть введен календарь, первый день года которого в тот момент совпал с днем первой утренней видимости священной звезды Сотис. Для увековечения этого события и был заложен грандиозный культовый комплекс, центральной фигурой которого должен был стать Сфинкс, на что, в частности, указывает его ориентация относительно стран света. Сфинкс устремил взгляд точно на восток, охраняя место восхода Солнца.

Информация

Сначала потеплеют ночи

Международная группа климатологов, включающая специалистов из России, США, Великобритании, Новой Зеландии и Австралии и возглавляемая Д. Истерлингом из Национального климатологического центра США в Ашвилле (штат Северная Каролина), установила, что за период 1950-1993 гг. средние минимальные температуры на нашей планете возросли в темпе 0,186°C, а мак-

симальные – только на 0,088°C в десятилетие. На этом основании сделан вывод о том, что в ходе глобального потепления за полстолетия ночные температуры росли быстрее, чем дневные. Используются данные 5400 метеостанций на всех континентах Земли.

Желая сделать ряд наблюдений более представительным, Д.Р. Истерлинг исключил из своего исследования 1300 станций, расположенных вблизи крупных городов, образующих своеобразные “теплые острова”. Это изменило конечный результат всего на 10%.

Метеоролог-математик А. Робок из Университета штата Мэриленд в Колледж-Парке подчеркивает, что выводы Д. Истерлинга согласуются с некоторыми компь-

ютерными моделями “парникового” эффекта. Согласно его собственной модели, когда из-за “парниковых” газов климат становится более теплым, атмосфера способна удерживать в себе больше влаги. Эта “излишняя” влага блокирует часть идущего к Земле солнечного излучения и, тем самым, ограничивает размеры “парникового” потепления, – но только в дневное время.

Практические последствия этих процессов разнообразны. Более теплые зимние ночи снижают расходы на отопление и сокращают число заморозков, вредящих урожайности.

Science News, 1997, 152, 38
Science, 1997, 277, 364

Олимпиады Ногинского научного центра

М.Г. ГАВРИЛОВ,
кандидат физико-математических наук

В течение многих лет, хотя и не очень регулярно, под Москвой в Научном центре “Черноголовка” Российской академии наук (ранее – Ногинский научный центр АН СССР) проводятся олимпиады школьников VIII–XI классов по физике, астрономии и математике. Они не входят составной частью в какую-либо систему олимпиад, и в них может принять участие любой школьник.

Большинство участников различных олимпиад связывают свое будущее с наукой, поэтому уже в школьном возрасте хотели бы как можно больше узнать о ней. Главная идея Олимпиад ННЦ – максимально приблизить условия их проведения к настоящей работе научного сотрудника. Это трудно, но все-таки во многом наши олимпиады оказываются ближе к этой цели, чем обычные, проводимые министерствами и органами народного об-

разования. В Олимпиадах ННЦ в гораздо большей степени важно участие, а не победа, тем более, что победители практически не получают никаких льгот.

Задачи Олимпиад ННЦ, как правило, мало формализованные, но довольно сложные. Для решения физических и математических задач не требуется знаний, выходящих за рамки школьной программы, а вот задачи по астрономии рассчитаны на уровень немного выше школьного. В целом их сложность соответствует уровню республиканских олимпиад. Одна (иногда две) из задач по физике для X и XI классов традиционно предлагается на английском (немецком или французском – по желанию участника) языке. В Черноголовке при решении задач можно пользоваться любыми справочниками и школьными учебниками. Естественно, разрешается пользо-

ваться любыми словарями, как и в реальной научной работе.

Часто вместо условий задач участникам предлагается целый рассказ, в котором нужно найти все необходимое, а лишнее отбросить, – опять-таки, как в реальной научной работе.

Другая важная особенность Олимпиад ННЦ – существенно больший процент задач оценочного характера, в которых целью решения должны быть не числа и формулы, а понимание явления. К сожалению, в современной школе значительно больше внимания уделяется вычислениям по готовым формулам с высокой точностью, чем пониманию физики процесса и порядковым оценкам. Увы, такая же тенденция наблюдается и на классических олимпиадах по физике, задачи которых год от года все больше напоминают контрольные работы высокого уровня и

варианты вступительных экзаменов в ВУЗы. Олимпиады ННЦ пропытались исправить этот недостаток. Ведь решение оценочных задач развивает у школьников умение быстро и без громоздких вычислений получать правильное представление о разнообразных явлениях и объектах.

Еще одна отличительная черта Олимпиад ННЦ – “творческий тур”. На нем школьнику дается лишь общее направление исследования и некоторые исходные данные. Участник должен сам уточнить постановку задачи, придумать и обосновать модель, показать возможность пренебрежения какими-либо эффектами или оценить их влияние. Конечно, это дополнительная нагрузка для жюри – работы творческого тура гораздо труднее оценивать, сложнее выявлять победителей.

В 70–80-е гг. в астрономической Олимпиаде соревновались главным образом лишь школьники Черноголовки и соседних городов (включая Москву). Проводилась она за 1-2 дня. В 1990-91 гг. круг участников существенно расширился, а сроки были увеличены до 3-4 дней. В ряде мест (Республика Карелия, г. Новгород, г. Старый Оскол) для формирования команд-участников Олимпиады ННЦ стали организовываться предварительные соревнования, а команды Москвы и Риги формировались из победителей городских астрономических олимпиад.

В 1990 г. своих ребят на

Олимпиаду направили 12 областей Центральной России и Латвия, в ней приняло участие около 90 школьников. В 1991 г. состав участников еще больше расширился – Олимпиада ННЦ стала фактически международной, в ней участвовало более 120 школьников трех государств: России, Латвии и Эстонии. Российские школьники приехали из более чем 20 областей Центральной и Северной России, Латвию представляли 9 человек из Риги, а Эстонию – 6 учеников Таллина и Нарвы.

Затем организовывать олимпиады силами одного научного центра стало существенно сложнее, поэтому после 1991 г. Олимпиады ННЦ такого масштаба долгое время не проводились. Но, может быть, это сыграло и свою положительную роль. Ведь именно успешное проведение олимпиад 1990, и особенно 1991 гг. и невозможность организовать Олимпиаду ННЦ в 1992 г. дало повод ее оргкомитету проявить инициативу для организации астрономических олимпиад более высокого уровня. До 90-х гг. (за исключением нескольких местных и региональных олимпиад по астрономии и олимпиад, включавших астрономию как один из предметов) не существовало единой Российской, Всесоюзной или Международной Астрономической олимпиады, подобной тем, что уже проводились по физике, математике, химии и некоторым другим предметам. Необ-

ходимость в астрономических олимпиадах настоятельно ощущалась.

К концу 1993 г. был подготовлен Учредительный договор о Российской олимпиаде. С инициативой провести в 1994 г. Первую общероссийскую олимпиаду по астрономии выступил Ярославль, ставший местом рождения Российской олимпиады школьников по астрономии и космической физике. С тех пор Российская олимпиада проводится ежегодно (Земля и Вселенная, 1995, № 6; 1996, № 6; 1997, № 6; 1999, № 1).

С 1996 г. проводится Международная астрономическая олимпиада, официально учрежденная международным Астрономическим обществом. Согласно Учредительному положению, она проводится ежегодно осенью (в период с сентября по декабрь) в одном из астрономических центров государств-участников (Земля и Вселенная, 1997, № 3; 1998, № 3).

Олимпиада ННЦ возобновила деятельность в феврале 1998 г., когда под эгидой Администрации Черноголовки, Департамента Московской области по образованию и Подмосковского филиала МГУ была проведена совместная “Первая Московская областная олимпиада – Олимпиада ННЦ по астрономии и космической физике”. В ней приняли участие школьники из 23 городов России, в том числе 17 городов Подмосковья. Задачи этой Олимпиады мы предлагаем Вам в этой публикации.

Задачи I Московской областной олимпиады – олимпиады ННЦ по астрономии и космической физике

VIII–IX классы

1. “В половине шестого утра я вышел от Глеба Лукича и остановился посреди дороги, ожидая, когда глаза привыкнут к темноте. Деревушка по-зимнему еще дремала. В высокому небе охотничьим ножом посверкивал молодой месяц, сквозил, выказывая самые дальние созвездия, Млечный Путь. С зенита иногда срывались и стремглав летели к Земле каленные угольки метеоритов, словно оттуда стреляли из карабина трассирующими пулями” (Юрий Тарыничев, 1989 г.). Найдите астрономические ошибки и неточности у автора.

2. Как далеко в прошлое могли “заглянуть” древние греки, любящая звездным небом?

3. Вы, наверно, слышали, что в последнее время некоторые астрологические фирмы стали “продавать” звезды. По шкалам. Цены весьма невысокие: например, звезды

7^m–9^m могут стоить всего по 100–300 тыс. рублей (в зависимости от спектрального класса и радиуса сферы Шварцшильда). Покупателю выдается специальный “международный certificate”. “Нового русского” тоже заинтересовали звезды, и он решил купить сразу несколько штук: для всей семьи и друзей. И, желая сэкономить, попросил продать ему сразу партию звезд “на общий вес”, как на оптовом рынке. Сторговались на символической цене: 1 коп. за миллион пудов (в рублях 1997 г., т.е. до деноминации).

Сколько приблизительно (по порядку величины) звезд сможет купить этот “новый русский”. Его финансовые возможности оцените самостоятельно. Для справки: масса Солнца составляет 2×10^{30} кг, а 1 пуд – это около 16 кг.

4. Ниже приведена выписка из Астрономического календаря на завтрашнюю дату. Какие из этих планет можно будет наблюдать сегодня невооруженным глазом при ясной погоде: а) на Северном полюсе; б) на Южном полюсе.

| Планета | α | δ | m | d |
|----------|---------------------------------|----------|-------------------|------|
| Меркурий | 20 ^h 33 ^m | –19°09′ | –0,7 ^m | 4,8″ |
| Венера | 19 18 | –15 18 | –4,7 | 47,8 |
| Марс | 22 56 | –07 47 | 1,2 | 4,1 |
| Юпитер | 22 15 | –11 49 | –2,0 | 32,9 |
| Сатурн | 01 03 | 04 12 | 0,7 | 16,7 |
| Уран | 20 48 | –18 29 | 5,9 | 3,4 |
| Нептун | 20 10 | –19 42 | 8,0 | 2,2 |
| Плутон | 16 32 | –09 42 | 13,8 | 0,1 |

Примечание: α – прямое восхождение, δ – склонение, m – видимая звездная величина, d – видимый угловой диаметр.

5. Из вещества Луны в полнолуние сделали миллион одинаковых сферических спутников, оставив их примерно в том же месте, но так, чтобы они не затеняли друг друга. Какова звездная величина получившегося роя? Звездная величина полной Луны в полнолуние равна $m = -12,7^m$.

6. 4 июля 1997 г. американский космический аппарат “Pathfinder” (“Следопыт”) совершил посадку на поверхность Марса. Вскоре небольшой шестиколесный марсоход размером с большую детскую игрушку (его длина – всего лишь 65 см) пополз по Марсу. Специальная программа на “Следопыте” позволила ему самостоятельно выбирать маршрут и скорость передвижения по Марсу.

А если бы он управлялся оператором с Земли? Оцените безопасную скорость такого управляемого с Земли марсохода, если он оснащен телекамерой, которая “видит” только на $l = 100$ м. Расстояние от Земли до Марса во времена Великих противостояний равно $a = 0,38$ а.е., где а.е. – астрономическая единица, равная среднему расстоянию от Земли до Солнца (150 млн км).

X класс

1. Малая планета № 4 (астероид “Веста”) обращается вокруг Солнца по орбите, большая полуось которой равна $a = 2,36$ а.е. Найдите период T ее обращения вокруг Солнца.

2. Каково максимальное угловое расстояние Земли от Солнца при наблюдении

ее из окрестностей Юпитера, радиус орбиты которого составляет $r = 5,2$ а.е.?

3. Оцените абсолютную звездную величину сверхновой, вспыхнувшей в 1987 г. в Большом Магеллановом Облаке, расстояние до которого около 55 кпк. В максимуме блеска сверхновая 1987 А имела видимую звездную величину около 3^m . Насколько яркой была эта звезда по сравнению с другими сверхновыми?

4. Диаметр Плутона составляет 2300 км, расстояние от Солнца (до конца текущего столетия) – 30 а.е., а орбитальная скорость – около 6 км/с. Оцените ширину полосы на поверхности Земли, в которой можно наблюдать покрытие звезды Плутоном, а также (приблизительно – с точностью до порядка) возможную продолжительность этого покрытия.

5. Как известно, с Плутона, расстояние от Солнца до которого составляет сейчас около 30 а.е., видимый угловой размер нашего светила приблизительно равен всего 1 угловой минуте. Достаточно ли освещенности в ясный солнечный день на Плуtone, чтобы читать “Черноголовскую газету”? С чем можно сравнить освещенность в ясный солнечный день на Плуtone?

6. Космический корабль исследует нейтронную звезду. Оцените, на каком примерно расстоянии от нее приливные силы еще не создадут опасности здоровью космонавта? Типичная масса нейтронной звезды $M = 2M_{\odot} = 4 \times 10^{30}$ кг.

XI класс

1. Темп энерговыделения на единицу массы в человеческом теле на несколько порядков выше, чем у Солнца. Почему же мы гораздо холоднее, чем Солнце?

2. Двойная звезда имеет компоненты 2^m и 3^m . Найти суммарную звездную величину этой двойной.

3. Двойная звезда называется затменно-переменной в том случае, когда уменьшение общего блеска системы происходит из-за того, что одна звезда загораживает (“затмевает”) другую. Объясните, почему долгопериодические затменно-переменные звезды наблюдаются реже, чем короткопериодические?

4. Видимая с Земли звездная величина планеты в противостоянии на $\Delta m = 3,43^m$ меньше, чем в соединении. Что это за планета? Ответ подтвердите расчетами.

5. Оцените характерное время прохождения Венеры по диску Солнца. Как она перемещается по дис-

ку при наблюдении из средних широт северного полушария – справа налево или слева направо? Можно считать, что орбиты Земли и Венеры лежат точно в одной плоскости (при этом явление прохождения Венеры по диску Солнца происходит 1 раз в 584 дня). Видимый с Земли угловой диаметр диска Солнца составляет $a = 32'$, а расстояние от Солнца до Венеры – $r = 0,72$ а.е.

6. Несколько лет назад в Солнечной системе открыт новый класс объектов – двойные астероиды. Оцените наибольшее возможное расстояние от 100-км астероида до его спутника – астероида меньшего размера. Характерная плотность вещества астероидов – 2 г/см³, а летают они в среднем на расстояниях порядка 400 млн. км от Солнца, масса которого $M_{\odot} = 2 \times 10^{30}$ кг.

Второй тур

Задание 1.

VIII–XI классы. На немой карте звездного неба, которая примерно со-

| Светило | пр. восх. | склонение | блеск | диаметр |
|------------|---------------------------------|-----------|--------------------|---------|
| Солнце | 21 ^h 36 ^m | –14°14' | –26,8 ^m | 32,5' |
| Луна | 09 05 | 16 14 | –12,7 | 30,1 |
| Меркурий | 20 33 | –19 09 | –0,7 | 4,8" |
| Венера | 19 18 | –15 18 | –4,7 | 47,8 |
| Марс | 22 56 | –07 47 | 1,2 | 4,1 |
| Юпитер | 22 15 | –11 49 | –2,0 | 32,9 |
| Сатурн | 01 03 | 04 12 | 0,7 | 16,7 |
| Уран | 20 48 | –18 29 | 5,9 | 3,4 |
| Нептун | 20 10 | –19 42 | 8,0 | 2,2 |
| Плутон | 16 32 | –09 42 | 13,8 | 0,1 |
| Сириус | 06 43 | –16 36 | –1,5 | – |
| Альдебаран | 04 33 | 16 18 | 0,8 | – |

ответствует нашему небу сегодня в 21^h30^m Московского времени, подпишите все известные Вам созвездия. Какие из объектов, данные о которых (выписка из Астрономического календаря) приведены ниже, можно (и какие – нельзя) будет наблюдать в это время невооруженным глазом при ясной погоде? Нанесите положения видимых объектов на карту.

Задание 2.

VIII–IX классы. Исследуйте вопрос о том, как долго нужно смотреть невооруженным взглядом на звездное небо, чтобы заметить, что оно вращается? Каковы должны быть условия наблюдения? Разрешающая способность человеческого глаза составляет около 1'.

X класс. В свое время для измерения угловых размеров звезд была предложена идея использовать покрытия звезд Луной. Для записи этого события предполагалось использовать самописец (прибор, в котором запись сигнала – по оси Y – происходит при помощи пера на равномерно движущуюся по оси X ленту). Исследуйте возможность проведения таких исследований, оцените их точность. Можете использовать все сведения и числа, которые Вы знаете.

XI класс. За орбитой Нептуна, на гелиоцентрических расстояниях более 30 а.е., находится группа транснептуновых

объектов – малых тел типа комет и астероидов, первый из которых (1992 QB1) был открыт в 1992 г. Предполагается, что на расстояниях от 30 до 50 а.е. (пояс Койпера) имеется не менее 70000 тел крупнее 100 км. К концу декабря 1997 г. имелись официальные сообщения об открытии 60 таких объектов. Каковы примерно минимальные размеры тел пояса Койпера, которые можно обнаружить с помощью хаббловского космического телескопа, пронизывающая сила которого составляет около 28^m? Видимая звездная величина Солнца $m = -26,8^m$, альbedo тел пояса Койпера принять равным $a = 0,2$.

Приложение.

Решения задач.

Первый тур:

VIII–IX классы

1. Автор допустил несколько явных астрономических ошибок:

а) Ранним утром не бывает молодого месяца. В это время он бывает только “старым”.

б) “В высоком небе... посверкивал молодой месяц”. В описанное время молодой месяц высоко быть не может, т.к. Солнце зимой находится низко над горизонтом, а Луна движется почти в плоскости эклиптики, и “молодой” месяц всегда должен находиться недалеко от Солнца.

в) То, что здесь подразумевает автор («кале-

ные угольки») – это явление метеора, а не падение метеорита.

Кроме того, к астрономическим неточностям можно отнести:

г) Созвездия не бывают дальними.

д) Падение метеорита с зенита очень маловероятно, и писать об этом во множественном числе по меньшей мере некорректно.

2. Чтобы ответить на этот вопрос, надо немного знать звездное небо и понимать, что свет от далеких объектов идет некоторое время. Следовательно, когда мы смотрим на звезды или другие космические объекты мы видим то, что происходило некоторое время назад. Т.к. самый далекий объект, который могли наблюдать древние греки, у которых не было телескопов, – это туманность Андромеды, или галактика M31, расстояние до которой около 2000000 свет. лет, то “заглянуть в прошлое” древние греки могли аж на 2 миллиона лет назад.

3. Для оценки посчитаем, сколько стоит звезда типа Солнца по указанным оптовым ценам. Масса Солнца составляет

$$2 \times 10^{30} \text{ кг} = 1,25 \times 10^{29} \text{ пудов} = 1,25 \times 10^{23} \text{ млн пудов,}$$

умножив это на 0,01 руб/млн пуд., получаем

$$1,25 \times 10^{21} \text{ рублей.}$$

Сумма, конечно же, “астрономическая”, и не под силу ни одному “новому русскому”. Для сравнения: годовой бюджет Рос-

сийской Федерации – порядка 500 трл. рублей, то есть 5×10^{12} рублей (в рублях 1997 г.).

4. На Северном полюсе высота светил над горизонтом точно соответствует величине их склонения. Поэтому из всех планет может быть виден лишь Сатурн. Но и то – вряд ли. При высоте всего 4° над горизонтом очень сильно атмосферное поглощение (даже при чистой атмосфере, которая, надеемся, сохранилась над Северным полюсом), и светило величины $0,7^m$ увидит невооруженным глазом весьма проблематично. Попутно, конечно, возникает еще один вопрос – как далеко от Солнца виден Сатурн? Ответ очевиден: сейчас Солнце на Северном полюсе находится примерно в 15° под горизонтом. На Южном полюсе – наоборот, все планеты, кроме Сатурна, находятся над горизонтом, но там сейчас полярный день.

6. Радиус каждого из миллиона спутников будет в $1000000^{1/3} = 100$ раз меньше радиуса Луны, а площадь поверхности соответственно – в $1000000^{2/3} = 10000$ раз меньше поверхности Луны. Таким образом, суммарная поверхность миллиона спутников будет в $1000000/10000 = 100$ раз больше поверхности Луны. Следовательно, рой микроспутников будет светить в 100 раз ярче, чем Луна. Отношению освещенностей $1 : 100$ соответствует разность блеска ровно в 5 зв. величин.

Поэтому искомая звездная величина

$$m = -12,7^m - 5^m = -17,7^m.$$

6. При обнаружении камерой препятствия на пути марсохода передатчик сообщит об этом на Землю, и Центр управления в ответ пошлет сигнал двигателю аппарата. Сигнал должен прийти до того, как марсоход достигнет препятствия. На преодоление расстояния в $2a$ (удвоенное расстояние Земли до Марса) уходит время $2a/c$, где $c = 300000$ км/с – скорость света. Поэтому безопасная скорость движения марсохода не более

$$v = 1/(2a/c) = c/2a \approx 26 \text{ см/с}.$$

Прямо скажем, не очень большая скорость. И это при том, что мы рассматривали оптимальное (близкое) расположение Земли и Марса; при наибольшем же их удалении (около 2,6 а.е.) безопасная скорость будет вообще меньше 4 см/с!

Попутная информация: Метеостанция, установленная на “Следопыте”, ведет измерения температуры марсианского “воздуха” в месте посадки. Днем она поднимается до -10°C , ночью падает до -90°C . Любопытно, что самая низкая температура воздуха, зафиксированная на Земле, практически такая же ($-89,2^\circ\text{C}$, станция “Восток”, Антарктида, 21 июля 1983 г.).

X класс

1. По III закону Кеплера кубы больших полуосей орбит небесных тел отно-

сятся так же, как квадраты периодов их обращения:

$$(a_2/a_1)^3 = (T_2/T_1)^2.$$

Поэтому

$$T_2 = T_1(a_2/a_1)^{3/2}.$$

Взяв величины для Земли ($T = 1$ год и $a = 1$ а.е.), получаем

$$T = T(a_2/a_1)^{3/2} = (2,36)^{3/2} = 3,63 \text{ года}.$$

Информацию об астероидах, в частности о Весте, можно найти в Интернете по адресу <http://www.iki.rssi.ru/solar/eng/vesta.htm>.

2. Поскольку радиус орбиты Юпитера равен $r = 5,2$ а.е., а радиус орбиты Земли – $r = 1$ а.е., то вопрос, поставленный в задаче, можно переформулировать: под каким максимальным углом можно увидеть отрезок в 1 а.е., один из концов которого находится на расстоянии в 5,2 а.е.? Этот угол равен $\arcsin(r_3/r_{\text{ю}}) = \arcsin(1/5,2) \approx 11,1^\circ$.

3. Связь между видимой m и абсолютной M звездными величинами и расстоянием до светила в парсеках R имеет следующий вид:

$$M = m + 5 - 5\lg R$$

Подставляя сюда расстояние до Большого Магелланова Облака 55000 пк и видимую звездную величину сверхновой $m = 3^m$, находим

$$M \approx -15,7^m$$

Типичные значения абсолютных звездных величин сверхновых в максимуме составляют $-17^m - -19^m$, так что Сверхновая 1987 А была

весьма “хилой”, раз в 10 слабее типичной сверхновой.

4. Покрываемая звезда находится на много порядков дальше от Земли, чем Плутон. Поэтому конус тени, отбрасываемой Плутоном на Землю при покрытии, можно считать цилиндром, диаметр сечения которого равен диаметру Плутона, 2300 км. Это и есть оценка ширины полосы на поверхности Земли, в пределах которой можно наблюдать покрытие. Правда, разумно еще учесть, что Земля не плоская, а шарообразная. Вследствие этого ширина полосы может достигать 5600 км.

Продолжительность покрытия определяется диаметром тени и скоростью ее движения по поверхности Земли. Порядок величины можно оценить сразу: это характерный размер тени (мы только что оценили его в 2300 км), деленный на характерную скорость взаимного движения Земли и Плутона, которая имеет порядок 6–30 км/с (орбитальные скорости движения Плутона и Земли). Получаем несколько минут. Для ответа на вопрос “оценить с точностью до порядка” этого вполне достаточно.

Можно сделать немного более точную оценку. Если во время покрытия вектор скорости Земли перпендикулярен оси цилиндра тени, то тень движется по поверхности Земли со скоростью Земли относительно Плутона ≈ 24 км/с; если параллелен, то со скоростью Плу-

тона $V \approx 6$ км/с. Отсюда – оценка продолжительности покрытия в том месте, где наблюдатель пересекает тень по диаметру: 95 с в первом случае и 7 мин – во втором. В других местах продолжительность покрытия будет меньше.

Вообще, не надо забывать, что у внешних планет бывают “стояния” – моменты времени, когда тангенциальная скорость Плутона относительно Земли становится вообще равной нулю. Тогда покрытие может длиться еще дольше. Продолжительность покрытия 1988 г., которое наблюдалось всею экспедициями в Австралии и Новой Зеландии и в ходе которого у Плутона была открыта атмосфера, составляла в среднем около минуты.

5. Казалось бы, 1’ – это предел разрешения нашего глаза и Солнце будет выглядеть всего лишь яркой звездой и вряд ли света от звезды хватит, чтобы читать газеты. Численно освещенность будет в $30^2 = 900$ раз меньше, чем на Земле. Но тем ли это? С чем можно сравнить эту освещенность? Те, кто немного занимался фотографией, могут вспомнить, насколько сильно различаются экспозиции при фотографировании в ясный солнечный день на открытом пространстве и в комнате (окна которой прямо не направлены на Солнце, но в то же самое время) – разница составляет порядка 1000 раз! Так что, освещенность в ясный солнечный день на Плуtone вполне можно

сравнить с освещенностью в комнате с теневой стороны дома. Можно ли днем в комнате читать “Черноголовскую газету”?

6. Во-первых, что означает понятие приливные силы в данном случае? Обычно мы имеем дело с океанскими приливами, вызываемыми притяжением Луны (и Солнца). Однако, если сила тяжести существенно меняется на расстояниях порядка метра, вполне ощутимые приливы будут возникать и в теле человека. Запишем ускорения, сообщаемые звездой наиболее и наименее удаленной от нее точкам тела

$$a_1 = GM/(r + l/2)^{1/2}, \\ a_2 = GM/(r - l/2)^{1/2},$$

где M – масса звезды, l – характерный размер тела космонавта, r – расстояние от центра тела космонавта до центра звезды, и вычислим разность этих ускорений:

$$a_2 - a_1 = GM[1/(r - l/2) - 1/(r + l/2)].$$

Пренебрегая малыми величинами, начиная с квадрата l/r , получаем, что приливное ускорение равно

$$a = a_2 - a_1 = 2GMl/r^3.$$

Предельной будем считать перегрузку $a = 2g$, где g – ускорение силы тяжести на поверхности Земли. Тогда

$$2GMl/r^3 = 2g,$$

откуда

$$r = (GMl/g)^{1/3}.$$

Считая, что характерный размер тела человека $l \approx 1,5$ м, получаем $r \approx 3500$ км. Заметим, кстати, что

поскольку радиус Солнца примерно на два порядка больше этой величины, ясно, что при полете к Солнцу космонавту будут угрожать совсем не приливные силы. Опасными факторами станут высокая температура, жесткое излучение и т.п.

XI класс

1. Энерговыведение происходит в объеме, и потому растёт пропорционально кубу характерного размера объекта, теплоотвод же происходит с поверхности, а ее площадь возрастает как квадрат характерного размера. В итоге с увеличением размера тела (при сохранении темпа энерговыведения) его поверхностная температура должна расти.

Для количественного примера можно рассмотреть случай абсолютно черных тел, для которых теплоотвод осуществляется только благодаря излучению. Согласно закону Стефана-Больцмана излучение объекта l пропорционально его площади $S = 4\pi R^2 \sim R^2$ и четвертой степени температуры T^4 .

Если темп энерговыведения на единицу объема w , то общий темп энерговыведения W будет пропорционален wR^3 . Получаем:

$$R^2 T^4 \sim W \sim wR^3,$$

откуда

$$T^4 \sim wR,$$

$$T \sim (wR)^{1/4}.$$

Заметим, кстати, что эта задача имеет и биологический аспект: именно по этой же причине мелкие млекопитающие едят

существенно больше по отношению к собственной массе, чем крупные.

2. Главное при решении этой задачи – не поддаваться искушению сложить звездные величины компонент. Следует помнить, что звездные величины имеют не линейную, а логарифмическую шкалу. Обозначим через L_1 , m_1 и L_2 , m_2 светимости и звездные величины 1-й и 2-й звезды соответственно, а через m – их суммарную звездную величину. Тогда имеем

$$m_1 - m_2 = -2,5 \lg(L_1/L_2)$$

и

$$m - m_2 = -2,5 \lg((L_1 + L_2)/L_2)$$

Мы вправе использовать отношения светимостей звезд вместо отношений освещенностей от них, так как обе компоненты двойной находятся на одном и том же расстоянии от Земли. Из первого равенства находим отношение

$$L_1/L_2 = 10^{0,4(m_1 - m_2)}$$

и, подставляя его во второе соотношение, получаем

$$m - m_2 = -2,5 \lg(1 + 10^{0,4(m_1 - m_2)})$$

По условию задачи мы имеем $m_1 = 2^m$, $m_2 = 3^m$. Поэтому

$$m = 3^m - 2,5 \lg(1 + 10^{0,4(m_1 - m_2)}) \approx 1,64^m$$

Некоторым “эстетическим” недостатком полученной формулы является то, что m_1 и m_2 входят в нее несимметрично. Од-

нако, вспомнив, что

$$m_2 = -2,5 \lg(10^{-0,4m_2}),$$

легко получить

$$m = -2,5 \lg(10^{-0,4m_1} + 10^{-0,4m_2})$$

3. Затменно-переменные звезды – это двойные звезды, плоскость орбиты которых параллельна лучу зрения наблюдателя, т.е. Земля находится вблизи плоскости эклиптики системы и попадает в некоторый телесный угол, образуемый двумя компонентами затменно-переменной звезды. Этот угол определяется размерами звезд и расстоянием между ними. Чем больше расстояние – тем меньше угол и тем меньше вероятность, что Земля попадет в эту зону. При этом, чем больше расстояние между компонентами, тем больше период их обращения и изменения блеска. Т.е. долгопериодические затменно-переменные звезды встречаются реже не потому, что их меньше, а потому, что для них вероятность обнаружения меньше, чем для короткопериодических звезд.

4. Очевидно, что планета – внешняя (у внутренних не бывает протистояний). Планета не так уж и много, поэтому приблизительно оценим радиус орбиты этой неизвестной планеты.

Блеск планеты (орбиту которой мы считаем круговой) меняется из-за изменения ее геоцентрического расстояния. Отношение расстояний в про-

тивостоянии и в соединении есть

$$r_{\max}/r_{\min} = 10^{0,2\Delta m} = 10^{0,2 \times 3,43} \approx 10^{0,7} \approx 5$$

(Все это, кстати, легко считать в уме: поскольку $\lg 2 \approx 0,30$, получаем, что $10^{0,7} \approx 5$). Для внешней планеты $r_{\max} = 1 + a$, $r_{\min} = 1 - a$, где радиус орбиты а планеты выражен в а.е. Поэтому

$$1 + a \approx 5 (1 - a)$$

откуда $a \approx 1,5$. Это – Марс.

Впрочем, всем, кто интересуется астрономией и хоть немного следит за небом, известно, что ни Юпитер, ни Сатурн, ни тем более дальние планеты так сильно – почти на три с половиной звездных величины – своего блеска не меняют. Поэтому сообразить, что это – Марс, можно без всякого расчета. Расчет лишь подтверждает эту правильную догадку.

5. Будем рассматривать синодическое движение Венеры, т.е. ее движение относительно линии Земля–Солнце. Венера при этом также обращается вокруг Солнца, только за большее время (т.к. угловая скорость синодического движения – это разность действительных угловых скоростей Венеры и Земли). Синодический период обращения Венеры фактически дан в условии – $t = 584^d$.

Венера проходит по диску Солнца тогда, когда находится в нижнем соединении, при этом расстояние от Земли до Венеры составляет $r = r_3 - r_B = 0,28$ а.е. Поэтому, пере-

секая по диаметру диск Солнца, она проходит в своем синодическом движении расстояние αr , что соответствует дуге $\varphi = \alpha \times r/r_B$. Для этого требуется примерно время $t = \tau \times \varphi/2\pi$, получаем

$$t = \tau(\alpha/2\pi)(r - r_B)/r_B,$$

если α выражено в радианах. При вычислениях легче пользоваться минутами и градусами.

$$t = 584^d(32'/360^\circ) \times (0,28/0,72) \approx 8^h04^m$$

Для ответа на вопрос о направлении перемещения Венеры по диску Солнца посмотрим на Солнечную систему со стороны северного полюса Земли: и Венера, и Земля движутся вокруг Солнца против часовой стрелки, причем Венера быстрее, чем Земля. Поэтому вблизи нижнего соединения Венера перемещается относительно направления Земля – Солнце (а, следовательно, и по нашему небу) слева направо. Таким же будет и ее движение по диску Солнца.

6. На первый взгляд, должно выполняться следующее условие: сила притяжения спутника к астероиду должна превосходить силу притяжения его к Солнцу. Условие равенства двух сил записывается в виде

$$M_\odot/r^2 = m/d^2$$

где m – масса астероида, r – гелиоцентрическое расстояние астероида, d – искомое расстояние между астероидом и его спутником. Масса 100-км астероида при плотности 2г/см^3 составляет $\pi r D^3/6 \approx$

$\approx 10^{18}$ кг. Поэтому получаем

$$d = r(m/M_\odot)^{1/2} \approx 300 \text{ км.}$$

Однако это совсем не то расстояние, которое нам нужно найти. Если те же рассуждения применить не к спутнику астероида, а к спутнику Земли, максимальное расстояние окажется равным 260 тыс. км! А ведь Луна находится от Земли на большем (в полтора раза) расстоянии! Парадокс легко разрешается: на самом деле надо рассматривать не ускорение, сообщаемое спутнику Солнцем, а разность ускорений, сообщаемых спутнику (a_1) и телу (a_2), вокруг которого он движется.

Запишем эти ускорения:

$$a_1 = GM_\odot/(r + d)^2, \quad a_2 = GM_\odot/r^2,$$

разность ускорений:

$$a_2 - a_1 = GM_\odot(1/r^2 - 1/(r + d)^2).$$

Пренебрегая малыми величинами, начиная с квадрата d/r , получаем

$$a = a_2 - a_1 = 2GM_\odot d/r^3.$$

Следовательно, уравнение для определения d имеет вид

$$2M_\odot d/r^3 = m/d^2$$

откуда

$$d = r (m/2M_\odot)^{1/3}.$$

С теми же числовыми значениями получаем для нашего двойного астероида

$$d \approx 25000 \text{ км.}$$

Вам, может быть, интересно будет знать, каков же на самом деле минимальный радиус круговой орбиты спутника, при кото-

ром он может покинуть астероид и начать двигаться по гелиоцентрической орбите. Его определение – это непростая задача даже для профессионалов – небесных механиков. Соответствующий радиус $d \approx R_H/2$, где $R_H = r(m/3M_\odot)^{1/3}$ называется радиусом Хилла. Как видно, наша оценка совсем неплоха.

Но астрономия – наука, в основном, экспериментальная. 28 августа 1993 г. космический зонд “Галилео” на своем пути к Юпитеру испытал сближение с астероидом № 243 Ида и передал его изображение. Неожиданно обнаружилось, что у Иды есть миниатюрный спутник. Изображение Иды с ее спутником имеется в Интернете по адресу <http://www.iki.rssi.ru/solar/en/g/ida.htm>.

Второй тур

VIII–XI классы

| | |
|-----------|--|
| Солнце | Не видно (ночь ведь на дворе) |
| Луна | Сияет в восточной стороне неба (в созвездии Рака) |
| Меркурий | Не виден |
| Венера | Не видна (сейчас утренняя видимость Венеры) |
| Марс | Не виден (недавно зашел) |
| Юпитер | Не виден (положение на небе очень близко к Солнцу) |
| Сатурн | Виден в созвездии Рыб, на заходе |
| Уран | Не виден даже в телескоп (заходит раньше Солнца) |
| Нептун | Не виден даже в телескоп (заходит раньше Солнца) |
| Плутон | Не виден даже в телескоп (заходит раньше Солнца) |
| Сириус | а СМа Сияет в южной стороне неба |
| Альдебара | а Тау Сияет в юго-западной стороне неба |

VIII–IX классы

2. Казалось бы: известно, что человеческий глаз способен разрешать углы в $1'$,

поэтому достаточно дождаться, пока звездное небо повернется на угол, равный $1'$, и это уже можно будет заметить. Земля, а следовательно, и небо делает один оборот на 360° за сутки, или примерно за 24^h . Тогда за 1 ч Земля поворачивается на 15° , за одну минуту – на $15'$, а на угол в $1'$ Земля повернется за время, в 15 раз меньшее, т.е. за 4 с. Вроде бы, достаточно посмотреть на небо (на какую-нибудь звездочку) в течение 4–6 с, чтобы заметить, что оно вращается.

Но... ведь надо еще определить, где наблюдатель находится и относительно чего он ловит это изменение в $1'$. Просто глядя вверх на небо, невозможно увидеть его движение даже за десятки минут. Нужен опорный объект на Земле, относительно которого нужно зарегистрировать изменение положения звезды.

характерное “шатание” составляет несколько миллиметров. Нетрудно посчитать, что эти миллиметры дают 1 на базе порядка километра, то есть, на меньшей базе наблюдатель просто не сможет отличить колебания своего тела от движения звезды по небосклону. Человечек, конечно, может прилечь (уменьшить “шатания”), чтобы из более удобного положения наблюдать звезды.

Но есть еще один фактор – прозрачность атмосферы, которая обычно не позволяет наблюдать звезды, находящиеся на высоте ниже 5° – 7° .

Так что, окончательный вывод: десятка секунд может быть вполне достаточно, при условии, что неподвижная точка на Земле, относительно которой проводятся наблюдения, должна быть на расстоянии около километра и на высоте хотя бы порядка $(\sin 6^\circ \times 1 \text{ км}) \approx 100 \text{ м}$. Очевидно, наиболее удобное место такого наблюдения – горы. И атмосфера чище, и базовые точки легко найти существенно выше горизонта.

X класс

2. Оценим сначала, какой может быть максимальный угловой размер звезд. Очевидно, стоит рассматривать только ближайшие звезды, расстояние до которых не превышает несколько парсек, то есть параллакс – это десятые доли секунды. Для оценки возьмем размер Солнца – он составляет около $1/100$ а.е. Это означает, что с Земли

Еще важно отметить, что человек всегда много изменяет положение своего тела, причем

звезда такого размера будет видна под углом в 1/100 ее параллакса, то есть тысячные доли угловой секунды.

Время начала покрытия или "открытия" звезды определяется угловой скоростью Луны. Известно, что видимый период Луны составляет 29,5 сут, отсюда легко найти скорость перемещения Луны по небесной сфере: $360^\circ = 21600' = 1296000''$ за 29,5 сут – это составляет примерно 0,5' за 1 секунду времени.

Таким образом, даже при самых благоприятных условиях покрытие звезд Луной не может длиться больше нескольких миллисекунд.

Теперь поймем, что нам нужно получить на ленте самописца. Очевидно, чтобы обеспечить хотя бы первый порядок точности (то есть, оценить хотя бы одну значащую цифру углового размера звезды), событие должно занимать там длину как минимум на полтора порядка больше, чем возможные дрожания пера, а именно несколько сантиметров. Получаем, что лента самописца должна двигаться со скоростью $V = L/t \sim 1 \text{ см/мс} \sim 10 \text{ м/с}$, где L – "длина" события, а t – время события. Такой скорости протяжки ленты самописцев не существует.

Но, наверно, это даже не главное ограничение. Не менее существенным ограничением является инерционность держателя пера по оси Y . Даже если опять-таки ограничиться несколькими сантиметрами, то для их прохождения за миллисекун-

ды потребуется развить те же 10 м/с за доли миллисекунды. Ускорение больше 1000g!

Так что, проект нуждается в существенной доработке.

XI класс

2. Оценим радиус R тела, которое на гелиоцентрическом расстоянии $r = 40 \text{ а.е.}$ (середина пояса Койпера) имеет звездную величину $m = 28^m$. Освещенность от этого тела на Земле (или на Солнце, поскольку расстояние от Земли до Солнца много меньше расстояния до тела) равна

$$E \approx L/2\pi r^2 = \alpha/2(R/r)^2$$

где $L = \pi R^2 E_\odot \alpha$ – "светимость" обращенного к нам полушария тела, α – альbedo тела, E_\odot – освещенность от Солнца на поверхности тела. (Кстати, сообразите, почему в данном случае $L \sim E/2\pi R^2$ вместо казалось бы очевидного точного равенства $L = E/4\pi R^2$?) Освещенности от Солнца на Земле E_3 и на теле пояса Койпера E_k относятся как

$$E_3/E_k = (r/a)^2,$$

$$\text{где } a = 1 \text{ а.е.}$$

Поэтому

$$E/E_3 = (E/E_k)(E_k/E_3) = (R^2 a^2 / r^4) \alpha / 2$$

Обратите внимание, что освещенность убывает здесь как четвертая степень, а не как квадрат расстояния! С другой стороны

$$E/E = 10^{0,4(m_\odot - m)}$$

Из двух последних выражений получаем

$$R = (r^2/a) (\alpha/2) = 10^{0,2(m_\odot - m)}$$

Принимая альbedo равным $\alpha = 0,2$ и подставляя $r = 40 \text{ а.е.}$, находим $R \approx 8 \text{ км}$. Обратите внимание, что $R \sim r^2$, так что на ближнем и на дальнем краях пояса Койпера значения R различаются в $(5/3)^2 \approx 3$ раза.

Обширная программа поиска транснептуновых объектов (ТНО) выполняется на двухметровом телескопе Гавайского университета, на котором и открыта львиная доля этих объектов. Звездная величина обнаруживаемых на нем перемещающихся относительно окрестных звезд ТНО (на чем и основан метод их поиска) – около 23^m .

Из всех ТНО, об обнаружении которых имелись официальные сообщения к концу декабря 1997 г., наибольшую полуось, 83,8 а.е., имеет самое крупное (диаметр около 500 км) открытое тело – 1996 TL66, движущееся к тому же по сильной вытянутой орбите ($e = 0,58$). В афелии оно удаляется от Солнца на 133 а.е. Удивительно, что у примерно 40% из известных к настоящему времени ТНО большая полуось та же, что и у Плутона (хотя пространственное расположение орбит другое). Эти объекты получили название плутино (plutino), или по-русски – плутончики. Период обращения плутино, как и самого Плутона, находится в резонансе 2:3 с Нептуном. Расположение Плутона и плутино на орбитах таково, что тесных сближений с Нептуном не происходит.

Происхождение океанов

И.А. РЕЗАНОВ,
доктор геолого-минералогических наук
Институт истории естествознания и техники
имени С.И. Вавилова РАН

Миновавший год Океана, провозглашенный Организацией Объединенных Наций в 1997 г. (Земля и Вселенная, 1998, № 3) снова заставляет задуматься над до сих пор не решенной проблемой: как образовалось это грандиозноеместилище воды на Земле? Предлагается гипотеза, согласно которой впадины океанов заполняла первоначально совсем не вода,

а мощная континентальная кора, состоявшая преимущественно из ультраосновных пород. Они, аналогично породам мантии Земли, насыщены водой. А ее хранит в себе особая порода – серпентинит, – теряющая воду с поднятием температуры. Прорвавшиеся по трещинам потоки глубинной базальтовой магмы нагревают серпентиниты, обезвоживают их и

уплотняют до состояния мантийных пород. Утяжеленные породы опускаются, и на поверхности планеты возникают глубокие впадины. Их заполняет вода, выделившаяся из серпентинитов. Согласно гипотезе автора, образование океанов – процесс “перекачки” воды из серпентинитового слоя на поверхность планеты.

ТРИ “ЭТАЖА” КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ КОРЫ

Современные данные геологии, геофизики и геохимии говорят о **трехслойном строении земной коры**. В ней выделяются три слоя (“этажа”), каждому из которых отвечает определенный диапазон скорости сейсмических волн – в соответствии с химическим составом и физическими свойствами слагающих земную кору пород.

Геофизические данные подтверждают выводы геологов о строении континентальной коры: ее мощность – около 40 км, и состоит она из трех сейсмических слоев (этажей). В самом верхнем из них толщиной в 7-12 км, скорость сейсмических волн с глубиной растет от 5,8 до 6,2 км/с. Ниже, до глубины 25-30 км, градиент роста скорости меньше. В относительно маломощном нижнем этаже коры скорость прохождения

волн быстро растет – до 7-7,5 км/с. На глубине около 40 км наблюдается скачок скорости до 8,0-8,2 км/с, связанный с границей Мохоровичича, принимаемой за фундамент (подшву) земной коры.

В какой-то степени уверенно можно говорить о петрографии лишь верхнего этажа. Глубокое бурение свидетельствует, что он образован преимущественно **гранито-гнейсами**. У этих пород –

сложная история. Первоначально они представляли собой базальтовые лавы, излившиеся на поверхность ранней Земли. Затем они были метаморфизованы и вслед за этим подверглись гранитизации – поднимавшиеся из мантии растворы приносили с собой кремнезем (SiO_2) и щелочи (Na_2O и K_2O), превратив эти первичные базальты в гранито-гнейсы. **Гранитизация** базальтов началась 4 млрд лет назад и продолжалась почти до настоящего времени. Мощность гранито-гнейсов – до 10 км – соизмерима с вертикальными размерами верхнего сейсмического этажа земной коры (в среднем – 7-8 км). Расчеты показали, что при том содержании радиоактивных элементов (урана, тория, калия), какое имеется в гранито-гнейсах, вся “коровая” составляющая теплового потока создается гранито-гнейсовым слоем толщиной в среднем 6-7 км.

Средний сейсмический этаж континентальной коры характеризуется снижением скорости сейсмических волн и резким (в 10 раз) повышением намагниченности пород. Есть лишь один тип горных пород, который удовлетворяет этим признакам – сильно серпентинизированные ультрабазальты. **Ультраосновные породы** (ультрабазиты), из которых состоит верхняя мантия Земли, содержат не более 40-45% кремнезема (SiO_2), но в большом количестве – магний и железо. Эти породы **нестабильны** и при

температуре ниже 400°C они превращаются в **водный силикат магния (серпентинит)**, выделяя избыток железа в виде магнетита. Насыщение ультрабазитов водой приводит к значительному снижению в них скорости, а новообразованный магнетит определяет их высокую намагниченность. В среднем этаже должны находиться породы первичной мантии Земли, превращенные в серпентиниты.

С глубиной степень гидратации серпентинитов уменьшается, а скорость в нижнем сейсмическом этаже растет. Сейсмическая граница Мохоровичича, принимаемая за подошву земной коры, разделяет серпентинизированные ультрабазиты выше ее и неизменные ультрабазиты под ней.

Рассмотренный разрез континентальной коры свойствен лишь равнинно-платформенным территориям. В пределах глубоких прогибов значительная часть разреза коры сложена осадочными породами, а гранито-гнейсовый фундамент погружен на глубину до 20-30 км.

ОКЕАНИЧЕСКАЯ КОРА
ПРОИЗОШЛА
ИЗ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ

Геологическая история Земли началась с возникновения базальтовой коры на поверхности планеты за счет частичного плавления земной мантии. Этот этап истории Земли иногда называют “лунной стадией”. Но в отличие от Луны, наша планета продолжала интенсивно развиваться:

из недр поступали растворы кремнезема и щелочей, постепенно преобразовавших базальтовую кору в гранито-гнейсовую. А затем при постепенном снижении температуры начинается серпентинизация ультраосновных пород и превращение их в серпентиниты. Происходило это очень медленно и растянулось на несколько миллиардов лет. В результате разуплотнения пород произошло поднятие древних платформ. Сносившийся с них обломочный материал поступал в возникшие вдоль глубинных разломов прогибы – геосинклинали. В них сформировалась мощная (до 20–30 км) толща осадочных пород.

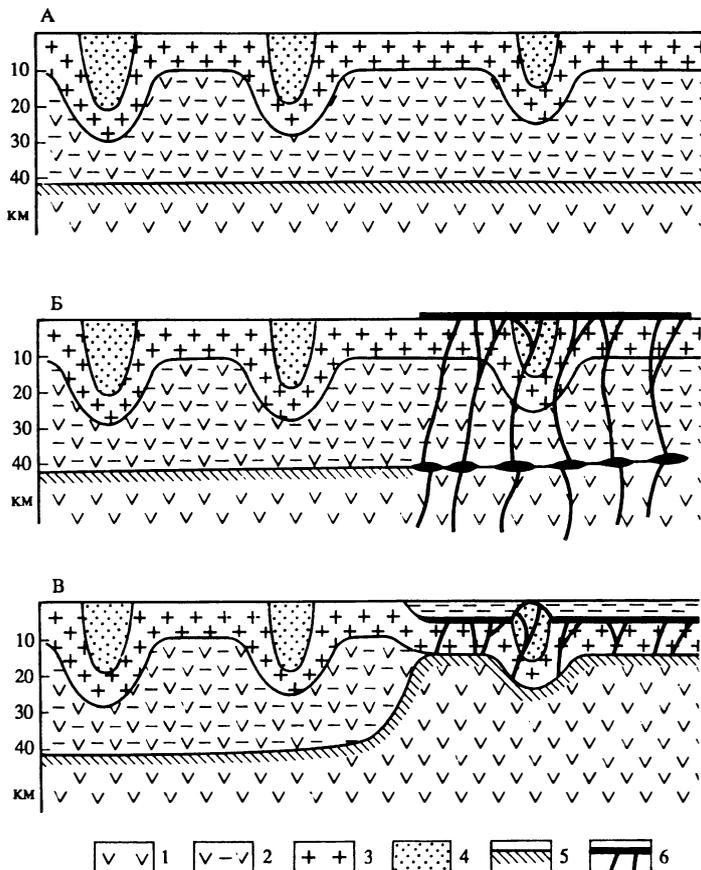
Платформенно-геосинклинальное развитие коры продолжалось вплоть до юрского периода, завершившегося 175 млн лет назад. Тогда начался новый – океанический – этап в развитии планеты. В это время на огромной площади произошло излияние ультраосновных пород мантии (базальта). По многочисленным трещинам магма проникала на земную поверхность, образуя обширные поля базальта. В результате “базальтового потопа” нижняя часть континентальной коры прогрелась и начался активный процесс **дегидратации (обезвоживания) серпентинитового слоя**. Породы уплотнялись и становились неотличимыми по физическим свойствам от пород мантии. Средняя и нижняя части коры, приобретая большую плотность, начали погружаться, а вместе с ними опус-

Механизм превращения толстой континентальной коры в тонкую океаническую.

А. Строение континентальной коры. Равнинно-платформенные пространства с 10-12 км гранитным слоем разделяются геосинклинальными прогибами, в которых мощность осадков достигает 20 км

Б. В континентальной коре проявляется базальтовый вулканизм: из мантии по трещинам поступает базальтовая магма, в процессе подъема которой у подошвы коры образуются промежуточные магматические очаги. Из них магма изливается на земную поверхность

В. Благодаря прогреву коры базальтовой магмой, в континентальной коре происходит обезвоживание (десерпентинизация) нижней ее части, сложенной серпентинитами, образуется относительно тонкий слой гранитов с включенными в них базальтами. 1 – ультрабазиты мантии; 2 – серпентинизированные ультрабазиты; 3 – гранито-гнейсы; 4 – геосинклинальные осадки; 5 – граница Мохоровичича; 6 – базальтовые тела в коре и на земной поверхности



кался и вышележащий гранито-гнейсовый слой коры. В результате на поверхности планеты в тех местах, где произошли излияния базальтовой магмы, происходили опускания, завершившиеся формированием океанических впадин.

Постепенно весь серпентинитовый слой оказался обезвожен, и сохранился только верхний гранито-гнейсовый слой толщиной всего в 5-10 км, перекрытый плащом базальтов и затем тонким слоем глубоководных илов.

Вероятно, так на месте 40-километровой коры континентов образовалась тонкая океаническая кора (7-10 км). Со-

гласно сейсмическим данным, она тоже состоит из трех слоев. Состав первого (верхнего) слоя – слабоуплотненные морские осадки (глинистые и карбонатные илы). Второй (средний) слой образован базальтами, излившимися под водой. Состав нижнего слоя толщиной 5-10 км, покоящегося непосредственно на мантии, остается малоизвестным и спорным. К нему мы вернемся.

что было на месте океанов?

Наибольшую информацию о процессе океанообразования ученые черпа-

ют, расшифровывая условия формирования верхнего (осадочного) слоя океанической коры. Как это ни покажется невероятным, в большинстве случаев там, где этот слой вскрыт бурением, нижние горизонты представлены мелководными, а иногда и континентальными отложениями. Значит, формирование осадочного слоя началось до появления глубоководного океана. Выше мелководные осадки сменяются глубоководными. Возраст пограничного слоя соответствует времени образования океана.

Но **океаны разновозрастны**. Заложение глу-

боководной впадины Тихого океана произошло до завершения юрского периода (т.е. ранее 150 млн лет назад). В Атлантическом же океане глубоководные участки существовали уже 125 млн лет назад. В Индийском океане резкое разрастание глубоководных зон относится к олигоцену (40 млн лет назад). Последовательность расширения впадин глубоководных океанов лучше всего изучена, благодаря бурению дна для северных частей Индийского и Атлантического океанов. Там сначала погружались центральные части океанов; краевые зоны опустились позже. Например, глубоководная впадина Северной Атлантики сформировалась в плиоцене, т.е. всего 5 млн лет назад.

Изучение условий накопления базальтов, слагающих второй сейсмический слой океанической коры, дает дополнительные свидетельства о механизме образования океанов. Оказалось, во многих случаях эти базальты пористые, что свидетельствует о том, что их излияние происходило в континентальных или мелководных условиях. Вскоре после отложения базальтов начались крупные **опускания дна океанов**. Таким образом устанавливалась парагенетическая связь между базальтовыми излияниями и формированием глубоководных океанических впадин. Базальтовый магматизм, прогрев кору, вызвал дегидрата-

цию серпентинитового слоя и его опускание.

Обычно считают, что в своем основании океаническая кора сложена основными и ультраосновными магматическими породами (габбро и серпентинитами): их находили в приразломных прогибах в океанической коре. Однако они характеризуют лишь процессы, происходящие в примыкающем к разломам районе. За его пределами вещественный состав пород может быть совершенно иным. Это подтверждают результаты исследований отечественных ученых в Северо-Восточной котловине Тихого океана, которую пересекает ряд глубинных разломов субширотного простирания. Один из них – **разлом Кларион** – изучался экспедицией на научно-исследовательском судне “Дмитрий Менделеев”. Там были драгированы основные породы (габбро) и ультраосновные (перидотиты). Но к югу от разлома Кларион с борта научно-исследовательского судна “Морской геолог” в 1983-84 гг. обнаружены совсем другие породы – граниты, кварциты, песчаники, кристаллические сланцы, типичные для **континентальной коры**. Сходство состава песчаников, окатанных галек и обломков свидетельствует о местном происхождении пробы. Это район экваториальной зоны (10° с.ш.), поэтому стандартное опровержение, что материал принесен айсбергами, опровергается. Граниты и другие

“континентальные” породы драгированы и во многих пунктах западной части Тихого океана. В Индийском океане они известны на **подводном плато Агульяс**. Буровой скважиной был вскрыт гранито-гнейсовый слой океанической коры и во время 79-го рейса “Гломар Челленджера” в восточной части Атлантического океана. Граниты и гранито-гнейсы драгированы также во многих местах Северной и Центральной Атлантики, как на Срединно-океаническом хребте, так и за его пределами.

Следует отметить, что граниты и гранито-гнейсы на океаническом дне обнажены обширнее, чем на континентах. Поэтому есть основание считать, что самый нижний слой земной коры океанов до океанизации был когда-то верхним (первым) и сложен он гранито-гнейсами.

Для нижнего слоя океанической коры характерны более высокие значения скорости распространения упругих волн (6,6–6,8 км/с), чем в гранито-гнейсовом слое континентов. Объясняется это тем, что породы третьего океанического слоя были частично переработаны проникавшими через них базальтами. В этом отношении прекрасным примером могут служить гранито-гнейсы, залегающие под покровом базальтов на Сибирской платформе, – они характеризуются такими же значениями скорости (6,6–6,8 км/с), как и в третьем океаническом слое.

Наконец, еще одним доказательством гранитного состава нижнего слоя коры океанов служит **равенство теплового потока из недр планет на континентальных и океанических площадях**. Если в коре платформенных территорий континентов коровая составляющая теплового потока формируется в слое толщиной 6-7 км (в гранито-гнейсах), то, очевидно, что равный по величине тепловой поток со дна океана создается слоем гранито-гнейсов такой же толщины.

Следовательно, процесс океанообразования почти не изменил состав гранито-гнейсового слоя. Изменилось лишь его положение в разряде земной коры. **До океанизации гранито-гнейсовый слой залегал в верхней части континентальной коры. После образования океанов он оказался в основании океанической коры.**

Подчеркнем, что в океаническую кору преобразуется только кора платформенных территорий. В геосинклинальных прогибах кора, образованная на

значительной глубине осадочными и вулканогенными породами, не могла так океанизироваться. При воздействии базальтового магматизма и прогрева осадочные породы мало в чем изменились. Поэтому участки коры, образованные до значительной глубины (15-25 км и более) осадочными породами, выступают на океаническом дне в виде островов или относительно мелководных зон. К их числу следует отнести Японские острова, Новую Зеландию, плато Кемпбелл, возможно, некоторые срединно-океанические хребты.

Иногда процесс океанизации коры проявлялся в ослабленном виде, захватывая лишь нижний слой коры платформ. В этом случае образовывались широко распространенные на дне океанов подводные плато, например, плато Рокколл в Северной Атлантике или плато Агульяс в Индийском океане.

источник ВОДЫ ОКЕАНОВ

Существенное изменение объема Мирового океана произошло за пос-

ледние 160 млн лет, когда образовалась большая часть глубоководных акваторий. По подсчетам Е.М. Рудича, за это время объем океанических впадин увеличился на 530-580 млн км³. Столь значительное их разрастание не сопровождалось, однако, понижением уровня океана. Это было возможно вследствие того, что одновременно с ростом объема впадин происходило пополнение водной массы океана. Увеличение объема океанических впадин и гидросферы были достаточно сбалансированы. Мантия не могла поставить такое огромное количество воды за столь короткий срок. Главным источником заполнения возникших океанических впадин были те **20% воды, что выделились при десерпентинизации коры**. Эта вода уже была соленой за счет минеральных солей, содержащихся в серпентинитах и других породах коры, и потому ее химический состав в эпоху океанизации, если и изменился, то незначительно.

Наблюдения со школьным рефрактором

Астрономические наблюдения я веду на телескопе ЗРТ-457М, его еще называют большой школьный рефрактор. Диаметр главной линзы – 80 мм, фокусное расстояние – 600 мм. Проницающая сила – около $11,5^m$.

Наиболее интересные объекты для наблюдений с этим телескопом – Юпитер и Сатурн. Юпитер выглядит небольшим диском, сплюсненным у полюсов, на диске различаются 5–6 полос и Большое Красное пятно. Хорошо видны четыре галилеевых спутника (Ио, Европа, Ганимед и Каллисто). У Сатурна детали поверхности неразличимы. Хорошо заметны кольца, видно, что с планетой они не соприкасаются. Боковым зрением (когда смотришь не прямо, а немного в сторону) можно различить щель Кассини. Хорошо виден только один спутник – Титан.

Другие планеты видны хуже. У Меркурия и Венеры можно заметить фазы. У Марса в противостоянии четко различимы полярные шапки. Уран, Нептун и астероиды выглядят как обычные звездочки.



Для наблюдений Солнца и Луны этот телескоп подходит даже лучше, чем некоторые более крупные. Солнце можно наблюдать тремя способами: с помощью темного фильтра, на светлом экране, и прямо, но только если Солнце находится вблизи горизонта и светит не слишком ярко. Первый способ мало доступен – фильтров для школьного телескопа в продаже нет, их приходится делать на заказ, а это обходится дорого. Второй способ оптимален. На телескопе устанавливаем минимальное увеличение ($30\text{--}40^{\times}$), на

расстоянии 30–50 см от окуляра ставим экран с листом бумаги. Когда в поле зрения попадет солнечный диск, на экране появится его изображение с пятнами. Третий способ самый легкий, но рискованный – можно потерять зрение! (Мне известно, что использовать этот прием школьникам не рекомендуется.) Телескоп наводится прямо на Солнце, когда оно уже очень низко над горизонтом. Здесь различимы солнечные пятна и заметно, что края диска темнее центральной части.

При наблюдениях Луны для отождествления деталей удобно пользоваться картой Луны из «Рабочей тетради-альбома» Е.П. Левитана (Открытый мир, 1997) или из уже устаревшего учебника Б.А. Воронцова-Вельяминова для X класса. В этих книгах изображение Луны прямое, как в школьном телескопе. Хорошо видны горы, крупные и средние кратеры, лучи от кратеров Тихо, Коперник, Лангрен. Отлично видны моря, океан Бурь, болото Гниения. Хотя топография Луны известна и сделаны точнейшие селено-

графические карты, визуальные наблюдения участков лунной поверхности все еще ценны для науки. Особо интересные объекты с этой точки зрения – кратеры Эратосфен, Аристарх, Манилий, Альфонс, Платон, моря Дождей, Холода и болото Гниения. Наблюдения следует проводить регулярно, желательно при одних и тех же фазах Луны.

Разрешающая способность ЗРТ-457М – 2". С ним очень интересно рассматривать двойные звезды. Например, при наведении на Альбирео (β Лебеда) хорошо заметно различие цвета звезд этой пары. Советую наблюдать α Гончих Псов, α Геркулеса, γ Дельфина, γ Андромеды, γ Овна, η Кассиопеи, 61 Лебеда, Мицар (ξ Большой Медведицы). Найти эти звезды на небе помогает книга Ф.Ю. Зигеля “Сокровища звездного

неба”. Она же пригодится и при изучении переменных звезд.

Из рассеянных звездных скоплений следует посмотреть в телескоп на Плеяды, Гиады, Ясли, Colinder 399 в созвездии Лисички. Они видны простым глазом, поэтому их легко найти на небе. В темную ночь с помощью телескопа можно насчитать в Плеядах до 50 звезд. Ясли хорошо разрешаются на отдельные звезды. Можно также попытаться увидеть М35 в Близнецах, М36, М37, М38 в Возничем, М41 в Большом Псе, М67 в Раке, М29 и М39 в Лебеде. Из шаровых звездных скоплений следует упомянуть М13 в Геркулесе и М15 в Пегасе. Их внешние части легко разрешаются на звезды. Другие (М2, М10, М12, М30) видны, как туманные пятнышки.

Из туманностей следует отметить М42 (Туманность Ориона). В ее цент-

ре даже в городе хорошо видна звезда Трапеции Ориона. А вдали от городских огней эта туманность выглядит великолепно. Другие туманности не так впечатляют. М8 и М57 выглядят как слабые туманные пятна с сероватой окраской. Северная Америка видна в форме овала, а туманности вокруг ξ Ориона неразличимы.

Из галактик лучше всего наблюдать М31 и М33. Легко можно убедиться, что их центральные части намного ярче краев. Другие яркие галактики М81, М82 и М101 видны как туманные пятнышки.

Недостаток телескопа – слабая защищенность от влаги. На улице его объектив сильно запотеваает уже через 10–15 мин и лишь через час приходит “в норму” в теплом помещении.

*Ю.В. СОЛОМОНОВ,
ученик 11-го класса школы
№ 468, Москва*

Информация

Внутрисуточная цикличность озона

Около 10 лет назад в южной Франции состоялся запуск на высоту около 40 км метеорологического зонда по научной программе, руководимой П. Эмедье из Национального исследовательского центра Франции (Париж) и Р. Шелдоном из Хьюстонского университета (штат Техас, США).

Главная цель эксперимента – определение концентрации в атмосфере окислов азота. Одновремен-

но проведены озонметрические наблюдения, но тогда особого значения им не придали. Однако Р. Шелдон вернулся к рассмотрению полученных данных и установил, что содержание озона в воздушном пространстве в момент восхода Солнца начинает быстро падать и снижается в течение 20 мин, пока его количество не уменьшится вдвое по сравнению с исходным. Затем концентрация озона снова возрастает. Так как временное убывание количества этого газа происходит лишь на рассвете, оно вряд ли увеличивает количество ультрафиолетового бета-излучения, проникающего к поверхности Земли, которое считают способствующим заболеванию раком кожи.

Автор предположил существование связи явления с дифракцией первых солнечных лучей, поступающих в атмосферу Земли, что позволяет низкоэнергетичному излучению попадать в стратосферу. Именно этот вид излучения обладает наибольшей озоноразрушающей способностью.

Специалисты полагают, что суточные колебания концентрации озона происходят только в верхней стратосфере, то есть над главным слоем озоносферы. В таком случае это никак не связано с истощением озона, вызываемым деятельностью человека.

New Scientist, 1997, 153, 54

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ МАЙ – ИЮНЬ 1999 г.

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СОЛНЦЕ – ЗЕМЛЯ

Летнее солнцестояние Июнь 21, 19^ч49,1^м

ФАЗЫ ЛУНЫ

| последняя четверть | новолуние | первая четверть | полнолуние |
|--|---|--|--|
| Май 8, 17 ^ч 29 ^м Июнь 7, 4 ^ч 20 ^м | Май 15, 12 ^ч 05 ^м Июнь 13, 19 ^ч 03 ^м | Май 22, 5 ^ч 34 ^м Июнь 20, 18 ^ч 30 ^м | Май, 30, 14 ^ч 55 ^м Июнь 28, 21 ^ч 37 ^м |

ИНФОРМАЦИЯ О ПЛАНЕТАХ

Меркурий: верхнее соединение
Май 25, 18,4^ч
наибольшая восточная
элонгация (26°)
Июнь 28, 22,9^ч
стояние Май 9, 21,4^ч

Венера: наибольшая восточная
элонгация (45°)
Июнь 11, 11,7^ч

Марс: стояние Июнь 5, 7,4^ч
противостояние
Июнь 24, 17,6^ч

Уран: стояние Май 22, 3,3^ч
Нептун: стояние Май 6, 22,9^ч

Плутон: противостояние
Май 31, 0,1^ч

Соединения планет:
Май 1, 9,9^ч
Марс 2,5° N с
Юпитером
Май 13, 18,4^ч
Меркурий 1° N с
Сатурном

ПЕРИГЕЙ И АПОГЕЙ ЛУНЫ И РАССТОЯНИЯ ДО ЛУНЫ

| апогей | перигей | апогей | перигей | апогей |
|----------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Май 2, 6,2 ^ч | Май 15, 15,2 ^ч | Май 29, 8,2 ^ч | Июнь 13, 0,8 ^ч | Июнь 25, 15,5 ^ч |
| 406277 км | 357093 км | 406398 км | 358191 км | 405859 км |

СОЕДИНЕНИЯ ПЛАНЕТ С ЛУНОЙ

Май 7, 16.5^ч Нептун 1° S. Май 8, 16.1^ч Уран 1° S. Май 13, 5.3^ч Юпитер 4° N.

Май 14, 10.6^ч Сатурн 3° N. Май 14, 12.8^ч Меркурий 4° N. Май 18, 15.3^ч Венера 6° N.

Май 26 11.3^ч Марс 5° S.

Июнь 3, 22.0^ч Нептун 1° S. Июнь 4, 22.2^ч Уран 1° S. Июнь 10, 0.1^ч Юпитер 4° N.

Июнь 11, 2.0^ч Сатурн 3° N. Июнь 15, 7.8^ч Меркурий 4° N. Июнь 17, 3.4^ч Венера 2° N.

Июнь 22, 20.0^ч Марс 6° S.

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ (НА 0°УТ)

| Дата | Прямое восхождение | Склонение | Видимый диаметр | Блеск | |
|-----------------|--------------------|--|-----------------|------------------|-------------------|
| Меркурий | | | | | |
| Май | 5 | 1 ^h 30 ^m 06.4 ^s | +6°14'00" | 5.9 ^m | -0.3 ^m |
| | 15 | 2 37 46.4 | 13 57 11 | 5.3 | -1.0 |
| | 25 | 4 01 08.8 | 20 57 15 | 5.1 | -2.2 |
| Июнь | 4 | 5 33 25.6 | 25 01 22 | 5.4 | -1.2 |
| | 14 | 6 55 35.1 | 24 51 21 | 6.2 | -0.4 |
| | 24 | 7 56 58.6 | 21 52 05 | 7.4 | 0.3 |
| Венера | | | | | |
| Май | 5 | 5 41 39.4 | 25 45 13 | 16.6 | -4.1 |
| | 15 | 6 31 02.6 | 25 52 15 | 18.0 | -4.2 |
| | 25 | 7 18 34.3 | 24 55 14 | 19.6 | -4.2 |
| Июнь | 4 | 8 03 01.3 | 23 01 29 | 21.7 | -4.3 |
| | 14 | 8 43 24.2 | 20 21 57 | 24.3 | -4.3 |
| | 24 | 8 18 47.9 | 17 10 11 | 27.5 | -4.4 |
| Марс | | | | | |
| Май | 5 | 13 54 09.0 | -10 43 18 | 16.2 | -1.6 |
| | 15 | 13 41 36.4 | -10 01 35 | 15.8 | -1.4 |
| | 25 | 13 33 17.6 | -9 41 12 | 15.0 | -1.2 |
| Июнь | 4 | 13 30 04.6 | -9 46 59 | 14.0 | -1.0 |
| | 14 | 13 31 52.5 | -10 18 23 | 13.0 | -0.8 |
| | 24 | 13 38 14.8 | -11 12 27 | 12.1 | -0.6 |
| Юпитер | | | | | |
| Май | 5 | 1 12 11.9 | 6 27 33 | 33.7 | -2.1 |
| | 15 | 1 20 39.7 | 7 17 53 | 34.1 | -2.1 |
| | 25 | 1 28 49.4 | 8 05 19 | 34.7 | -2.1 |
| Июнь | 4 | 1 36 35.9 | 8 49 24 | 35.3 | -2.1 |
| | 14 | 1 43 54.1 | 9 29 43 | 36.1 | -2.2 |
| | 24 | 1 50 37.6 | 10 05 48 | 37.0 | -2.2 |
| Сатурн | | | | | |
| Май | 5 | 2 24 19.1 | 12 01 05 | 16.2 | 0.1 |
| | 15 | 2 29 13.3 | 12 25 08 | 16.3 | 0.1 |
| | 25 | 2 34 01.6 | 12 47 55 | 16.4 | 0.1 |
| Июнь | 4 | 2 38 39.8 | 13 09 09 | 16.5 | 0.1 |
| | 14 | 2 43 03.9 | 13 28 34 | 16.6 | 0.1 |
| | 24 | 2 47 09.5 | 13 45 56 | 16.8 | 0.1 |
| Уран | | | | | |
| Май | 5 | 21 17 21.0 | -16 28 24 | 3.5 | 5.8 |
| | 15 | 21 17 45.0 | -16 26 59 | 3.6 | 5.8 |
| | 25 | 21 17 49.3 | -16 27 04 | 3.6 | 5.8 |
| Июнь | 4 | 21 17 34.3 | -16 28 35 | 3.6 | 5.8 |
| | 14 | 21 17 00.8 | -16 31 30 | 3.7 | 5.7 |
| | 24 | 21 16 10.1 | -16 35 40 | 3.7 | 5.7 |
| Нептун | | | | | |
| Май | 5 | 20 26 30.7 | -18 53 13 | 2.3 | 7.9 |
| | 15 | 20 26 26.7 | -18 53 28 | 2.3 | 7.9 |
| | 25 | 20 26 09.1 | -18 54 28 | 2.3 | 7.9 |
| Июнь | 4 | 20 25 40.4 | -18 56 11 | 2.3 | 7.9 |
| | 14 | 20 25 00.0 | -18 58 32 | 2.3 | 7.9 |
| | 24 | 20 24 10.2 | -19 01 26 | 2.3 | 7.9 |

Условия видимости планет

МЕРКУРИЙ: Видимости нет. Пройдет по созвездиям Овна, Тельца, Близнецов.

ВЕНЕРА: хорошая вечерняя видимость. Созвездия Близнецов, Рака.

МАРС: хорошая видимость, в начале мая виден почти всю ночь, в дальнейшем видимость постепенно сокращается. Созвездие Девы.

ЮПИТЕР: утренняя видимость начинается во второй половине мая. Созвездие Рыб.

САТУРН: утренняя видимость начинается в июне. Созвездие Овна.

УРАН и НЕПТУН: утренняя видимость. Созвездие Козерога.

Заход и восход Солнца, заход планет с вечерней и восход планет с утренней видимостью на широте 56°

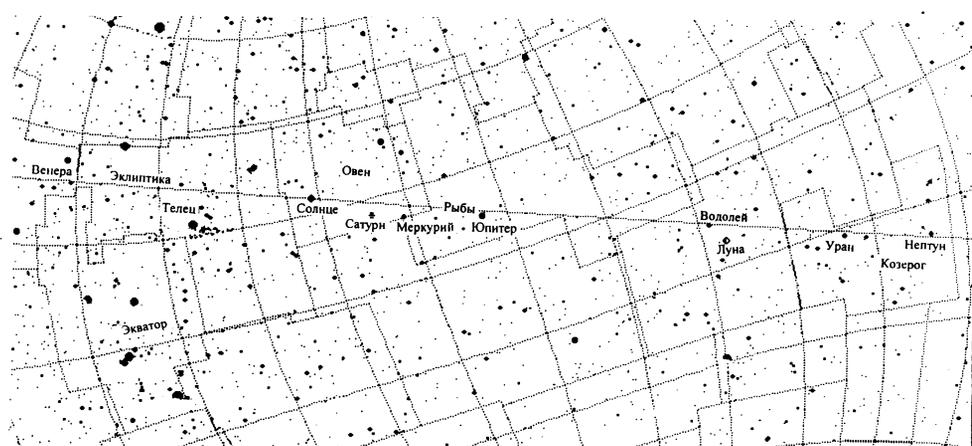
| | | Солнце | | Венера | Марс | Юпитер | Сатурн | Уран | Нептун |
|------|----|--------|--------------------------------|--------|------|--------|--------|-------|--------|
| дата | | заход | восход | заход | | восход | | | |
| Май | 5 | 19 46 | 4 ^h 08 ^m | 0 03 | 3 58 | 3 39 | 4 16 | 2 07 | 1 34 |
| | 15 | 20 06 | 3 48 | 0 13 | 3 11 | 3 03 | 3 39 | 1 28 | 0 54 |
| | 25 | 20 23 | 3 32 | 0 10 | 3 25 | 2 27 | 3 02 | 0 48 | 0 15 |
| Июнь | 4 | 20 38 | 3 20 | 23 55 | 1 43 | 1 51 | 2 25 | 0 09 | 23 35 |
| | 14 | 20 47 | 3 13 | 23 32 | 1 02 | 1 15 | 1 48 | 23 29 | 22 55 |
| | 24 | 20 51 | 3 14 | 23 03 | 0 24 | 0 38 | 1 10 | 22 50 | 22 16 |

Заход и восход Солнца, заход планет с вечерней и восход планет с утренней видимостью на широте 50°

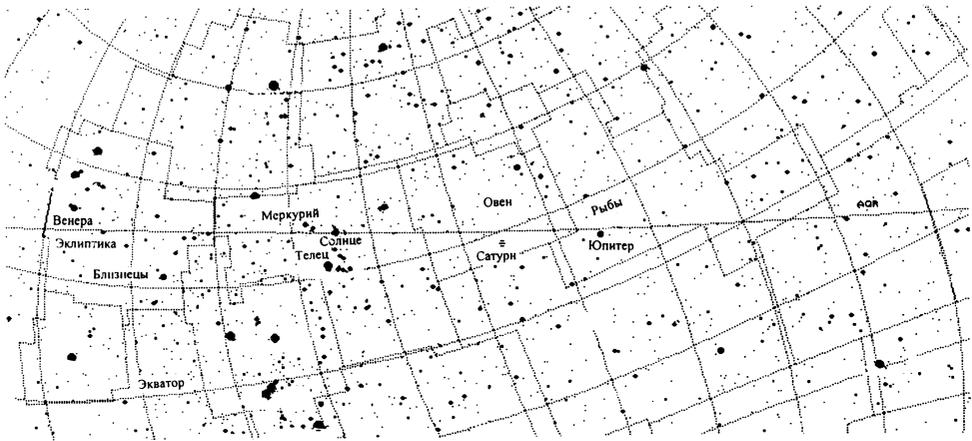
| | | Солнце | | Венера | Марс | Юпитер | Сатурн | Уран | Нептун |
|------|----|--------|--------|--------|------|--------|--------|-------|--------|
| дата | | заход | восход | заход | | восход | | | |
| Май | 5 | 19 24 | 4 30 | 23 19 | 4 10 | 3 47 | 4 31 | 1 46 | 1 09 |
| | 15 | 19 39 | 4 15 | 23 29 | 3 22 | 3 12 | 3 55 | 1 07 | 0 29 |
| | 25 | 19 52 | 4 03 | 23 29 | 2 37 | 2 37 | 3 18 | 0 28 | 23 50 |
| Июнь | 4 | 20 03 | 3 54 | 23 20 | 1 54 | 2 02 | 2 42 | 23 48 | 23 10 |
| | 14 | 20 10 | 3 50 | 23 03 | 1 14 | 1 27 | 2 05 | 23 09 | 22 31 |
| | 24 | 20 13 | 3 51 | 22 40 | 0 37 | 0 51 | 1 28 | 22 29 | 21 51 |

Примечание: В таблицах указано местное время. Чтобы определить время захода (восхода) по Вашим часам, прибавьте к моменту, указанному в таблице, разницу между временем Вашего часового пояса и всемирным временем UT (целое число часов) и вычтите долготу пункта наблюдений.

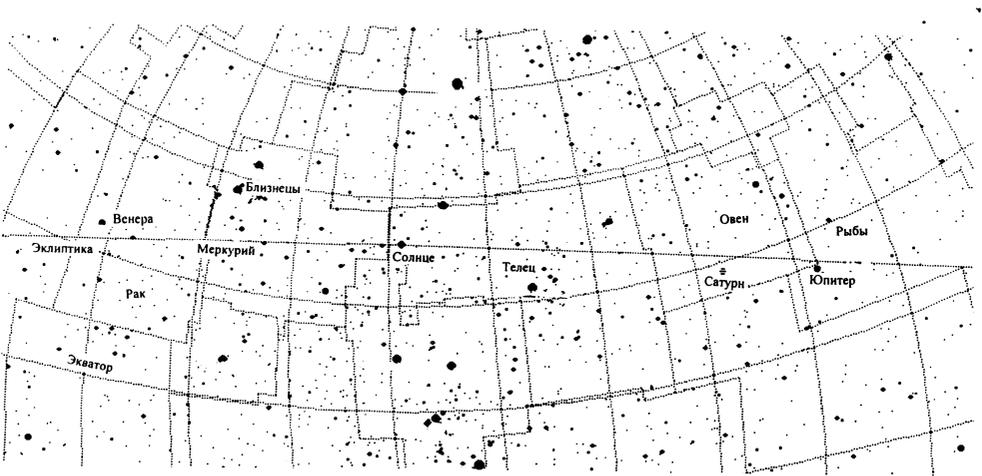
Пример: Найти момент восхода Солнца в г. Орел (долгота $\lambda = 2^{\text{h}}36^{\text{m}}$, широта $\varphi = 53^\circ$) 1 июня 1999 г. Начнем с интерполяции на дату. Из таблиц: 25 мая на широте 56° Солнце восходит в $3^{\text{h}}32^{\text{m}}$, 4 июня – в $3^{\text{h}}20^{\text{m}}$. Дата 1 июня отстоит на 7 сут от 25 мая, табличный интервал – 10 сут. Следовательно, коэффициент интерполяции 0,7. 1 июня Солнце взойдет в $3^{\text{h}}32^{\text{m}} + (3^{\text{h}}20^{\text{m}} - 3^{\text{h}}32^{\text{m}}) \times 0,7 = 3^{\text{h}}24^{\text{m}}$. Аналогично найдем для широты 50° : восход Солнца 1 июня – $3^{\text{h}}57^{\text{m}}$. Теперь следует интерполяция по широте с коэффициентом 0,5: $3^{\text{h}}24^{\text{m}} + (3^{\text{h}}57^{\text{m}} - 3^{\text{h}}24^{\text{m}}) \times 0,5 = 3^{\text{h}}40^{\text{m}}$. Это местное время восхода Солнца в Орле 1 июня. К нему прибавим разницу с Гринвичским временем (летом – 4 ч.) и вычтем долготу $2^{\text{h}}36^{\text{m}}$. Получим $5^{\text{h}}16^{\text{m}}$. Такое время покажут ваши часы в момент восхода Солнца. (Допустима ошибка в 1–2 мин.).



Солнце, Луна и планеты Венера, Сатурн, Меркурий, Юпитер, Уран и Нептун на эклиптике 10 мая 1999 г.



Солнце и планеты Венера, Меркурий, Сатурн, Юпитер и Уран на эклиптике 30 мая 1999 г.



Солнце и планеты Венера, Меркурий, Сатурн и Юпитер на эклиптике 20 июня 1999 г.

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

| Название потока | Даты видимости | Радиант | | Созвездие | V, км/с | Часовое число |
|-----------------------|-----------------|---------------------------------|----------|-------------|---------|---------------|
| | | α | δ | | | |
| η -Аквариды | апр 21 – май 12 | 22 ^h 16 ^m | -4° | Водолей | 66 | 12 |
| Корониды | май 21 – 31 | 15 28 | 34 | Сев. Корона | | 6 |
| Ариетиды | май 21 – июль 1 | 2 36 | 24 | Овен | | |
| γ -Скорпиониды | май – июнь | 15 12 | -28 | Весы | 28 | 7 |

В.А. ЮРЕВИЧ

Солнце в октябре-ноябре 1998 г.

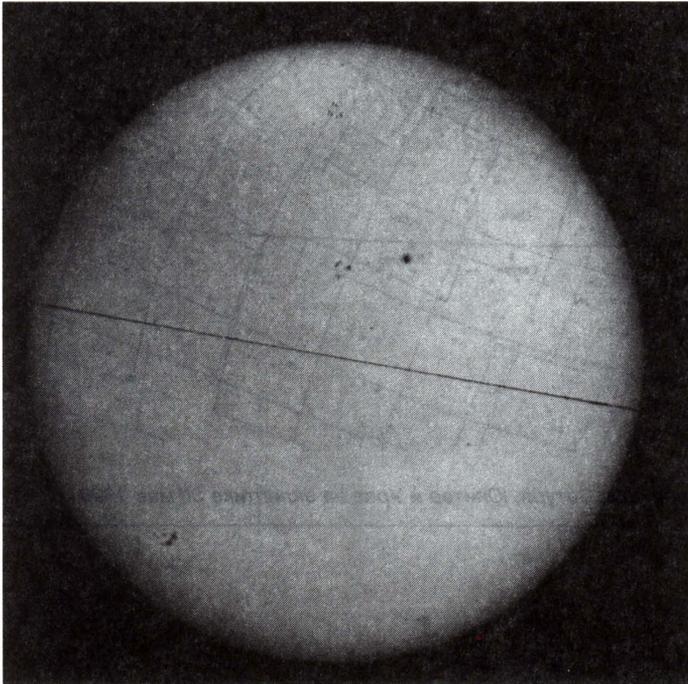
Гелиофизикам давно известно, что кривая изменения относительного числа солнечных пятен (числа Вольфа W) может считаться гладкой лишь с большой натяжкой. Асимметричная колоколообразная кривая, отражающая развитие 11-летнего цикла солнечной активности, изрезана многочисленными пиками и спадами. Характерное время таких вариаций – 2-5 месяцев.

Наглядным примером может служить ситуация осенью 1998 г. Если в августе-сентябре среднесуточное число Вольфа в плотную приблизилось к значению 100, то в октябре-ноябре активность заметно снизилась и среднее число W оказалось в пределах 50-60. В начале октября на солнечном диске наблюдалась единственная заметная группа пятен. Лишь к концу второй декады число пятен снова увеличилось, однако эти группы были сравнительно небольшими. К концу октября активность вновь понизилась.

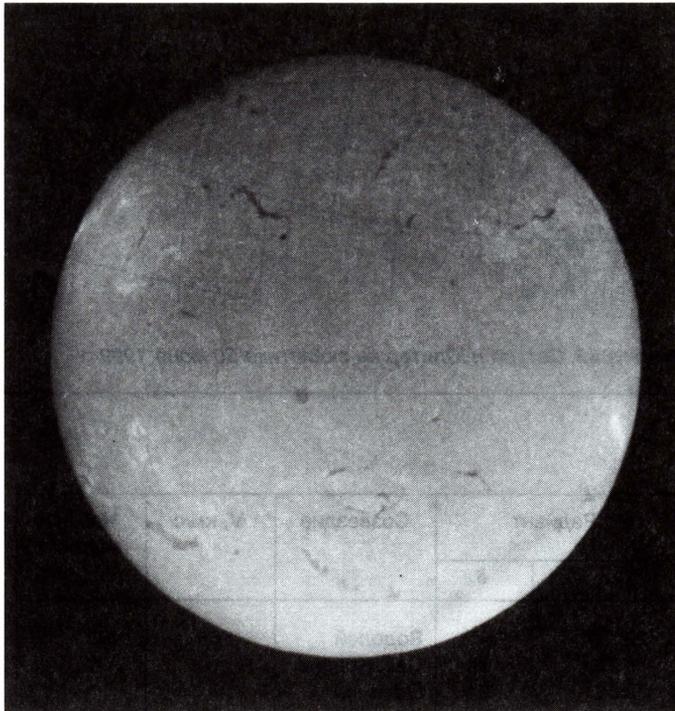
В ноябре солнечную активность можно назвать умеренной. Как и в августе-сентябре, распределение пятен и их групп по долготе было очень неравномерным.

Характер вариаций числа солнечных пятен позволяет предположить заметное увеличение величины W зимой 1998-99 гг. Солнечный цикл продолжает развиваться.

*С.А. ЯЗЕВ,
кандидат физико-математических наук*



Фотосфера Солнца 9 октября 1998 г. Немногочисленные группы пятен наблюдаются на высоких широтах в северном и южном полушариях Солнца



Хромосфера Солнца в линии H_{α} 25 октября 1998 г. Активность выражена в виде слабоконтрастных флоккулов в южном и северном полушариях. Здесь же локализованы диффузные волокна (протуберанцы), которые на фоне диска Солнца выглядят темными полосками причудливой формы.

Снимки Т.В. Говориной, Байкальская астрофизическая обсерватория ИСЗ СО РАН.

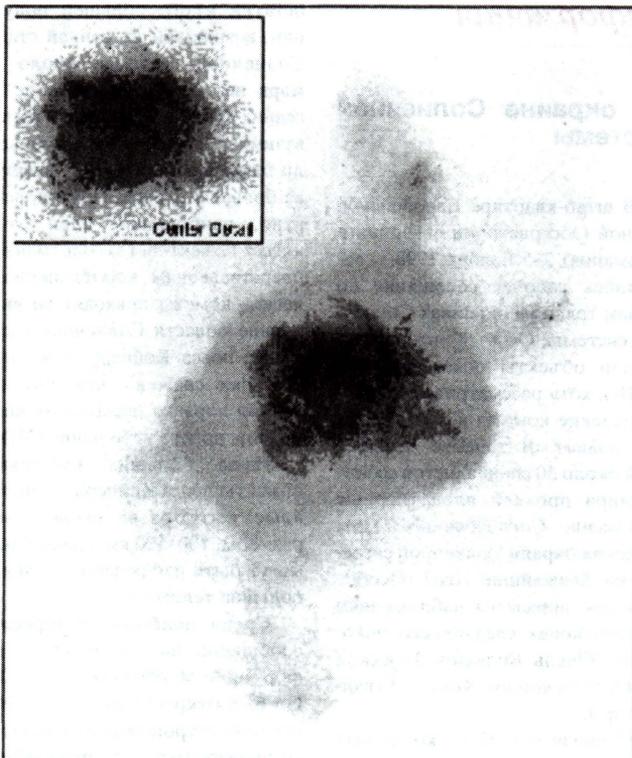
“Черепаша” в космосе

Космический Телескоп им. Хаббла уже показал нам, что умирающие солнцеподобные звезды способны создавать структуры очень странных форм (планетарные туманности). Исследуя объект NGC 6210, КТХ добавил еще одну причудливую форму к своей “портретной” галерее – морскую черепаху. (Присвоение планетарным туманностям подобных имен – вызов природе в попытках понять, как она создает эти необычные формы.)

NGC 6210 расположена в созвездии Геркулеса на расстоянии около 6600 св. лет. Размер туманности – около 1.6 св. года. Внутренняя оболочка – около 0.5 св. года в диаметре.

Большой снимок показывает всю туманность, а на врезке – сложная структура, окружающая умирающую звезду. Оба изображения скомпонованы из снимков, полученных при наблюдениях 6 августа 1997 г. Широкоугольной планетной камерой 2 (WEPIC2). Свечение туманности вызывается ультрафиолетовым светом из умирающей звезды, ионизирующим и возбуждающим атомы туманности. Большее изображение скомпоновано из снимков, полученных с тремя фильтрами. Красный фильтр показывает распределение водорода, составляющего большую часть вещества туманности; синий – ионизованный кислород, и зеленый – дважды ионизованный кислород.

Внешние слои вещества, отделившиеся от звезды, размывают ее очертания. Яркая центральная область кажется похожей на “обо-



Planetary Nebula NGC 6210

лочку наутилуса”; внешняя структура – на “черепашу”. Центральная звезда выглядит белой точкой. Она видна на обоих изображениях, но лучше выделяется на врезке. Вещество, извергнутое центральной звездой, перфорирует оболочки “наутилуса”. Замечательная особенность туманности – многочисленные дыры во внутренних оболочках, из которых извергаются струи материи. Эти джеты формируют выбросы, направленные в противоположные стороны. По крайней мере четыре струи материи хорошо заметны в туманности. Джеты попарно противоположны друг другу, выявляя свою “биполярную” природу. Считается, что источник джетов – “быстрый ветер”, т.е. поток частиц, разогнанных излучением горячей центральной звезды. Яркие ободки во внутреннем “наутилусе” обо-

лочку очерчивает дыры. Они созданы этим “ветром” и действуют подобно соплу шланга, направляющего поток материи.

Другая особенность – выступ справа в форме наконечника стрелы, выходящий из дыры почти на краю. “Наконечник Стрелы” сдвигает наружу вещество туманности. Образованное при этом вздутие имеет уменьшенный аналог на противоположном краю. Вся картина свидетельствует о поэтапном формировании туманности, поскольку выступы расположены ближе к центральной звезде, чем окраинные джеты. Нижний выброс на основном снимке – серия пятен разной плотности, показывающая, что джеты – переменной интенсивности.

RELEASE: STScI-PRC98-36
October 22, 1998

На окраине Солнечной системы

В штаб-квартире Европейской Южной Обсерватории в Гарчинге (Германия) 2–5 ноября 1998 г. состоялось рабочее совещание по малым телам на окраинах Солнечной системы. Особый интерес вызывали объекты пояса Койпера (ОПК), хотя рассматривались также далекие кометы и луны внешних планет. В течение четырех дней около 50 специалистов со всего мира провели плодотворные дискуссии. Согласованы планы изучения окраин Солнечной системы на ближайшие годы. Особое значение придается наблюдениям на телескопах следующего поколения (Очень Большой Телескоп ЕЮО, телескоп им. Кека на Гавайях и др.).

Начиная с 1992 г., когда был обнаружен первый объект пояса Койпера, открыто более 70 небесных тел этого типа. Всего там может насчитываться до 100000 объектов размером более 100 км. Самый далекий из них, 1996 TL66 удаляется на расстояние в 135 а.е. от Солнца.

Эти объекты, по-видимому, –

остатки много большей популяции, возникшей на ранней стадии Солнечной системы, около 4,5 млрд лет назад. Притяжение соседних планет, Нептуна и Урана, и взаимные столкновения уменьшили их количество. Самая внешняя из больших планет, Плутон, вероятно, наибольший член этого класса объектов. По современным представлениям короткопериодические кометы приходят во внутренние области Солнечной системы из пояса Койпера, и их ядра, «грязные снежки», чей обычный размер порядка нескольких километров, просто небольшие ОПК.

Из-за больших расстояний объекты пояса Койпера очень тусклые, несмотря на значительные размеры, 100–500 км в диаметре, и могут быть наблюдаемы только в большие телескопы.

Среди наиболее интересных сообщений на совещании – информация об объекте 1996 TO66. Он был открыт в октябре 1996 г. группой астрономов из Гавайского университета во время обзора неба, имевшего целью поиск ОПК. 1996 TO66 – один из ярчайших транснептуновых объектов – его блеск 21,2^m, что все же в 1,5 млн раз слабее, чем слабейшие из звезд, видимых невооруженным взглядом. Астрономы ЕЮО на 3,6-м Телескопе Новых Технологий в

течение 6 ночей августа–октября 1997 г. получили через различные оптические фильтры около 50 снимков этого объекта и точно измерили его яркость. Оказалось, что она меняется с периодом около 6 ч 15 мин, и переменность вызвана вращением объекта. Диаметр 1996 TO66, оцененный по средней яркости, оказался наибольшим из всех известных ОПК, примерно 600 км, а это составляет ровно одну треть от размера Плутона. Кроме того, это небесное тело оказалось продолговатой формы, одна ось на 10% больше, чем другая. Очень возможно, что на поверхности имеются темные и светлые районы. Цвет его сероголубой, сходный с цветом Харона (спутник Плутона) и ОПК 1996 TL66.

Обнаружение вращения ОПК дает ценную информацию для понимания процессов формирования Солнечной системы: ведь 1996 TO66 сравнительно большой объект, и его период вращения, возможно, так и не изменился с момента образования. Интересно, что Хирон, малая планета на орбите между Сатурном и Ураном, тоже имеет период вращения, близкий к 6 час.

ESO Press Release 41/98
5 November 1998

Планетоход, использующий местные ресурсы

В декабре 1997 г. в Университете штата Аризона состоялись успешные испытания планетохода, которому предстоит прокатиться по пыльным тропинкам иных миров. Детище инженера М. Маркоцци названо «LORPEX» (исследователь планет, заправляющийся местным топливом) – это новый тип космического аппарата.

Конструктивно планетоход похож на марсоход «Соджнер» (Земля и Вселенная, 1998, № 3), который в июле–сентябре 1997 г. перемещался на небольшие расстояния при изучении долины Арес Валлис в районе посадки американской

станции «Марс Патфайндер». Планетоход «LORPEX» сможет не только ездить на колесах, но и подсказывать и даже совершать полеты над поверхностью планеты, так как оснащен миниатюрным ракетным двигателем.

Аппарат будет снабжен системой самостоятельного производства топлива из материалов планеты для работы двигателя планетохода. С этой целью будет применяться метод электролиза твердых окислов грунта. Для производства топлива в качестве катализатора служит мембранная ячейка из окиси циркония. Солнечная батарея планетохода будет вырабатывать энергию, нагревая мембрану до 900° С. При такой температуре двуокись углерода разлагается на

кислород и окись углерода. Мембрана сепарирует данные компоненты, и затем они пропускаются через сифон, а потом помещаются в топливный бак. Такая технология позволяет получать за 10 сут до 1 кг топлива. Этого достаточно, чтобы аппарат мог пролететь расстояние до 2 км или подпрыгнуть до того места, где предстоит провести исследования.

Конструкторы «LORPEX» предложили NASA воспользоваться планетоходом такого типа для дальнейших исследований Марса, других планет и их спутников. Предполагается использовать его в проектах полетов американских АМС на Марс (в 2003–2005 гг.).

New Scientist, 1997, 156, 2012

К 275-летию Российской академии наук

Музей Земли в Московском университете

С.А. УШАКОВ,
доктор геолого-минералогических наук

Б.С. ЗАЛОГИН,
кандидат географических наук

Е.П. ДУБИНИН,
доктор геолого-минералогических наук

Хорошо известно высотное здание Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова на Воробьевых горах. Но, очевидно, не все знают, что на верхних этажах, метрах в 50-ти ниже шпиля, увенчанного звездой, расположен уникальный, единственный в мире Музей земледования, представляющий нашу планету во

всей ее многоликости. Он занимает семь этажей (с 24 по 31-й). Общая площадь его помещений – около 3000 м².

Под термином «землеведение» понимается комплекс таких взаимосвязанных наук о Земле, как геотектоника и минералогия, география и океанология, геофизика и геохимия...

Музей землеведения –

учебно-научное исследовательское подразделение МГУ. Здесь профессора и преподаватели факультетов читают лекции студентам и проводят практические занятия с ними, а сотрудники музея ведут фундаментальные и прикладные исследования. Музей землеведения – головной среди вузовских музеев страны.

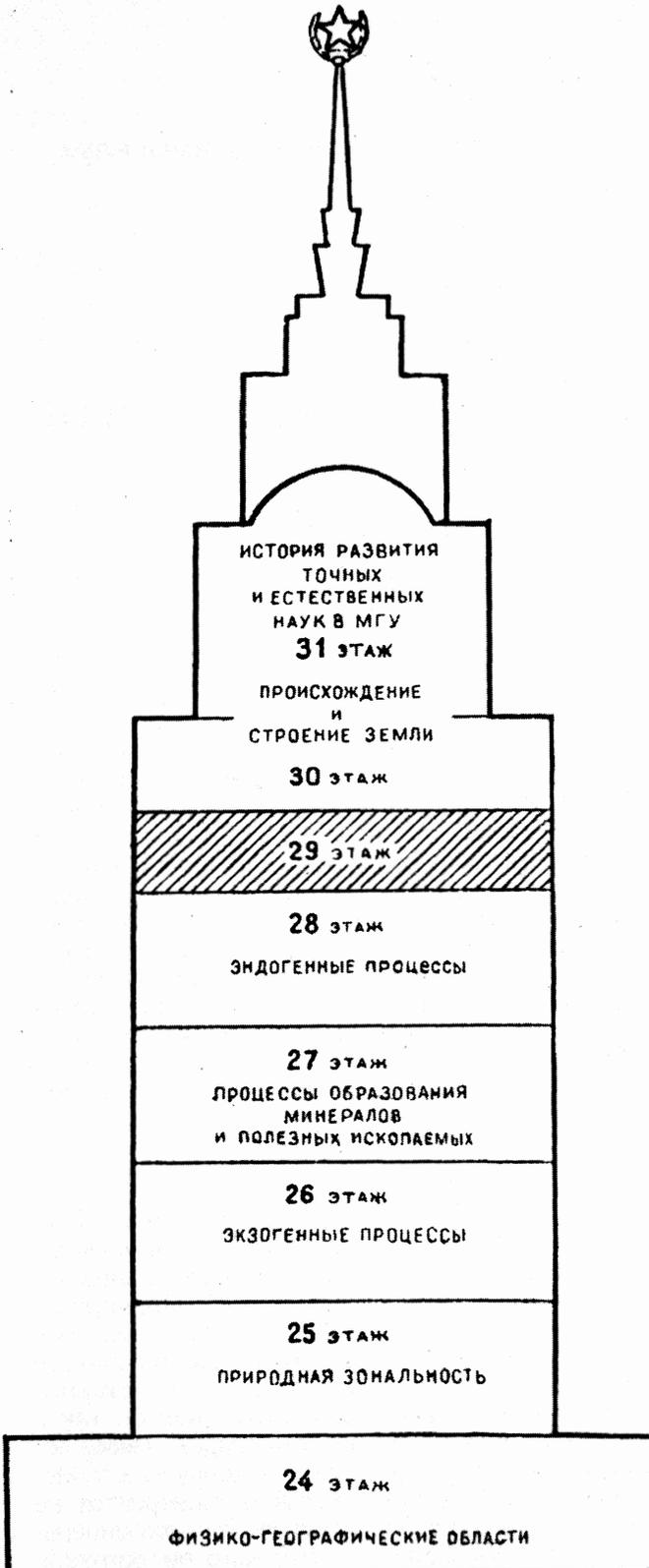
РОЖДЕНИЕ И ПЕРВЫЕ ШАГИ

Уже в первые годы после основания Московского университета в нем были созданы геологический и минералогический кабинеты (по сути, музеи). С течением времени они превратились в крупные собрания минералов, руд и горных пород. В конце прошлого века вы-

дающимся географом и этнографом Д.Н. Анучиным (1843-1923) был организован небольшой, но содержательный географический музей. В 1930 г. геологический и минералогический музеи переданы Московскому геологоразведочному институту, а географический остался в МГУ, он значительно пострадал в годы Вели-

кой отечественной войны: сохранились лишь отдельные разрозненные экспонаты. Планировалось организовать университетский почвенный музей, но из-за отсутствия помещений он так и не был создан. Таким образом, к концу 40-х гг. Московский университет не имел ни геолого-минералогического, ни географического,

Расположение отделов Музея землеведения на верхних этажах высотного здания МГУ на Воробьевых горах в Москве



ческого, ни почвенного музея.

Чтобы ликвидировать этот пробел, в новом здании МГУ на Ленинских горах, строительство которого началось в конце 40-х гг., предполагалось организовать соответствующие музеи на каждом из естественных факультетов. Одновременно родилась идея единого межфакультетского музея, который объединил бы современные знания в области геологической, географической и биологической науки. После неоднократных обсуждений, в феврале 1950 г. ректор МГУ академик А. Несмеянов обратился с ходатайством к правительству. И вот принято специальное постановление Совета Министров СССР от 23 августа 1950 г. о создании в высотной части нового здания МГУ им. М.В. Ломоносова Музея землеведения с тремя разделами: история развития Земли (общее землеведение), природа СССР и история развития точных и естественных наук в Московском университете.

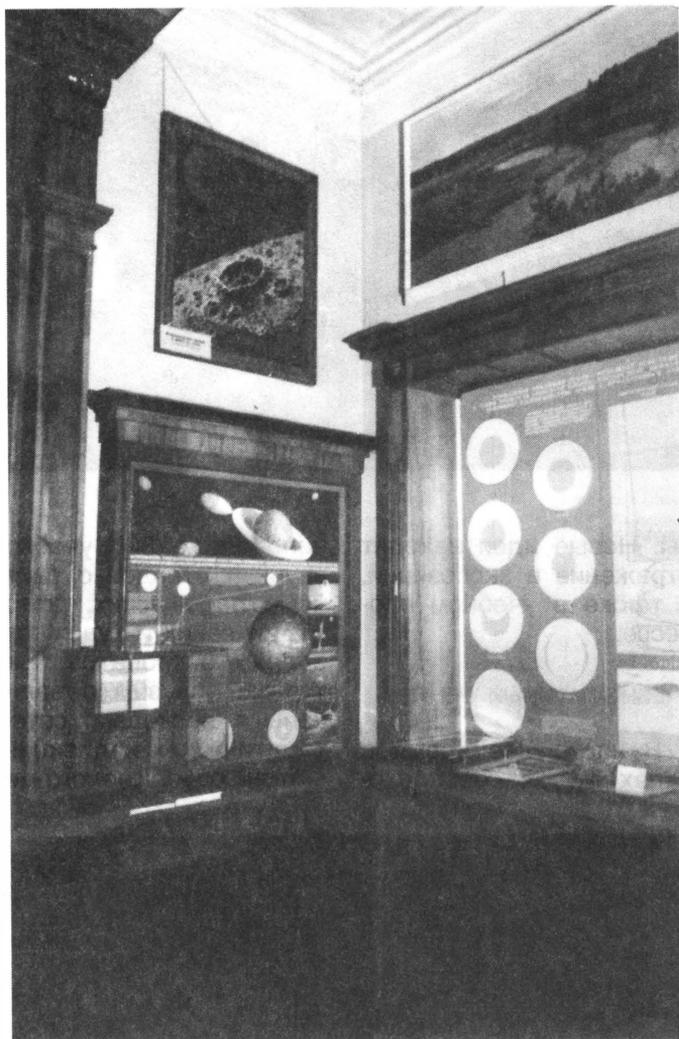
Первую дирекцию Музея возглавил известный географ, популяризатор науки и литератор Ю.К. Ефремов. Под его руководством организовали сотрудники географического и геологического факультетов полевые сборы природных экспонатов и со-

Экспозиция начинается с самого верхнего, 31-го этажа. Она демонстрирует начальный период эволюции Земли

ставили начальные проекты оформления стендов. Общее научное содержание экспозиций разработано Музейной комиссией МГУ под председательством профессора Геологического факультета Е.А. Кузнецова.

В конце 1951 г. директором Музея землеведения стал профессор Геологического факультета МГУ Н.П. Ермаков. С ноября 1951 г. началась регулярная работа по оформлению и обустройству Музея землеведения (после переезда в новое здание на Ленинских горах). В ней участвовало свыше 700 ученых и сотрудников МГУ, а также ряда институтов Академии наук СССР и других научных и прикладных учреждений страны, более 200 художников и скульпторов. Основные работы были выполнены за два года.

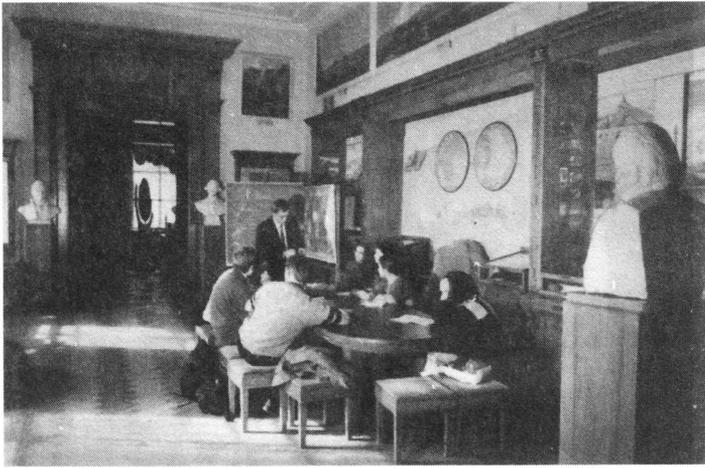
В дни, когда отмечался 200-летний юбилей Московского университета, 14 мая 1955 г. состоялось официальное открытие Музея землеведения. Были открыты экспозиции в 16 залах, на 5 верхних этажах Музея. К 7 ноября 1955 г. открыли еще 4 зала на 25-ом этаже, а в 1959 г. – все залы 24-го этажа. На этом создание Музея землеведения практически завершилось. Он стал функционировать как учебно-научное подразделение Московского университета.



С июля 1961 по 1979 г. деятельностью Музея руководил его директор профессор Геологического факультета Б.А. Савельев. В эти годы структура Музея включала отделы: «Происхождение и строение Земли», «Эндогенные процессы», «Процессы образования минералов и полезных ископаемых», «Экзогенные процессы и история Земли», «Природная зональность», «Физико-географические области СССР и мира». С 1961 г. издает-

ся музейный сборник «Жизнь Земли», в котором сотрудники музея и других научных организаций публикуют результаты своих исследований, статьи по музейной методической и фондовой работе, а также информационные материалы.

С 1980 г. Музей землеведения возглавляет геолог-тектонист профессор С.А. Ушаков. Работа сотрудников теперь ориентируется не только на современные достижения науки, но и на ее перспекти-



Занятия со студентами у стендов Музея землеведения

вы. Новые идеи находят отражение в экспозиции, а также в учебном процессе.

УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

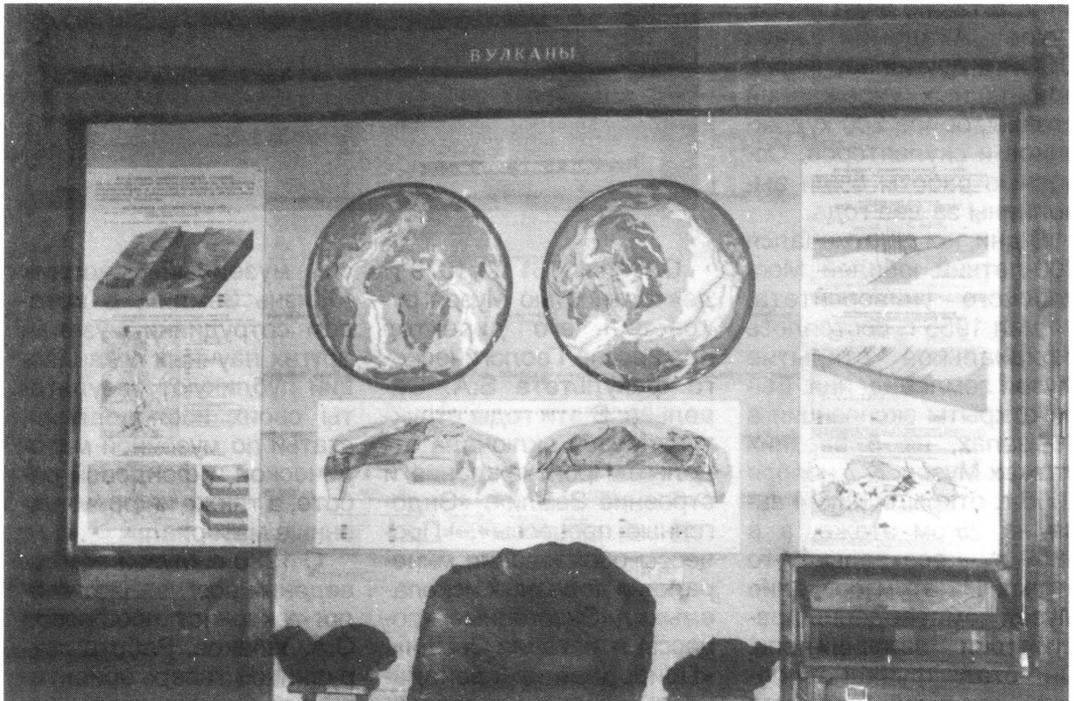
В настоящее время в залах Музея сосредото-

чено около 300 учебно-научных стендов с тысячами графических, картографических и художественных экспонатов. Натурные образцы объединены в несколько сотен тематических коллекций, включающих геолого-ми-

нералогические образцы, почвенные монолиты, гербарии и чучела животных. Над стендами расположено более 250 природоведческих картин — пейзажи разных регионов страны, выполненные ведущими художниками преимущественно с натуры. Около 100 бюстов и барельефов крупнейших отечественных и зарубежных ученых размещено в залах.

В музее четыре сектора: геодинамики, минералогии

Экспозиция, рассказывающая об эндогенных факторах жизни Земли: о вулканизме и землетрясениях



и истории Земли, космического землеведения и рационального природопользования, музейно-методической работы и фондов. Во всех залах регулярно проводятся учебные занятия студентов – на базе уникальных натуральных коллекций, проблемной и тематической природоведческой экспозиции. Научная графика и карты, размещенные на учебных экспозиционных стендах, органично связаны с натурными экспонатами на пристендовых витринах. Их дополняют художественные произведения-картины и скульптуры. Особенности геологических и географических процессов на Земле, в мировом океане и морях, в различных регионах нашей планеты рассматриваются комплексно. Экспозиция Музея учитывает содержание учебных курсов геологического, географического, почвенного и биологического факультетов. Но она также значительно расширяет кругозор студентов, углубляет получаемые ими знания.

Не только студенты МГУ – постоянные гости Музея. В нем проводятся занятия и со слушателями университетского центра «Экология», со студентами других вузов, школьниками, учащимися колледжей, гимназий. Это – научно-методический и организационный центр вузовских музеев



России. Он координирует работу около 300 российских вузовских музеев, организует научно-практические конференции, семинары и школы, курсы повышения квалификации работников музеев других вузов. В ежегодно проводимой научной конференции Московского университета «Ломоносовские чтения» всегда работает секция музееведения.

В недалекой перспективе в Музее намечено создать систему информации, включающую банк основных данных о музее в целом и его подразделениях в Интернете. Тогда разностороннюю информацию о музее можно будет получать оперативно во всех уголках Земли.

ОТ ОБЩЕГО К ЧАСТНОМУ

В соответствии с общим музейным принципом системное представление о Земле дается от общего к частному. В экспозиции 31 и 30 этажей Земля рассматривается как планета Солнечной системы. Здесь рассказано о различных теориях происхождения и развития Вселенной, Галактики, Солнечной системы и Земли.

Тематический стенд «Сферы Земли» дает представление о ее внутреннем строении (субъядре, ядре, мантии, земной коре), о внешних оболочках (атмосфере, гидросфере, биосфере) и причинах, по которым произошло расслоение вещества на геосферы. На стендах этого этажа – ключ к пониманию содер-



Макет погружаемого подводного аппарата "Гайсис" – экспонат «морского раздела» Музея

жания разделов, представленных на других этажах.

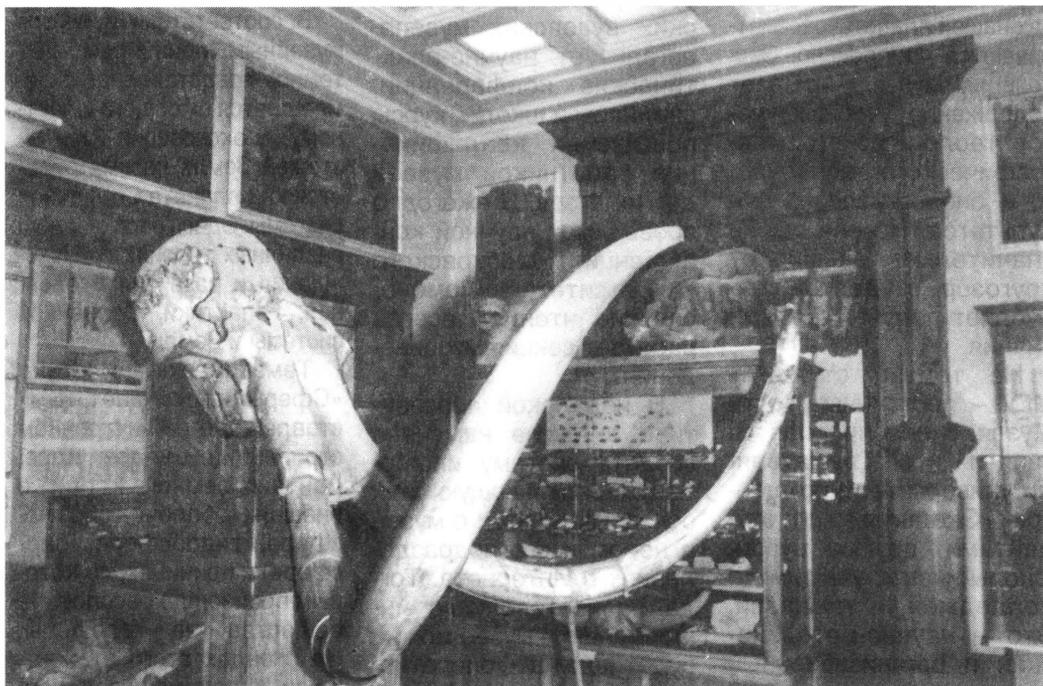
Раздел Музея «Эндогенные процессы» (на 28-ом этаже) посвящен геодинамическим процессам, происходящим в недрах Земли, где совершается эволюция ее вещества. Там

формируется континентальная и океаническая земная кора, общие черты рельефа, возникают вулканические извержения и землетрясения. Можно увидеть весь ансамбль литосферных плит, составляющих литосферу Земли,

разобраться в особенностях их движения, в характерных типах геодинамических процессов.

В экспозицию раздела «Процессы образования минералов и полезные ископаемые» включено множество натуральных образцов различных минералов и полезных ископаемых. Витрины у стендов, в которых они выставлены, удачно сочетаются с графической и художественной экспозицией и создают полную картину процессов минералообразования, рудообразования, формирования по-

Череп мамонта с клыками, найденный в долине р. Уды (Восточное Забайкалье)



Уголок казахстанской полупустыни: почвы, растительность, животный мир. Бюст исследователя почв Казахстана почвовед-химика К.К. Гедройца

лезных ископаемых и закономерностях их пространственного размещения в земной коре.

Среди натуральных образцов минералов и горных пород (а их здесь демонстрируется около 10 тыс.) немало уникальных по научной ценности, красоте и размерам. Прежде всего обращают на себя внимание так называемые «пейзажные» камни, например, орские яшмы, пейзажный агат, пейзажный кварц... Иногда минеральные включения в кристаллах располагаются так, что возникает рисунок, как бы воспроизводящий окружающий ландшафт.

26-ой этаж занимает раздел «Экзогенные процессы и история Земли». Это внешние процессы, преобразующие земную кору и поверхность планеты. Отдельно рассматриваются экзогенные процессы суши и моря. Вводный стенд обобщенно характеризует сухопутные экзогенные процессы в целом, а затем рассмотрены каждый из них: деятельность ветра, поверхностных и подземных вод, снега, льда, мерзлоты... Показано, как воздействуют на «лик» земной поверхности инженерные сооружения. В экспозиции, посвященной морским экзогенным факторам, рассказывается о природе Мирового океана и воздействии морских вод на берега, о накоплении и характере осадков на дне океана.



Последовательно от докембрия до четвертичного периода раскрывается геологическая история и палеогеография Земли, эволюция органического мира и становление человека. Экспонаты убедительно показывают, что вся история Земли – это единый эволюционно усложняющийся путь.

ВСЯ ПРИРОДА ЗЕМЛИ

Разделу «природная зональность» отдан 25-ый этаж. Натурные экспона-

ты, составляющие основу экспозиции, иллюстрируют комплексность развития ландшафтной оболочки, взаимосвязь ее природных компонентов. Демонстрируется 230 почвенных монолитов из различных природных зон, гербарные и объемные образцы сотен растений, спилы деревьев, муляжи плодов и т.д. Материалы скомпонованы так, что посетитель получает представление сначала о природе географического по-

яса, затем о каждой зоне в целом, об ее основных составляющих элементах (климате, растительности, рельефе почвообразующих пород, почве, животном мире) и их взаимодействии. Проблемы биогеографии и экологии отражены в картах, схемах, живописных картинах, показывающих структурно-функциональные особенности биоценозов, пути приспособления растений и животных к зональным условиям. В разделе «Природная зональность и ее компоненты» отдельно демонстрируются зоны тундры, лесотундры, леса различных типов, лесостепи, степи, полупустыни, пустыни, субтропики, высотные зоны...

В итоге – полная картина географической зональности Земли.

Региональный раздел Музея – «Физико-географические области» – занимает 24-ый этаж. Экспозиция комплексно характеризует крупные природные районы России и прилежащих территорий (в границах бывшего СССР) материков, оке-

анов и морей, омывающих нашу страну. Отдельные экспозиционные комплексы посвящены крупным природноландшафтными районам. Это – Русская равнина, ее южное горное окаймление (Кавказ, Крым, Карпаты), Урал, Сибирь, Средняя Азия, Дальний Восток, Арктика. Для каждой из этих территорий – обобщающие стенды, где природа и ресурсы охарактеризованы в целом. Все эти комплексы построены примерно по единому плану. В центре графической экспозиции помещена картосхема физико-географического районирования. Тематические картосхемы показывают природные ресурсы (земельные, сырьевые, энергетические) территории и их использование. В пристендовых витринах демонстрируются геологические образцы и коллекции полезных ископаемых. С ними соседствуют образцы типичных почв и гербарии растений, а под стеклянными колпаками размещены чучела животных. Природе и ресурсам мо-

рей, омывающих берега России, посвящены специальные стенды. Каждому из четырех океанов Земли отведено место. Особые стенды у полярных регионов планеты – у Арктики и Антарктики.

Выставочная экспозиция «Космическое землеведение» показывает, главным образом, возможности картографирования природных условий Земли из космоса, исследования некоторых метеорологических и океанологических процессов, протекающих в разных регионах суши и на морях. Исходным материалом для создания таких карт служат космические снимки со спутников.

Заканчивая обзор Музея землеведения МГУ, приведем отзыв о музее экс-президента Международного географического Союза профессора Ганса Вильямсона Альмана из Швеции, посетившего музей в 80-х гг.: «Не поддающийся сравнению ни с чем музей, как по содержанию, так и по форме».

Информация

Земля звенит, как колокол

Каждые 3–5 мин по земному шару пробегает волна, заставляющая планету содрогаться, подобно колоколу под рукой звонаря. Гео-

физики объяснили это множеством подземных толчков, происходящих в разных регионах, которые дают какой-то общий эффект.

Японские ученые из Нагойского университета построили математическую модель искусственно «синтетического» подземного толчка, используя сейсмограммы реальных землетрясений, и установили, что землетрясения не

могут быть причиной постоянного равномерного «звона» планеты. Ими выдвинута следующая гипотеза: частые колебания земной тверди происходят, главным образом, под воздействием перепадов в атмосферном давлении. Это предположение, очевидно, тоже нуждается в проверке.

Science, 1998, 279, 2089

Тропические циклоны в 1998 году

В конце октября минувшего года мир потрясли сообщения о массовых разрушениях и гибели людей в странах Центральной Америки, вызванных ураганом “Митч”. Это был, пожалуй, наиболее разрушительный из ураганов в тропиках Северного полушария в 1998 г., хотя по своей природе это – в общем-то **обычный тропический циклон**. Много бед он принес Гондурасу, Никарагуа, Сальвадору, Гватемале, потому что они не были готовы к атаке стихии: обычно ураганы их не затрагивали, проходили севернее. Эти страны получили оповещение специальной службы в США, но местным властям не удалось организовать защиту населения, как это постоянно делается на Кубе и в США.

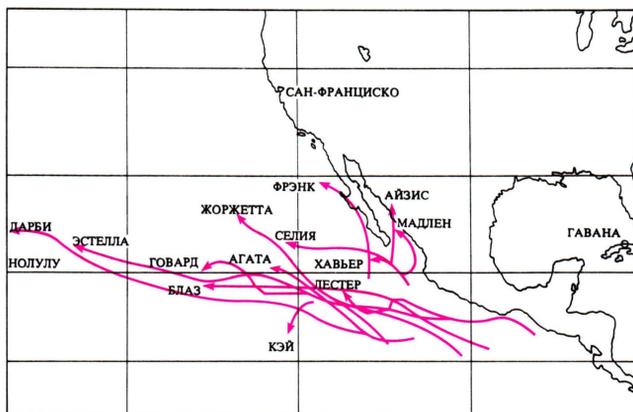
Циклоническая деятельность в тропиках Северного полушария в 1998 г. не была особенно бурной. Общее количест-

во циклонов – меньше, чем обычно: с января по ноябрь возник 41 циклон, в то время как средняя за многолетний период величина – 54. Кроме того, сезон тропических циклонов, приходящийся в Северном полушарии на период с июня по ноябрь, начался на сей раз с задержкой: в июне вместо 8 циклонов наблюдался лишь один, притом малоинтенсивный; возникнув в июне, он просуществовал всего 5 дней.

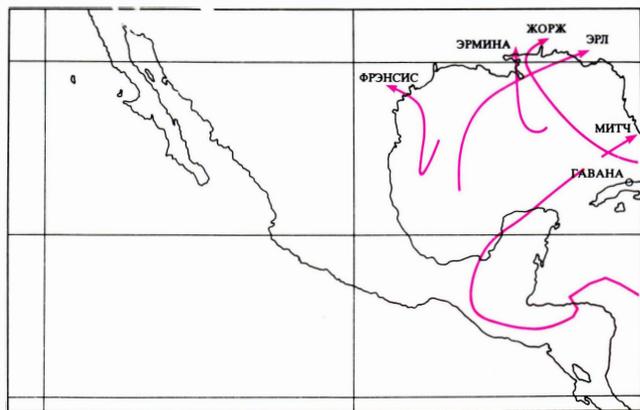
Территории России тропические циклоны касаются только на Дальнем Востоке, в среднем – дважды за сезон. Следует заметить, что воздей-

ствие на Приморский край, Курилы, Сахалин и, изредка, Камчатку они оказывают не в первоизданном виде, а как правило – трансформированными умеренных широт. В сезоне 1998 г. на **Дальний Восток России** (а точнее – на Курильские острова) прорвались **три циклона из тропиков**: “Стелла” (16-17 сентября), “Викки” (23 сентября) и “Зеб” (18 октября). Их влияние на погоду выразилось в усилении ветра до 30 м/с и сильных дождях. Заметного ущерба они не причинили.

Наиболее часто в 1998 г. тропические циклоны, за-



Траектория движения тропических циклонов, пересекавших Атлантический океан в 1998 г.



Тропические ураганы, пронесшиеся в 1998 г. над Мексиканским заливом. Среди других – ураганы “Жорж” и “Митч”

родившиеся в **Тихом океане**, нападали на прибрежные районы США (5 раз), Китая и Японии (по 4 раза). Два тропических циклона выходили поочередно на берега Филиппин, Тайваня и Мексики и по одному разу – на Вьетнам, Южную Корею, Центральную Америку, Большие Антилы, Азорские острова и Индию. На западе Тихого океана циклонов в тропиках было вдвое меньше обычного (12 при норме – 24).

Зато в **тропической Атлантике** они бушевали значительно чаще: 13 при норме, равной девяти. Особенно бурным оказался сентябрь, когда в Атлантике зародилось 6 тропических ураганов, что вдвое превысило среднюю за много лет величину, причем в течение некоторого времени над океаном двигалось одновременно четыре циклона, а это бывает крайне редко.

Рекорд дальности побил ураган “**Жорж**”, воз-

никший как тропическая депрессия в Атлантике, у островов Зеленого мыса 15 сентября. Он двинулся на запад-северо-запад, прямо по пути Колумба – к Центральной Америке. Постепенно развиваясь, через сутки в центре Атлантического океана он довел свою скорость до 18 м/с; еще через день скорость возросла до 33 м/с и при приближении к Малым Антильским островам 20 сентября достигла 65 м/с. Над Антилами ураган пронесся со скоростью 48-55 м/с. На исходе дня 21 сентября он атаковал Пуэрто-Рико, на следующий день – Доминиканскую Республику, сохраняя уровень скорости (48-53 м/с). Ослабевать “Жорж” начал над Гаити и над Кубой, восточного берега которой достиг со скоростью 33-35 м/с. Вырвавшись на простор Мексиканского залива, ветер вновь усилился (до 45-48 м/с). Вечером 27 сентября он подошел к устью Миссисипи

еще с высокой скоростью – 48 м/с, но углубившись на территорию США, резко стал “сдавать”, вернувшись в состояние тропической депрессии со скоростью ветра не больше 15 м/с на стыке трех штатов – Алабамы, Миссисипи и Флорида.

29 сентября завершилась бурная жизнь “Жоржа”. Она продолжалась ровно две недели. Значительные разрушения и немало человеческих жертв вызваны ураганом на острове Гаити и в Пуэрто-Рико.

Ураган “Митч” существовал в разных стадиях своего развития с 22 октября по 5 ноября и проделал за это время путь из западной части Карибского моря через Центральноамериканский перешеек, Мексиканский залив и полуостров Флорида в Атлантику. На своем пути он лишил жизни **14 тысяч человек** и принес огромный материальный ущерб в Гондурасе, Никарагуа, Сальвадоре и Гватемале. В период с 28 по 31 октября его сопровождали сильнейшие дожди при ветре от 20 до 60 м/с, вызвавшие катастрофические наводнения.

Т.Г. ИВАНИДЗЕ,
кандидат географических наук
Гидрометеоцентр РФ

«Актуальные проблемы астрофизики»

В конце 80-х гг. в Астрономическом совете АН СССР (ныне Институт Астрономии РАН) началось издание тематических сборников обзорных научных статей. В одной из таких серий – «Актуальные проблемы астрофизики» – издано уже 5 книг. Бессменный ответственный редактор тематических сборников – доктор физико-математических наук, профессор **Алла Генриховна Масевич**. Большинство статей написано ее учениками – сотрудниками Института Астрономии РАН и других астрономических организаций. Как правило, статьи содержат результаты исследований, выполненных в последнее время самими авторами.

Тематические сборники астрофизической серии представляют большой интерес для научных работников, а также для аспирантов и студентов соответствующих специальностей.

1. «Современные проблемы физики и эволюции звезд»

М.: Наука, 1989. 282 с.

Этот сборник содержит обзоры важнейших результатов, полученных в конце 70-х и в 80-х гг. в области физики и эволюции звезд. Монографии подобного типа не издавались уже 10 лет, и необходимость в такой книге остро ощущалась. В шести частях книги рассматриваются основные достижения в исследовании ранних и поздних стадий звездной эволюции. Большая часть результатов исследования звездной эволюции была получена в Астрономическом совете АН СССР под руководством А.Г. Масевич.

Первая часть сборника содержит статью А.Г. Масевич и А.В. Тутукова об актуальных проблемах теории эволюции звезд. Авторы заострили внимание на трех проблемах: ранние стадии эволюции звезд, эволюция двойных звезд и стадии, предшествующие взрывам сверхновых. Весьма характерно для времени выпуска книги, два года спустя после взрыва **Сверхновой 1987А** в Большом Магеллановом Облаке, что задача описания звезды – ее предшественника, названа вызовом для теории эволюции звезд (Земля и Вселенная, 1989, № 2). Сейчас мы можем сказать, что астрофизики с этой проблемой справились.

Вторая часть монографии посвящена анализу **ранних стадий эволюции звезд**. В статье Б.М. Шустова рассмотрено звездообразование в нашей Галактике. Дана детальная картина последовательного звездообразования на фронте спиральной волны плотности. В обзоре А.Э. Пискунова и О.Б. Длужневской обсуждаются наблюдаемые проявления ранних стадий эволюции звезд и звездных скоплений. В ней собран обширный материал по начальной функции масс скоплений. В статье В.П. Гринина и П.П. Петрова рассмотрены звезды типа Т Тельца – классический пример молодых звезд, не достигших еще главной последовательности.

Если звезды главной последовательности почти не отличаются друг от друга по химическому составу атмосфер, то гиганты весьма разнообразны по этому параметру. В третьей части

книги, в обзоре Т.А. Киппера, приведена полная классификация гигантов по их химическому составу. Ряд особенностей может быть объяснен современной теорией эволюции звезд, но для понимания некоторых необходимо привлечение новых идей. А.В. Тутуков, исходя из представлений о физике и эволюции звезд, смоделировал **процесс звездообразования** и эволюции химического состава в спиральных и неправильных галактиках.

Четвертая часть книги посвящена результатам исследования **двойных звезд**. Е.И. Попова и Л.Р. Юнгельсон описывают основные наблюдательные свойства двойных звезд и на их основе – функцию звездообразования для двойных звезд нашей Галактики. Она позволяет оценить число двойных звезд различных типов на разных стадиях их эволюции. В статье А.М. Черепашука изложены наблюдения массивных тесных двойных звезд на разных стадиях их эволюции. Сравнение современных теоретических представлений об эволюции массивных двойных звезд с данными наблюдений приводит к выводу о хорошем согласии теории с наблюдениями в этом случае (Земля и Вселенная, 1985, № 1).

Пятая часть книги включает четыре обзора по **нестационарным звездам**. В статье Ю.А. Фадеева рассмотрена физика пульсирующих звезд, указаны основные механизмы неустойчивости. Специально отмечена роль нелинейности звездных колебаний большой амплитуды для образования ударных волн и протяженных оболочек. Э.В. Эргма приводит новые данные по физике рентгеновских барстеров, указаны основные механизмы их образования, движущие силы эволюции. Напомним, что рентгеновский барстер – нейтронная звезда, на которую падает вещество звезды-спутника. Выделение гравитационной энергии при падении генерирует рентгеновское излучение, а происходящее время от времени в накопленном на поверхности барстера веществе термоядерные реакции вызывают рентгеновские вспышки. Статья Т.А. Лозинской посвящена потере вещества массивными звездами и природе остатков сверхновых звезд. Название статьи

В.С. Имшенника и Д.К. Надежина – «Гидродинамическая теория и основы физической классификации вспышек сверхновых звезд». Как известно, Сверхновая SN1987A значительно отличалась от обычных сверхновых. В статье утверждается, что ее характеристикам полностью отвечает модель с компактной ($R = 30R_{\odot}$) предсверхновой массой около $16M_{\odot}$.

В шестой части книги обсуждаются современные представления об **эволюции Солнца**. В.А. Котов приводит сводку данных о пульсациях Солнца в различных временных масштабах. В статье А.В. Федоровой обсуждаются методы построения моделей Солнца и влияние различных параметров на его нейтринный поток.

2. «Химическая эволюция звезд и Галактики»

М.: Космосинформ, 1992. 234 с.

Одно из наиболее активно разрабатываемых в последнее время направлений астрофизики – изучение химического состава звезд и Галактики в целом и изменений этого состава за время жизни Галактики. Теория химической эволюции звезд и галактик должна решить две тесно связанные задачи: объяснить современное содержание тяжелых элементов в нормальных звездах и найти причины аномалий, наблюдаемых в химическом составе атмосфер определенных групп звезд.

Таким «аномальным» звездам посвящена значительная часть предлагаемых обзоров. Л.С. Любимков рассмотрел химические аномалии в В-звездах, связанные с перемешиванием звездных недр с оболочкой. В обзоре Т. Нугиса представлены самые необычные среди ярких звезд с аномальным химическим составом – звезды Вольфа-Райе. Их изучение позволяет наиболее наглядно показать, как изменяется химический состав оболочки в процессе горения водорода и гелия. Аномалии химического состава магнитных звезд и пекулярных А-звезд описаны в обзорах Т.А. Рябчиковой и Г.С. Бисноватого-Когана. Некоторые типы аномалий химического состава компонент тесных двойных систем рассмотрены в статье А.В. Тутукова.

Обзор Ю.Л. Францмана посвящен исследованию звезд асимптотической ветви гигантов. Напомним, что это конечная стадия активной жизни примерно 90% всех звезд. Именно эти звезды – основной поставщик вещества, обогащающий межзвездную среду и следующие поколения звезд различными химическими элементами. Исследование аномалий химического состава гигантов представляет значительный интерес для теории эволюции звезд, поскольку в их оболочках непосредственно наблюдаются продукты термоядерного синтеза. Для понимания химической эволюции вещества во Вселенной особенно важно изучение эволюции массивных звезд с массой больше $8M_{\odot}$, которая заканчивается взрывом Сверхновой. При этом часть вещества, обогащенного химическими элементами, вплоть до самых тяжелых, выбрасывается в межзвездную среду. В обзоре В.М. Чечеткина показано, что образование тяжелых элементов в ходе взрывов сверхновых звезд объясняет не только их наблюдаемое общее обилие в звездах, но и распределение по атомным массам.

Основные наблюдательные и теоретические представления об эволюции химического состава Галактики рассмотрены в статье А.Э. Пискунова и С.В. Верещагина. Показано, что главная доля тяжелых элементов образовалась на самых ранних стадиях эволюции Галактики.

Массивным звездам и процессам, сопровождающим их эволюцию, принадлежит важнейшая роль в нагреве, ионизации и динамике **межзвездной среды**. А ее состояние в конечном итоге прямо определяет скорость звездообразования. Роль пульсирующих красных сверхгигантов в образовании пылинок рассмотрена в обзоре Ю.А. Фадеева. Обнаружена связь между размерами пылинок и скоростью потери массы звездой. Анализ химического состава источников околозвездного мазерного излучения посвящена статья В.С. Стрельниченко (Земля и Вселенная, 1975, № 4). Обращено особое внимание, что водяной мазер может функционировать только в среде, почти лишенной водорода, и предло-

жен механизм сепарации элементов в межзвездных облаках – вымораживание тяжелых элементов и молекул на пылинках. Когда внутри облаков появятся молодые звезды, начнут действовать процессы, разделяющие в пространстве газ и пыль. Далее испарение пылинок приводит к высвобождению водяного пара, формирующего мазерные конденсации. Высказано интересное предположение, что такие конденсации, практически полностью лишенные водорода, могут быть протопланетами.

3. «Неустойчивые процессы во Вселенной»

М.: Космосинформ, 1994. 264 с.

В XIX и в 1-й половине XX в. основными объектами исследований (особенно теоретических) астрофизиков были стационарные состояния небесных тел. В последние десятилетия выяснилось, что абсолютно устойчивых небесных тел не существует, разница лишь в масштабах (временных и энергетических) их переменности. Проявления неустойчивости в мире звезд и галактик, во внешних и внутренних слоях Солнца, в межзвездной среде, в атмосферах планет и особенно Земли вызывают в настоящее время повсеместный интерес исследователей. Изучение неустойчивых процессов, кратковременных, долгопериодических и вековых, позволяет по-новому понять природу небесных тел, их образование и эволюцию, интерпретировать их наблюдаемые свойства и выяснить физическое состояние их недр. Классический пример здесь – изучение переменных звезд. Помимо глобальных проявлений неустойчивости в виде пульсаций, вспышек новых и сверхновых звезд, переменности рентгеновского, мазерного и гамма-излучения определенных типов объектов, в процессе эволюции каждого небесного тела существуют неустойчивые, в ряде случаев совсем короткие стадии. В настоящее время такие неустойчивости уже доступны для изучения с помощью высокоточных целенаправленных наблюдений (наземных и космических), а также теоретического анализа и сложных двух- и трехмерных гидродинамических расчетов.

Именно этим процессам уделено преимущественное внимание в данном сборнике. Большинство обзоров посвящено различным типам пульсирующих звезд, о которых за последние годы получено много новых данных. В обзоре А.А. Памятных показано, что природу переменности звезд типа β Цефея удалось объяснить на основе новых данных о непрозрачности звездного вещества. А.Б. Фокин исследует возникновение и распространение ударных волн в протяженных оболочках пульсирующих гигантов и их влияние на образование спектральных линий.

Цефеиды продолжают оставаться объектами пристального внимания астрономов. Н.Н. Самусь с соавторами на базе собственного богатого наблюдательного материала о классических цефеидах исследует зависимость период-светимости, изменяемость периодов, рассказывает об открытиях новых спектрально-двойных цефеид. В следующей статье о цефеидах Ю.А. Фадеев отмечает, что их роль в астрономии не ограничивается установлением шкалы расстояний. Они также служат для проверки теорий звездной эволюции благодаря тому, что с помощью зависимости период-средняя плотность можно получить надежные оценки их масс (ранее это было возможно только для некоторых двойных звезд) и светимостей, а также определить их диаметры.

Обзор Б.М. Шустова посвящен взаимодействию звезд с межзвездной средой. В нем приведены результаты построения численных моделей оболочек, образующихся в процессе эволюции звезд, подробно рассмотрено поведение оболочек вокруг звезд на поздних стадиях эволюции, включая планетарные туманности. Постоянно сравниваются расчетные и наблюдательные данные. Локальная функция светимости детально рассмотрена в обзоре О.Ю. Малкова. Сделан вывод, что в окрестностях Солнца реальные кандидаты на роль скрытой массы – это объекты с массами от 0,001 до 0,075 M_{\odot} . Довольно значительная часть скрытой массы может содержаться в неизвестных двойных системах.

В работе В.В. Ляховича, А.М. Фрид-

мана и О.В. Хоружего исследована гидродинамическая неустойчивость вращающегося газового диска во внешнем гравитационном поле. По-видимому, это самая нетривиальная статья сборника. В ней показано, что газовый диск Галактики, имеет, как минимум, три области, где могут генерироваться спиральные возмущения. Первая неустойчивость – на расстоянии 0,2 пк от центра. Вторая – на 0,5 кпк от центра. Они создали известные по наблюдениям «мини-спираль» в центре и слабо выраженный бар. Третья неустойчивость развивается на расстоянии Солнца от центра Галактики, и она может генерировать четыре спирали с углом закрутки, близким к наблюдаемому. Эти расчетные выводы подтвердили и уточнили наблюдательные данные, а вот следующий их вывод предсказал новое, неизвестное ранее явление – существование в галактиках **гигантских антициклонических вихревых скульптур**. Впоследствии эти авторы действительно обнаружили предсказанные ими вихревые движения в нашей и других галактиках.

4. «Эруптивные звезды»

М.: ИНАСАН, 1996. 234 с.

В этом сборнике представлены результаты решения важной астрофизической задачи – исследование процессов, вызывающих явления сверхновых звезд, различных типов новых, новоподобных и вспыхивающих звезд. Эруптивный характер активности звезд свойствен переходным фазам их эволюции. Изучение этих стадий является существенным для понимания влияния различных физических факторов на развитие звезд и играет важную роль в разработке единого сценария их эволюции.

В статье В.С. Имшенника предложен новый механизм сброса оболочки сверхновыми второго типа, в котором важную роль играет вращение исходного железного ядра предсверхновой. Известно, что именно сверхновые считаются основными поставщиками тяжелых элементов, из-за них меняется со временем химический состав вещества во Вселенной. Влияние взрывов сверхновых звезд на химическую и динами-

ческую эволюцию шаровых скоплений исследуется в статье Б.М. Шустова и Д.З. Вибе.

В обзоре В.П. Архиповой приведена статистика вспышек **новых звезд**, по их наблюдаемому числу в нашей и в соседних галактиках даны оценки реального числа новых звезд в пространстве. Анализируются основные сведения об этих звездах в широком диапазоне спектра, особое внимание уделено результатам проведенных в 70-х гг. спутниковых наблюдений новых в инфракрасных лучах. Е.А. Карицкая рассмотрела **рентгеновские новые** и их классификацию. Это двойные системы, в которых компаньоном обычной маломассивной звезды оказывается нейтронная звезда или черная дыра. Физическим характеристикам катаклизмических звезд посвящен обзор С.Ю. Шугарова. В эволюционном плане эти звезды схожи с предыдущими, но вместо релятивистского объекта компаньоном служит «обычный» белый карлик. В обзоре А.Д. Кудряшова рассмотрены современные исследования по нуклеосинтезу при вспышках новых звезд.

Две статьи посвящены **вспыхивающим звездам**. Данные наблюдений этих звезд в окрестностях Солнца, в звездных скоплениях и ассоциациях, и вопросы их согласования с теорией эволюции красных карликов изложил в своем обзоре Л.В. Мирзоян. Предложена эволюционная последовательность: звезды типа Т Тельца – вспыхивающие звезды – красные карлики. Р.Е. Гершберг сравнил вспышки звезд типа UV Кита со вспышками на Солнце и указал на возможность их общей природы.

5. «Двойные звезды»

М.: Космосинформ, 1997. 264 с.

Исследование двойных звезд, долгое время бывшее частью астрометрии и небесной механики, стало одной из самых актуальных проблем в теории звездной эволюции. Эволюция компонент тесной двойной системы, в которой звезды обмениваются массой, идет совсем другим путем, чем одиночных звезд. Именно детальное исследование эволюции тесных двойных систем позволяет объяснить свойства многих наблюдаемых объек-

тов. В качестве введения к проблеме можно рассматривать статью И.Б. Пустыльника, в которой излагается история развития представлений о физике двойных звезд, переносе вещества между компонентами и эволюционной значимости полости Роша. На базе этих представлений и сформировались современные теории. Во второй статье того же автора дан обзор свойств предкатаклизмических двойных систем, содержащих горячий, только что образовавшийся белый карлик.

В статье академика РАН А.А. Боярчука с соавторами рассказано о трехмерных газодинамических расчетах движения вещества в тесных двойных системах. Такие расчеты – наиболее современный метод исследования этой проблемы. Полученные результаты заставляют пересмотреть многие устоявшиеся мнения о газовых течениях в системах взаимодействующих звезд.

Изучение нейтронных звезд, входящих в состав двойных систем, дает возможность исследовать многие их свойства. Только в двойных системах можно выявить и изучить черные дыры. Характерное свойство двойных систем с релятивистским объектом – рентгеновское излучение, возникающее при аккреции вещества обычной звезды (донора) на массивный объект (аккретор). При этом свойства такого излучения могут сильно варьировать в зависимости от типа аккретора (нейтронная звезда или черная дыра), донора и от их орбит. Член-корреспондент РАН А.М. Черепашук рассмотрел с этой точки зрения ряд рентгеновских источников. В его статье изложены методы интерпретации свойств рентгеновского излучения (а также излучения в других диапазонах), позволяющие определить параметры двойных систем, включая массы черных дыр. В ней дан список из 11 систем, в которых масса невидимого объекта превосходит верхний предел массы нейтронной звезды, и каждая система рассмотрена по отдельности. Интересно, что знаменитый в свое время объект SS 433 в список не вошел (Земля и Вселенная, 1986, № 1), автор считает, что масса невидимого компонента в нем пока что определяет-ся неубедительно.

Среди звезд верхней части главной последовательности примерно четверть составляют химически пекулярные звезды с аномально сильными линиями некоторых химических элементов. В статье Т.А. Рябчиковой представлен обзор химического состава двойных звезд с ртутно-марганцевыми первичными компонентами. Эти звезды интересны тем, что наблюдаемое в них обилие металлов не подчиняется законам ядерного распределения элементов. Наиболее вероятное объяснение особенностей их химического состава – диффузионное разделение элементов.

Обзор Х.Ф. Халиуллина посвящен проблемам вращения линии апсид в тесных двойных системах. Результаты исследования этого явления позволяют получить сведения о степени концентрации вещества звезд к центру. В статье О.Ю. Малкова рассматривается моделирование распределения двойных звезд по отношению масс компонент в зависимости от различных предположений о процессе образования звездных пар. Статья А.В. Федоровой посвящена результатам теоретических исследований эволюции маломассивных рентгеновских двойных звезд, одной из компонент которых является нейтронная

звезда. Д.В. Бисикало представляет обзор численных моделей для исследования различных режимов аккреции в двойных системах с компонентами, не заполняющими полость Роша. Одна из звезд аккрецирует вещество звездного ветра своего спутника (Земля и Вселенная, 1999, № 1).

В статье А.В. Тутукова обсуждаются проблемы **поиска планет** около звезд главной последовательности. Эта тема, вызывающая живой интерес общественности, стала рутинной работой астрономов. И главное – успешной. Известны по крайней мере четыре планеты у звезд с массами, близкими к солнечной (51 Peg, 55 Can, 70 Vir, 47 Uma). Открыты первые планетные системы у радиопульсаров. Автор, исходя из статистики двойных звезд, рассчитал, что частота образования планетных систем близка к 1/3 от частоты образования звезд. В статье рассматриваются также возможные свойства таких планетных систем. Показана эффективность поиска планет при систематических фотометрических исследованиях звезд малых масс.

А.В. ФЕДОРОВА,

*кандидат физико-математических наук
Институт астрономии РАН*

Информация

Рисунок полярных сияний повторяет очертание побережий

Долгое время большинством специалистов отвергалось утверждение участников одной из российских арктических экспедиций начала XX века, что полярные сияния как бы “привязаны” к берегу моря и нередко следуют направлению побережий. Однако в мае 1998 г. на конференции Американского Геофизического союза США, состоявшейся в Бостоне (штат Массачусетс), эта давняя ин-

формация получила подтверждение в двух докладах.

Руководитель группы исследователей из Университета штата Айова Л. Фрэнк пришел к выводу, что на протяжении сотен километров линия распространения полярных сияний четко соответствует очертаниям берега Гренландии.

Эффект особенно заметен, когда арка сияния идет с востока на запад, поперек направления побережья острова с севера на юг. Достигнув суши, свечение, словно встретившись там с неким барьером, отклоняется.

Аналогичные выводы сделаны в докладе научного сотрудника Финского метеорологического института в Хельсинки Т. Пулккинена, проводившего в течение 200 дней наземные наблюдения вдоль

норвежского побережья. В 9 случаях повторялись полярные сияния на границе суши и моря, направленной здесь с севера на юг.

Это явление он попытался связать с различной электропроводностью суши и морских вод. Токи полярных сияний могут легче индуцировать электроток в отличающейся высокой электропроводностью воде, чем на суше. В результате у берега возникают магнитные поля, образующие барьер для высокоэнергичных заряженных частиц, вызывающих свечение. Как считает автор гипотезы, однако, подобный эффект слишком слабый, чтобы его можно было зарегистрировать.

New Scientist, 1998, 158, 16

«Альмагест» Птолемея в русском переводе

Этого события астрономическая общественность нашей страны и историки науки ждали почти тридцать лет. И, наконец, дождалась: издан русский перевод классического труда великого греческого астронома Клавдия Птолемея «*Математическое сочинение*», более известного под названием «Альмагест».

История этого перевода такова. В 1963 г. известный историк науки профессор Иван Николаевич Веселовский (1892-1977) осуществил перевод с латинского бессмертного труда Коперника *De Revolutionibus* (О вращениях небесных сфер). Поскольку Коперник многократно ссылался на «Альмагест», то, как пишет Веселовский в предисловии к книге Коперника, ему «для составления комментариев к *De Revolutionibus* пришлось перевести с греческого текст *Megale Syntaxis* Птолемея». А ведь оба сочинения примерно равны по объему (свыше 400 страниц печатного текста большого формата). Да и переводить

Титульный лист русского издания «Альмагеста»

«пришлось» с древнегреческого. (Веселовский знал в совершенстве и латинский, и древнегреческий.)

Труд Коперника в переводе Веселовского вышел в свет в 1964 г. в серии «Классики науки», а вот с изданием труда Птолемея дело застопорилось. По-видимому, те, от кого зависело, быть или не быть изданным Птолемею, все еще считались со словами Сталина об «ответшальной системе Птолемея», хотя со смерти Сталина прошло тогда более 10 лет. Кроме того, академик П.Л. Капица, возглавлявший в то время редколлегия серии «Классики науки», полагал, что классическая наука начинается с Ньютона, а все, что было сделано до него, в серию входить не должно.

Отказ в издании русского перевода «Альмагеста» привел к прекраще-

«Канонический» портрет Птолемея

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

КЛАВДИЙ ПТОЛЕМЕЙ

АЛЬМАГЕСТ

ИЛИ

Математическое сочинение
в тринадцать книг

*

Перевод с древнегреческого
И.Н. Веселовского



МОСКВА
НАУКА-ПРЕСС
1994





Птолемей – теоретик гармонии
(с гравюры Ж. Соважа)

нию Веселовским работы над составлением комментариев к нему. Впоследствии составители и редакторы нашли лишь немногие из них.

К вопросу об издании русского перевода «Альмагеста» астрономы вернулись только в 1986 г. Председатель Астрономического совета АН СССР член-корреспондент АН СССР Э.Р. Мустель направил подготовленное автором этой рецензии письмо на имя председателя редколле-

гии серии «Классики науки» академика А.А. Баева, биолога по специальности. Ходатайство Астросовета поддержал академик В.А. Амбарцумян. С этими документами я был на приеме у А.А. Баева и встретил весьма благоприятное отношение. Вскоре по поручению редакционно-издательского совета АН СССР были составлены и представлены в РИСО аннотация и содержание «Альмагеста». Издание поручили Главной редакции физико-математических наук издательства «Наука».

Далее подготовку издания возглавил заведующий отделом Института истории естествознания и техники АН СССР профессор А.Т. Григорьян, которому Веселовский передал все права на издание его перевода. Подготовка рукописи и составление комментариев к ней были доверены члену-корреспонденту Академии наук Узбекистана Г.П. Матвиевской и кандидатам наук Г.Е. Куртику и М.М. Рожанской. Эти ученые, напряженно работая в течение 8 лет, довели дело до конца. В 1994 г. комментарии были подготовлены.

Но наступило время других финансовых правил. Надо было пода-

вать заявку на грант, участвовать в конкурсе, добиваться финансирования. Выпуск книги затянулся, в итоге она вышла только в 1998 г. И вот она перед нами – толстый том, насчитывающий вместе с комментариями и приложениями 670 страниц.

Несколько слов об особенностях перевода. Еще работая над книгой Коперника, Веселовский взял за основной принцип перевода – держаться возможно ближе к подлиннику, если это не мешает пониманию текста читателем. Коперник не употреблял терминов *эклиптика* и *небесный экватор*, вместо них у него стояли «средняя линия Зодиака» и «равноденственный круг». Эти термины Коперник позаимствовал у Птолемея.

Тот же принцип И.Н. Веселовский сохранил и при переводе «Альмагеста». Уже в первой книге (а всего в Альмагесте 13 книг) мы встречаем такие термины, как «равноденственный круг» (с. 10 и далее) и «большой круг, проходящий через середину Зодиака» (эклиптика, с. 11 и далее). Иногда Птолемей (а за ним и Веселовский) называет эклиптику «наклонным кругом» (с. 7). Небесный меридиан он называет иногда «срединой неба» (с. 14), иногда «полуденным кругом» (с. 15). Но, видимо, не всегда переводчик строго придерживался этого принципа, ибо на той же с. 15 мы находим выражение «величина дуги большого круга, заклю-

PTOLEMAEI MATHematicæ

constructionis Liber primus
græce & latine
editus.

ADDITÆ EXPLICATIONES ALIÆ
quod locorum ab ERASMO RHEINO
HOLT Saluandensi.



VVITTEBERGAE
Ex Officina Iohannis Lufft.
ANNO
1549.

Commissio Mathematica Casarum Vindobonensium

Титульный лист Виттенбергского издания первой книги «Альмагеста» 1549 г. на латинском языке

ΚΛΑΥΔΙΟΥ

ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗΣ

ΣΥΝΤΑΞΕΩΣ ΒΙΒΛΙΟΝ

ΠΡΩΤΟΝ.

Πλωκαλῶς, οἱ γνωστῶς φιλοσοφῶντες ὡς
σε, δοκῶσι μοι κεχωρικῆναι δὲ θεωρητικῶν τῆς
φιλοσοφίας ἀπὸ τοῦ πρακτικῆς. καὶ γὰρ εἰ συμ-
βέθηκε καὶ τοῦ πρακτικῶν, πρῶτον ἀντὶ τοῦ
τοῦ θεωρητικῶν τυχεῖαν ἰσχυρῶν ἢ τῶν ἀπὸ τῆς ἕκαστου
γάλην ὄψιν ἐν αὐτοῖς διαφορῶν. οἱ μόνον διὰ τὸ
μὲν ἠθικῶν ἀρετῶν ἐνίας ὑπάρχει δὲ αὐτῶν πολλοῖς,
καὶ χωρὶς μαθησεως, τῆς δὲ τῶν ὅλων θεωρίας ἀδύ-
νατον εἶναι τυχεῖν, ἀπὸ διδασκαλίας, ἀλλὰ καὶ τοῦ
πῶν πλείον ὠφέλειαν, ἐκῶ, μὲν ἐκ τῆς ἐν αὐτοῖς
τοῖς πράγμασι συνεχῶς ἐπινοήσεως, ἐνθάδε δὲ ἐκ τῆς
ἐν τοῖς θεωρήμασι προκοπῆς παραγωγῆς. ἐκῶ
ἠγνῶμεθα προσήκοντα αὐτοῖς, τὰς μὲν πράξεις, ἐν
ταῖς αὐτῶν τῶν φαντασιῶν ἐπιβολαῖς, ἑυθιμίζοντες
ὅπως μὴ ἐν τοῖς τυχεῖσιν ἐπιλανθανώμεθα, τῆς
πρὸς πῶν καλῶν ἐπινοήσεων κατὰ τὸν ἐπισκέ-
ψους. τῆ δὲ ἀλλήλων ἰσχυρῶν δὲ πλεονεξίας, εἰς πῶν τῶν
θεωρητικῶν, πολλῶν καὶ ὄντων, διδασκα-
λίας. ὁ ζῆλος δὲ, εἰς πῶν τῶν ἰσχυρῶν καλεμενῶν
μαθηματικῶν. καὶ γὰρ αὐτῶν καὶ τὸ θεωρητικῶν ὁ
ἀριστέλης πᾶν ἐμμελῶς εἰς τρία τὰ πρῶτα γίν-
ε
διαρῶ

ченно между полюсами эклиптики и экватора». Хорды в круге названы «прямыми».

Еще когда работа над редактированием перевода Веселовского только начиналась, между учеными возникла дискуссия о переводе этих терминов. Астрономы (Д.Я. Мартынов, М.М. Дагаев, В.А. Бронштэн) считали, что перевод нужно делать на современный научный язык и терминология должна быть современной. Иначе даже человек с астрономическим образованием не сразу поймет, о каком круге или линии идет речь. Терминологию же Птолемея можно было оговорить в подстрочном примечании.

Историки науки (А.П. Юшкевич, А.Т. Григорьян) настаивали на дословном переводе (который и был сделан Веселовским). Их точка зрения восторжествовала. Научный смысл терминов Птолемея объяснен в комментариях, но они отделены от основного текста сотнями страниц, и не всякий читатель будет их изучать параллельно с текстом. Поэтому мы советуем читателям «Альмагеста» иметь это в виду и регулярно обращаться к комментариям.

Заметим также, что авторы переводов «Альмагеста» на немецкий язык К. Манициус (1912) и на английский Дж. Тумер (1984) использовали сов-

ременные научные термины.

Во всех остальных отношениях перевод Веселовского заслуживает самой высокой оценки. Не в меньшей степени следует оценить работу комментаторов и редакторов издания Г.Е. Куртика, М.М. Рожанской и Г.П. Матвиевской, причем наибольший труд выпал на долю первого.

Первый вопрос, который возник перед редакторами, — с какого текста делал свой перевод Весе-

ловский. Прямых указаний на этот счет он не оставил. Правда, в предисловии к труду Коперника Веселовский писал, что в его распоряжении было французское издание (1813-1816) аббата Альма с примечаниями Деламбра. Переводчик «Альмагеста» на французский язык Н. Альма действительно опубликовал не только французский перевод, но и греческий текст, составленный им на основании анализа всех имевшихся в его распоряжении рукописей и



Иван Николаевич Веселовский – переводчик «Альмагеста» (1892-1977)

старых публикаций «Альмагеста». Однако в тексте Альма есть недостатки, на что не раз обращали внимание исследователи.

В архивах Института истории естествознания и техники, где хранился перевод Веселовского, обнаружен составленный копенгагенским ученым И.Л. Гейбергом экземпляр греческого текста, издававшегося в 1898 г. и в 1903 г. Это издание, при подготовке которого были использованы 7 рукописей «Альмагеста», удовлетворяет всем научным требованиям. Экземпляр книги Гейберга, найденный в архиве Института, принадлежал Веселовскому. Сличение его перевода с обоими греческими текстами показало, что пер-

воначально Веселовский пользовался текстом Альма, а потом исправил свой перевод по Гейбергу. В дальнейшем он учел также некоторые поправки, которые внес в текст К. Манициус.

При составлении комментариев к переводу были учтены комментарии К. Манициуса и Дж. Тумера, а также обширная литература, посвященная «Альмагесту». Перечень ее дан в конце книги и содержит 270 названий.

Рассмотрим содержание книги. За коротким предисловием следует текст самого «Альмагеста», занимающий 425 страниц. Кроме чертежей, воспроизведенных с оригинала, даны изображения приборов Птолемея, ре-

конструированные по описанию С.В. Житомирским. В книгах VII и VIII приведен знаменитый звездный каталог, составленный Птолемеем на основе каталога Гиппарха и собственных наблюдений.

В разделе «Приложения» следуют: очерк Г.Е. Куртика и Г.П. Матвиевской «Птолемей и его астрономический труд» (24 страницы), биография И.Н. Веселовского с его портретом, написанная С.В. Житомирским (3 страницы), статья Г.Е. Куртика «Календарь и хронология в «Альмагесте» (8 страниц)». Далее начинаются комментарии к тексту труда Птолемея, занимающие 180 страниц.

Комментарии содержат следующую информацию: обсуждение философии Птолемея и его взглядов на Вселенную, на положение в ней Земли, доказательства, приводимые Птолемеем, пояснения к математическим построениям великого ученого, к применяемым им теоремам. Во всех случаях рассказывается история этих теорем: когда и кем впервые доказаны, где излагаются. Подробно анализируются астрономические наблюдения и расчеты Птолемея, критикуются взгляды на труд Птолемея некоторых современных исследователей (в частности, Роберта Ньютона). Исправляются крупные и мелкие ошибки самого

текста или переводчиков на другие языки, переписчиков.

Книгу завершают список литературы, список принятых обозначений, предметно-именной указатель (всего 27 страниц).

Этот перечень показывает, какую громадную работу проделали комментаторы «Альмагеста» и научный редактор издания Г.Е. Куртик. Выпуск этого труда – большой успех творческого коллектива, работавшего над ним.

Когда эта рецензия уже была сдана в печать, я получил дополнительную информацию от бывшего ученого секретаря Комиссии по истории астрономии (КИА) при Ас-

трономическом совете АН СССР А.И. Еремеевой. Приведу здесь полностью цитату из ее письма: «В деле «пробивания» издания «Альмагеста» в переводе И.Н. Веселовского много сил приложила в 60-е гг. Комиссия по истории астрономии, которую в то время возглавлял П.Г. Куликовский. Но наши письма в редколлегию «Классиков науки» не встретили понимания, а устно до нас доходили мнения, что дело стопорилось еще и тем, помимо прочего, что, мол, у «них» есть и свои переводчики, и «чужаку» они не доверяют... (Профессор И.Н. Веселовский знал 12 языков и был широко известен как крупный историк

механики!). Человек в высшей степени интеллигентный и сдержанный, он лишь с грустью сказал как-то в разговоре на эту тему: ну, тогда я не буду работать над комментариями, которые должны бы занять почти половину книги. Рукопись перевода (а в КИА также хранился экземпляр ее машинописной копии) ждала своего часа еще 30 лет... И первое русское издание «Альмагеста» – это не только первый в России памятник великому эллину, но и памятник его русскому переводчику, замечательному историку науки Ивану Николаевичу Веселовскому».

В.А. БРОНШТЭН

Информация

Новый японский лунный проект

В феврале 1998 г. планировался запуск японского космического аппарата «Лунар-А» с программой изучения Луны. Однако старт пришлось отложить из-за неисправности солнечных батарей зонда. В результате задержки выгодное время начала выполнения программы исследований было упущено. Теперь старт АМС «Лунар-А» перенесен на август-сентябрь 1999 г.

В новых условиях полета на окололунной орбите аппарату придется пребывать в земной тени значительно дольше. Поэтому возникла необходимость в увеличении мощности бортовой энергетики КА. В этих целях пришлось устанавливать на аппарате дополнительную солнечную батарею массой 15 кг и пожертво-

вать частью научных приборов. Со станции будет снят один из трех пенетраторов (массой 13 кг каждый), сбрасываемых на окололунной орбите.

Пенетратор – это устройство для проникновения в верхний слой грунта, предназначенный определять состав пород и строение лунного ядра. Он представляет собой капсулу с научным оборудованием и снабжен ракетным двигателем (Земля и Вселенная, 1995, № 4). После удара о поверхность Луны со скоростью более 300 м/с он затем внедряется на глубину до 3 м. Приборы пенетратора должны сохранить свои функции несмотря на сильный удар с ускорением 50 g. Пенетраторы снабжены сейсмометрами для регистрации лунотрясений, происходящих на глубине от 500 до 900 м. Специалисты полагают, что лунотрясения случаются в одних и тех же местах с интервалом около месяца и связаны с приливным напряжением, возникающим при обращении Луны вокруг Земли.

Исследование характеристик

сейсмических волн, вызванных падением пенетраторов, позволит установить размеры и строение лунного ядра. Информация будет сопоставляться с данными, полученными сейсмометрами, установленными на Луне в 1969-71 гг. американскими астронавтами экспедиций «Аполлон-12 и -14».

Научный руководитель проекта «Лунар-А» М. Хитоши считает, что отказ от одного из пенетраторов не повлияет на качество эксперимента. Пенетраторы будут сбрасываться на обе стороны Луны.

До сих пор не ясно, состоит ли лунное ядро из железа – сидеритов (FeCO₃), обычно обнаруживаемых в метеоритах, или из других минералов. Решив эту проблему, можно судить о происхождении Луны. Она могла возникнуть либо при скользящем ударе о Землю небесного тела размерами с Марс, либо была захвачена гравитационным полем нашей планеты, пролетая мимо Земли из отдаленных областей Солнечной системы.

New Scientist, 1998, 158, 2140

Активность вулкана на острове Реюньон

В Индийском океане в 700 км к востоку от Мадагаскара находится принадлежащий Франции о. Реюньон. Его юго-восточную половину составляет древний вулкан Питон-де-ла-Фурнез, один из самых активных вулканов в мире. Только за последние 300 лет он извергался около сотни раз.

Мощные извержения происходили и в доисторическую эпоху – 250 тыс., 65 тыс. и 5 тыс. лет назад.

И вот в 1977 г. Питон-де-ла-Фурнез в очередной раз проявил высокую активность. Лава сожгла на склонах всю растительность, от пепла сильно пострадали окрестные поля и населенные пункты. После этой катастрофы французские ученые создали прекрасную

обсерваторию, сумевшую вовремя предупредить население о большинстве последовавших более мелких извержений (а их было несколько десятков).

Период необычно спокойного поведения реюньонского вулкана продолжался более 5 лет (63 месяца подряд), тогда как в предыдущие десятилетия извержения происходили в среднем чаще, чем раз в год. Но вот на рассвете 9 марта 1998 г. внезапно начали ощущаться подземные толчки. Они были не сильными, но очень многочисленными, образуя обычный в подобных случаях “рой” землетрясений.

В середине дня вершина горы начала как бы “вздвигаться”, а склоны изменили наклон, что показали точные приворы, как наземные, так и расположенные на борту спутников “GPS” (Global Positioning System – “Система глобального определения положения”).

Обычно сейсмическая активность приостанавливается, как только начинается излияние из

недр расплавленной породы. Но на этот раз землетрясения продолжались и ученые смогли предсказать, что в ближайшее время произойдет новый прорыв лавы. Так и случилось 11 марта ночью у западного склона кратера Бори, на высоте примерно 2200 м над уровнем моря. Язык лавы толщиной 10 м вытянулся на 100 м в длину и слился в один поток с другим, длиной 300 м.

К середине марта лава остановилась в 4 км от своего источника на высоте 1100 м над уровнем моря.

Объем изливавшихся раскаленных пород составил до 50 м³/сек. Холм вулканических шлаков в диаметре 120 м поднялся на 40 м. Активность молодых кратеров постепенно угасала и к 31 марта прекратилась; лишь один кратер до конца апреля 1998 г. продолжал изливать лаву и “куриться”.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network, 1998,

157, 27

Акустика помогла сейсмологам

В ночь на 25 января 1998 г. научные сотрудники лаборатории Управления по изучению океана и атмосферы в Ньюпорте (штат Орегон, США) во главе с К. Фоксом, используя систему регистрации подводных звуков, предназначенную для обнаружения подводных лодок, зарегистрировали необычную акустическую волну. Она пришла со дна северо-восточной части Тихого океана. Пеленгация показала, что источник этих звуков расположен на подводном

хребте, отделяющем Североамериканскую литосферную плиту от Тихоокеанской.

С помощью акустики был обнаружен извергающийся на дне вулкан. Им оказалась недавно открытая подводная гора Аксиал, вершина которой возвышается примерно на полтора километра над поверхностью дна и на 700 м над гребнем хребта. Почти трое суток там продолжались очень частые землетрясения (более 100 в час). На дне возникли новые глубокие длинные трещины в результате оседания кратера после истечения магмы.

В самом конце января на склонах Аксиала ежечасно отмечалось от 25 до 50 подземных толчков. Но их эпицентры постепенно смещались все дальше на юг. К 5 февраля, когда сейсмич-

ность совсем прекратилась, ученые насчитали в этой области с момента события почти 8200 землетрясений.

Теперь в этом “тревожном”, но очень интересном для геофизиков районе, почти постоянно дежурит научно-исследовательское судно Университета штата Орегон “Уэкома”. На склонах подводного вулкана развернута автоматическая лаборатория: регистрируются наклоны земной коры, перепады давления, колебания и температура водной среды, скорость морских течений, а также все “подозрительные” звуки от “переговоров” китов до гула подземной стихии.

Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network,

1998, 23, 2

Ф.СП-1

АБОНЕМЕНТ

70336

на реестр (индекс издания)
журнал

Земля и Вселенная

(наименование издания)

Количество комплектов

на 1999 год по месяцам:

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |

Куда

(почтовый индекс) (адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

70336

на реестр (индекс издания)
журнал

ПВ место ли-тер

Земля и Вселенная

(наименование издания)

| | | | |
|------------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| Стои-мость | подписки | _____ руб. _____ коп. | Количество комплектов |
| | пере-адресовки | _____ руб. _____ коп. | |

на 1999 год по месяцам:

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | | | | | | |

Куда

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

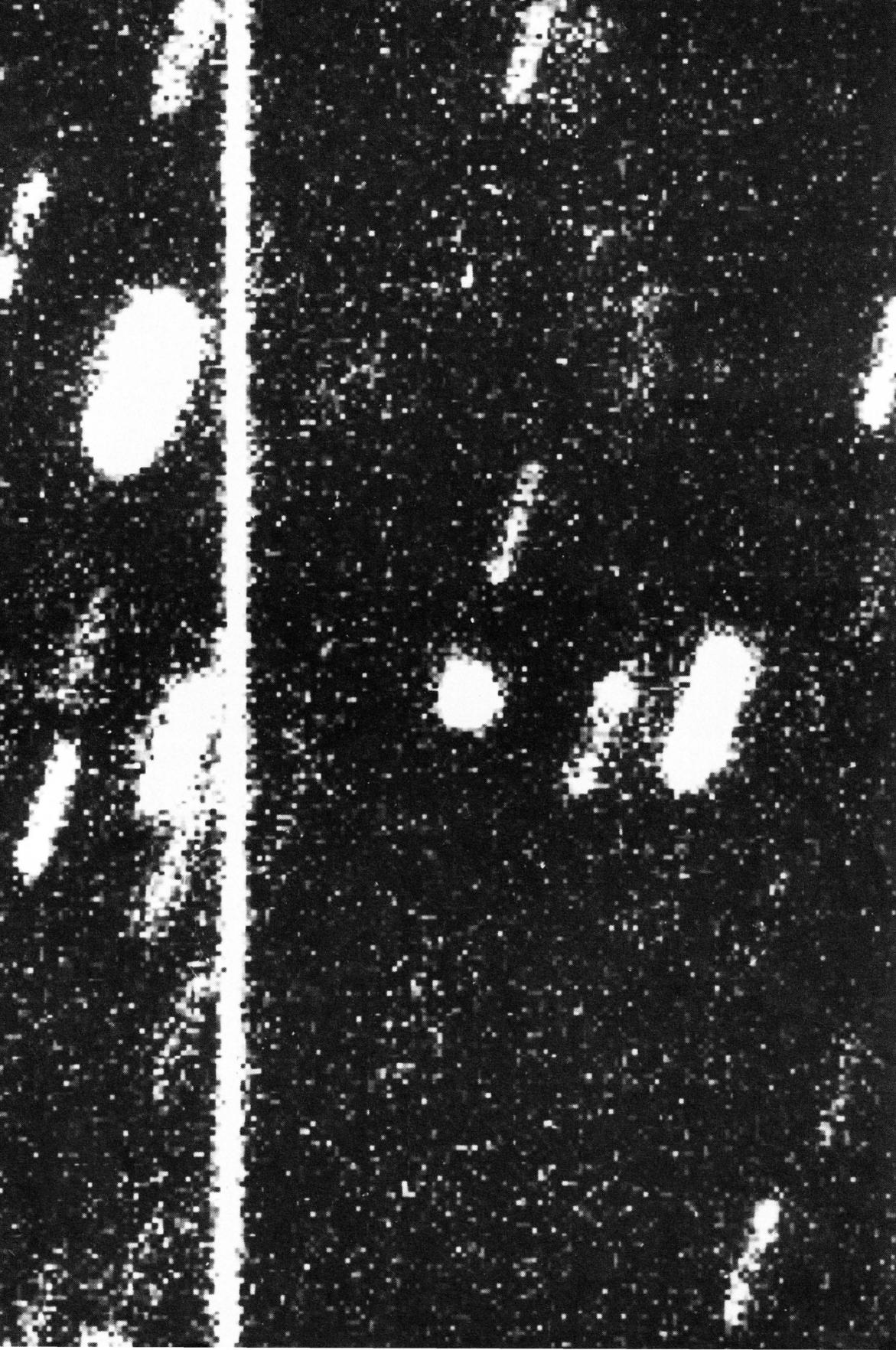
Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете по “Объединенному каталогу Роспечати” (I полугодие 1999 года) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

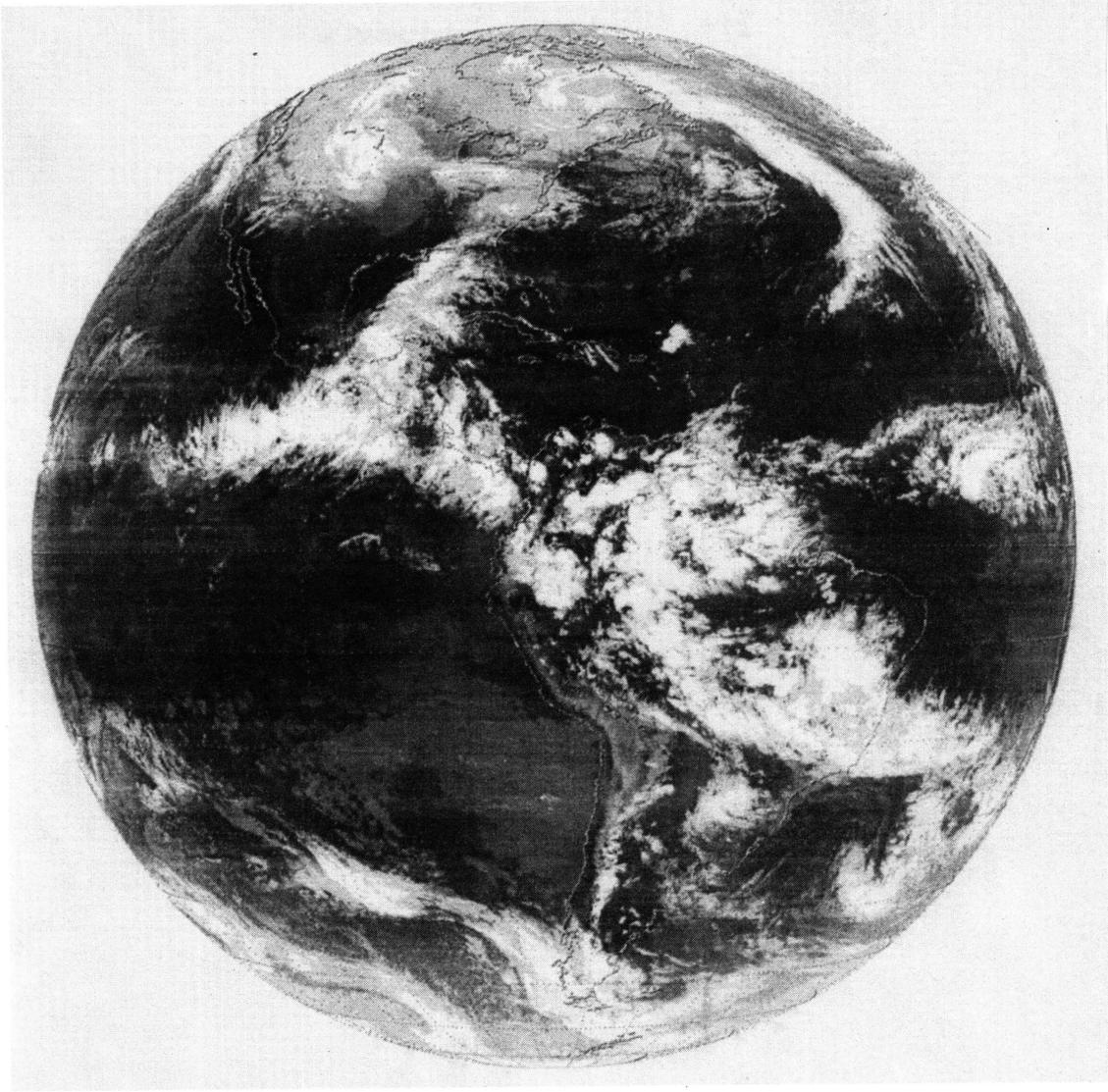
**Заведующая редакцией Г.В. Матросова. Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин.
Зав. отделом астрономии В.А. Юревич. Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин.
Художественные редакторы М.С. Вьюшина, О.Н. Никитина.
Литературные редакторы Е.А. Никитина, Е.Ю. Морейно.
Мл. редактор Л.В. Рябцева.
Корректоры: В.А. Ермолаева, Л.М. Федорова
Номер оформили: Р.В. Ермакова, Е.Е. Барк, Ю.А. Тюришев
Обложку оформила М.С. Вьюшина**

Сдано в набор 10.01.99 Подписано в печать 25.02.99. Формат бумаги 70 × 100 1/16
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12,3 Усл. печ.л. 7,8 Усл.кр.-отт. 11,8 Бум.л. 3,5
Тираж 1472 экз. Заказ № 2244

Адрес редакции: 117810 Москва, Марононский пер., д. 26
Телефоны: 238-42-32, 238-29-66
Отпечатано в типографии “Наука”; 121099 Москва, Шубинский пер., д. 6



Мас. 7-20



"Наука"
Индекс 7033