

ISSN 0044-3948

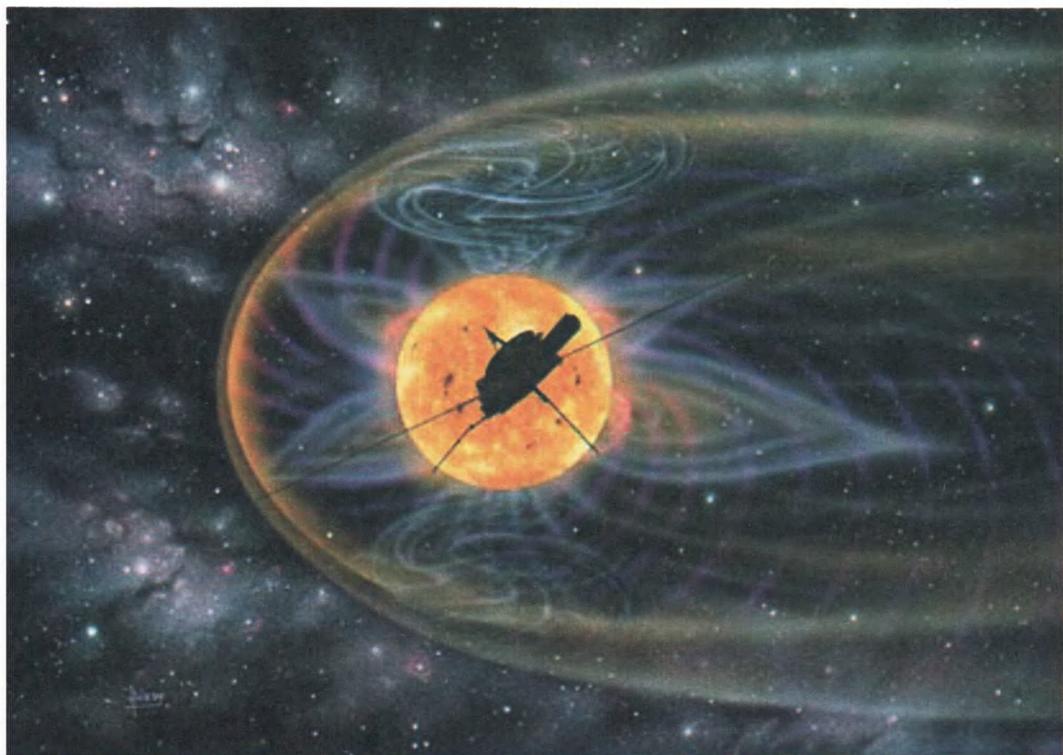
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ—ФЕВРАЛЬ

1/2002





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

1/2002



Новости науки и другая информация:

Полет КА “Генезис” [13]; Солнце в августе–сентябре 2001 г. [16]; Медленное накопление сейсмических напряжений [26]; Новый океанографический проект [27]; Вулкан-убийца – под контролем [27]; Древнейшая океаническая кора [30]; Была ли вода на Марсе? [38]; Новые книги [46, 61]; Исследование погибающих комет [60]; Как отметили День астрономии в “Орленке” [78]; Суперкомета [79]; Загрязнение атмосферы влияет на осадки [83]; Дрейф льда меняет направление [92]; Быстро ли рождаются планеты? [108]; Роль вулканов в жизни Марса [109]; Климат прошлых тысячелетий [110]

В номере:

- 3 ИВАНОВ Н.М., СОКОЛОВ Н.Л. “Океан-О”: два года полета
18 БАРАБОШКИНА Т.А. Феномен эколого-геологического риска

ЛЮДИ НАУКИ

- 28 ПАМЯТИ ГАЛИНЫ НИКОЛАЕВНЫ ПЕТРОВОЙ
31 ЖЕЛНИНА Т.Н. Гвидо фон Пирке
39 СОКОЛОВА Ю.Ф. Юрий Михайлович Шейнманн (к 100-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 47 МАРКИН В.А. Конференция в высоких широтах
ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ
53 ГЕРАСЮТИН С.А. Программа “Спейс Шаттл”: хроника полетов

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 62 РОЗГАЧЕВА И.К., ЧАРУГИН В.М. Компактная Вселенная и возможная природа квазаров

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 73 Небесный календарь: март–апрель 2002 г.

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 80 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., ГАБСАТАРОВА И.П. И платформы подвержены землетрясениям

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 84 ЛЕВИТАН Е.П. Неосуществленная мечта Эйнштейна

ДОСЬЕ ЛЮБОЗНАТЕЛЬНЫХ

- 93 АСТРОВ С.А. Таблица запусков космических аппаратов в 2000 г.



© Академиздатцентр “Наука”
Российская академия наук
журнал “Земля и Вселенная” № 1, 2002 г.

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

На стр. 1 обложки: Международная космическая станция, сфотографированная с борта КК "Дискавери" (программа STS-105) 20 августа 2001 г. Корабль, стартовав 10 августа с экипажем из 7 человек, доставил на станцию третью основную экспедицию и возвратил на Землю 22 августа вторую. Фото NASA.

На стр. 2 обложки: Вверху – ядро кометы Боррелли, сфотографированное с расстояния 2200 км американской АМС "Дип Спейс-1" при пролете 22 сентября 2001 г. в 22 ч 30 мин по Гринвичу. Получено 50 снимков кометы, измерен ее спектр и определены характеристики плазмы в коме. Размеры ядра – 4 × 8 км. На оригинальных снимках различимы многочисленные детали – "горы", разломы, ущелья, равнины. Напомним, что первые изображения ядра кометы Галлея были получены в марте 1986 г. (Земля и Вселенная, № 3, 1986). Фото NASA. Внизу – АМС "Улисс" исследует околопланетные области Солнца в 2000–01 гг. Слева показана ударная волна, vznikшая при взаимодействии солнечного ветра с межпланетной средой. Солнце изображено с огромными протуберанцами и корональными выбросами. Рисунок ESA.

На стр. 3 обложки: Полярный архипелаг Шпицберген (Свальбард), расположенный на 78° с.ш. Здесь состоялась Международная научная конференция, посвященная 100-летию шведско-российской экспедиции по измерению градуса меридиана (к ст. В.А. Маркина).

На стр. 4 обложки: Спиральная галактика M33 в созвездии Треугольника – член Местной группы галактик. Она значительно меньше нашей Галактики, но намного крупнее близлежащих карликовых эллиптических галактик. Снимок получен с высоким разрешением в линии водорода (красный цвет) и кислорода (синий цвет). Это помогает исследовать формирование звезд. Фото Mayall Telescope.

In this issue:

- 3 IVANOV N.M., SOCKOLOV N.L. "Ocean-O": two years of flight
18 BARABOSHKINA T.A. Phenomenon of ecological and geological risk

PEOPLE OF SCIENCE

- 28 To the memory of Galina Nickolaevna Petrova
31 ZHELNINA T.N. Guido von Pirquet
39 SOCKOLOVA U.F. Yuriy Mikhailovitch Sheinmann (to the 100th birthday)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 47 MARKIN V.A. Conference at High Latitudes

NEWS OF FOREIGN ASTRONAUTICS

- 53 GERASYUTIN S.A. Programme "Space Shuttle": chronicle of flights

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 62 ROZGATCHOVA I.K., CHARUGIN V.M. Compact Universe and possible nature of quasars

AMATEUR ASTRONOMY

- 73 Celestial Calendar: March–April 2002

CHRONICLE OF EARTHY SEISMICITY

- 80 STAROVOIT O.E., TCHEPKUNAS L.S., GABSATAROVA I.P. Platforms are also subject to earthquakes

BOOKS ON EARTH AND SKY

- 84 LEVITAN E.P. Einstein's unrealized dream

DOSSIER OF THE CURIOUS

- 93 ASTROV S.A. Launch lists of spacecrafts in 2000

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор педагогических наук

Е.П. ЛЕВИТАН,

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

доктор физ.-мат. наук Л.В. ЗЕЛЕНЬИЙ,

доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,

доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,

член-корр. РАН И.И. МОХОВ,

член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ,

доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,

доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,

доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ,

доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,

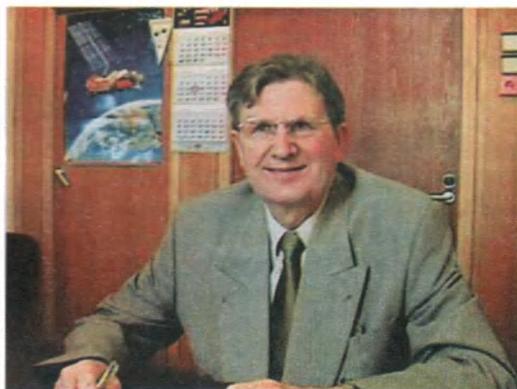
академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ,

член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАШУК,

доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

“Океан-О”: два года полета

Н. М. ИВАНОВ,
доктор технических наук
Н. Л. СОКОЛОВ,
кандидат технических наук
Центр управления полетами и моделирования



Спутники дистанционного зондирования Земли предназначены для изучения и контроля постоянно возникающих природных и антропогенных процессов различного характера. Выполняют оперативные наблюдения за такими явлениями космические аппараты серии “Ре-

сурс” (Земля и Вселенная, 2000, № 4), “Метеор” и “Океан”. Мониторинг океана и водных ресурсов осуществляют ИСЗ серии “Океан-О”, работающие в различных областях спектра. Более двух лет успешно функционирует российско-украинский спутник “Океан-О” № 1.

ИСТОРИЯ ПРОЕКТА

Работы по программе “Океан” были начаты в Советском Союзе с запусков в 1979 г. и 1980 г. двух экспериментальных КА: “Космос-1076 и -1151”. Начиная с “Космоса-1500”, выведенного на орбиту в сентябре 1983 г., все спутники оснащались радиолокационной системой бокового обзора в комплекте



Космический аппарат "Океан-О" на орбите. Рисунок фирмы "Днепрокосмос".

с пассивной радиометрической аппаратурой, обеспечивающей съемку в других диапазонах спектра. Океанографическая спутниковая система функционирует с 1988 г., после запуска первого оперативного КА "Океан-О1", а в 1990-94 гг. выведены на орбиты еще три спутника.

17 июля 2001 г. исполнилось два года со дня запуска с космодрома Байконур с помощью РН "Зенит-2" российско-украинского космического аппарата "Океан-О" № 1. Спутник создан по заказу Российского авиационно-космического агентства и Национального космического агентства Украины, разработан Государственным конструкторским бюро "Южное", изготовлен Производственным объединением "Южный машиностроительный завод" (г. Днепропетровск, Украина). Эксплуатируется аппарат в интересах социально-экономических и научных задач России и Украины на

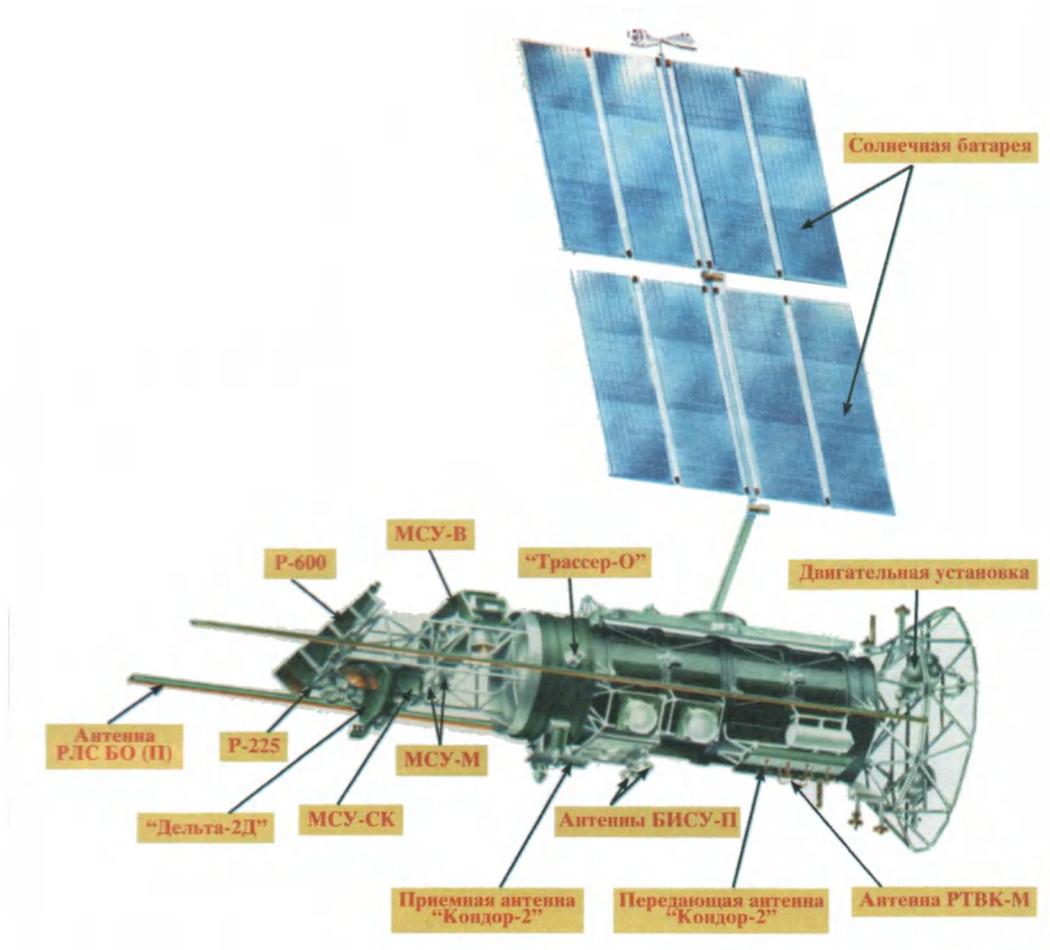
паритетных началах. Управление КА осуществляется из Центра управления полетами и моделирования (г. Королёв, Московская обл.).

НАУЧНАЯ ПРОГРАММА И АППАРАТУРА

Космический аппарат "Океан-О" № 1 предназначен для оперативного получения информации дистанционного зондирования Земли и Мирового океана в оптическом, инфракрасном и микроволновом диапазонах спектра, для сбора и передачи информации с морских, ледовых и наземных платформ. Это помогает изучать фундаментальные проблемы и эффективно решать прикладные задачи, связанные с состоянием окружающей среды и влиянием на нее природных и техногенных процессов.

Масса спутника тяжелого класса "Океан-О" № 1 составляет 6150 кг, из них 1520 кг – научная аппаратура, его длина около 12 м

(с раскрытыми радиолокационными антеннами), диаметр корпуса 3,5 м, на штанге длиной 2 м установлена панель солнечных батарей длиной 8 м и общей площадью 32 м². Работающая по командам с Земли автоматическая "космическая лаборатория" снабжена тремя информационными системами – бортовой унифицированной системой, радиотелевизионным комплексом и информационно-телеметрической системой. "Океан-О" несет на борту многофункциональный измерительный комплекс из 11 приборов, дополняющих друг друга по своим информационным возможностям. В состав комплекса входят: **многоканальные сканирующие устройства** высокого разрешения (МСУ-В работает в диапазоне 0,48–12 мкм, пространственное разрешение 50–250 м, полоса обзора 195 км), среднего (МСУ-СК – 0,53–12,6 мкм, 245 × 157 м, 620 км) и малого (МСУ-М – 0,5–1,1 мкм, 1,7 × 1,5 км), **радиолокационная станция бокового обзора** (РЛС БО – 3,0 см, 2,5 × 1,3 км, 455 км), **трассовые СВЧ-радиометры** (Р-225 – 2,25 см, 130 км и Р-600 – 6,0 см, 135 км), **многоканальный сканирующий микроволновый радиометр** ("Дельта-2Д" – 0,8–4,3 см, 17–91 × 22–120 км) и **поляризационный спектрорадиометр** ("Трассер-О" – 411–809 мкм, 45 км). Почти круговая солнечно-син-



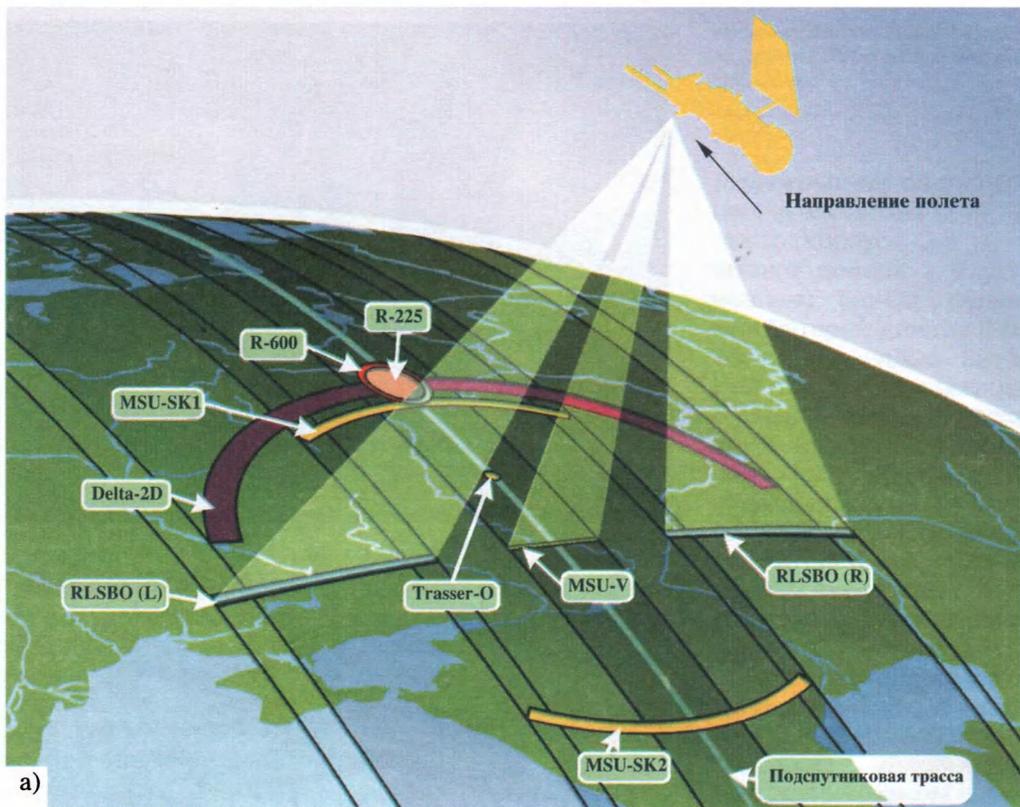
Размещение научной аппаратуры и бортовых систем на КА "Океан-О". Рисунок фирмы "Днепркосмос".

хронная орбита аппарата высотой 660–680 км и наклонением 98° постоянно ориентирована относительно Солнца так, что обеспечиваются наиболее благоприятные условия освещенности при съемках интересующих районов Земли. Спутник каждые 3 суток (41 виток) повторно пролетает над ними и теми же районами Земли.

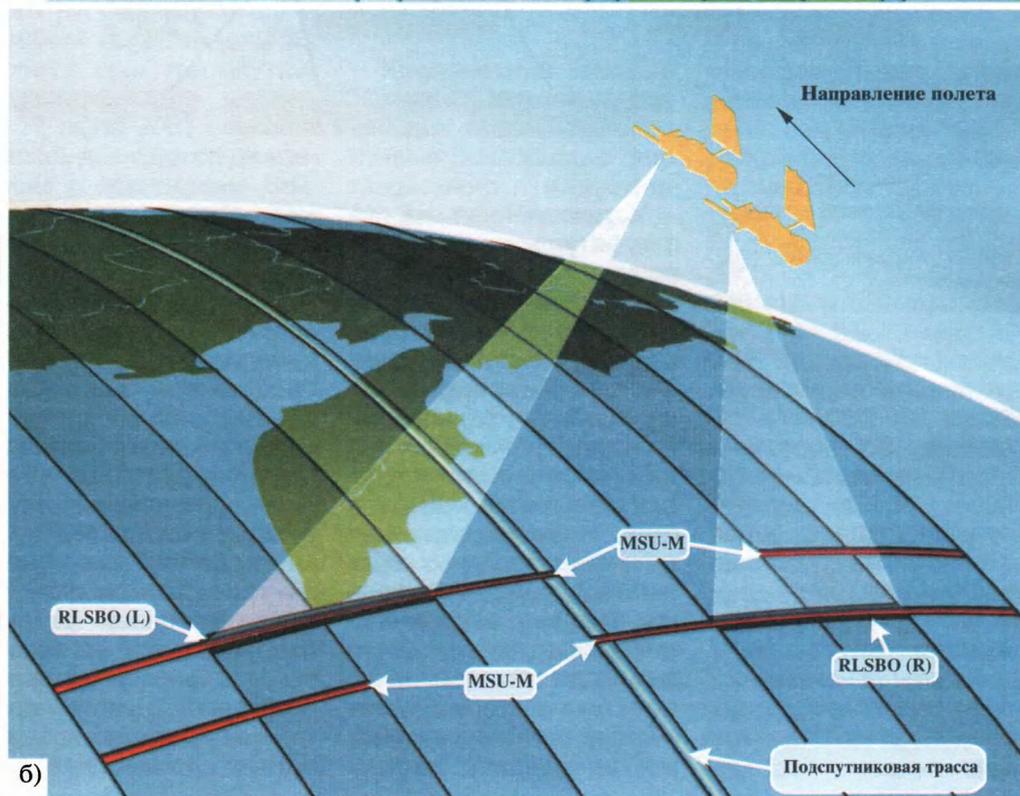
Установленная на КА аппаратура оперативно получает и предоставляет потребителям данные дистанционного зондирования для исследования **Земли и Мирового океана**, позволяя решать при этом ряд важнейших задач. Например, поиск нефти и газа; составление морских гидрологических и специализированных прогнозов; определение районов Мирового океана, перспективных для рыбного промысла; обеспечение безопасности судоходства и выбор оптимальных маршрутов судов; экологичес-

кий мониторинг; предупреждение и контроль чрезвычайных ситуаций; изучение ледовой обстановки в приполярных районах, динамических процессов в слоях атмосферы, синоптической и сезонной изменчивости крупномасштабных течений; определение внутренних волн в океане, характеристик вод континентального шельфа.

Планирование работы измерительной аппаратуры ведется по заявкам потребителей с учетом программы научных экспериментов, осуществляемых



а)



б)

Съемка различных районов Земли с помощью измерительной аппаратуры: а) геометрия полос обзора в видимом, инфракрасном и микроволновом диапазонах (все типы приборов); б) работа радиолокаторов бокового обзора со сканером малого разрешения в режиме совмещенного кадра. Рисунок фирмы "Днепрокосмос".

ведущими научно-исследовательскими организациями Академий наук и космических агентств России и Украины, а также по оперативным заяв-

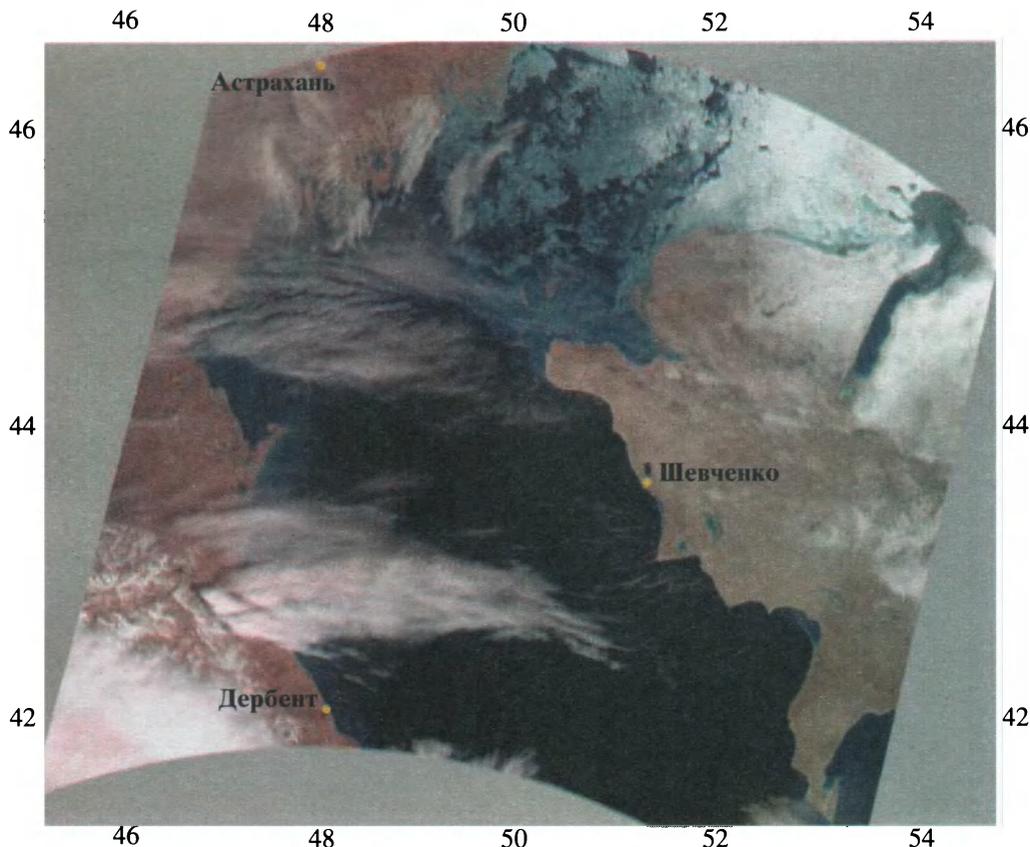
Ледовая обстановка в северной части Каспийского моря. Снимок сделан 23 февраля 2001 г. радиолокатором бокового обзора.

кам при возникновении чрезвычайных ситуаций. В состав наземной аппаратуры, обеспечивающей прием, обработку и распространение информации дистанционного зондирования Земли, входят наземные специальные комплексы России и Украины.

По ряду причин создание космического аппарата растянулось на долгие годы, что привело к возникновению различных **технических проблем**, в частности сократились гарантийные сроки работы бортовой аппаратуры. Поэтому и перед запуском, и в процессе полета аппарата, когда возникали нештатные ситуации, было

предостаточно пессимистических прогнозов относительно работы спутника на орбите. Однако благодаря Главной оперативной группе управления (ГОГУ), сформированной Межгосударственной российской-украинской комиссией, удалось преодолеть возникающие трудности. По истечении гарантийного годового срока активного существования КА на орбите Совместная российско-украинская межведомственная комиссия приняла решение о продолжении его работы.

За более чем **два года полета "Океан-О"** совершил более 12 тыс. витков



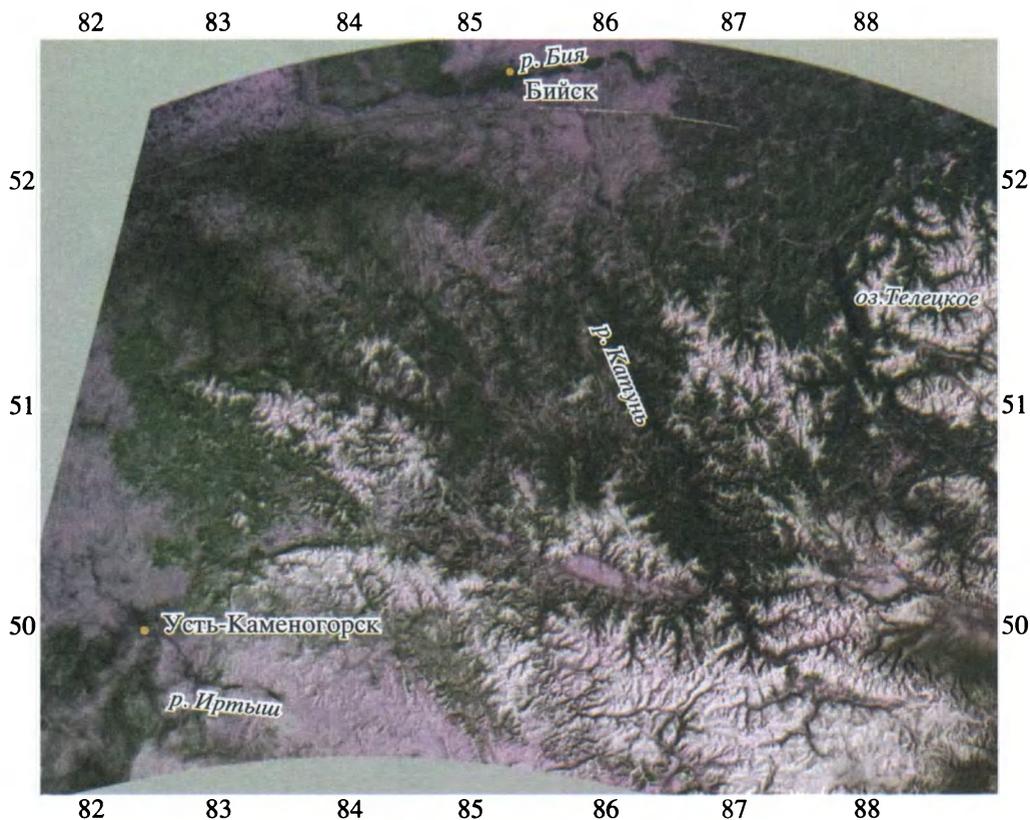
вокруг Земли, в течение этого срока включались все группы бортовых приборов. Выполнены все поступившие в ЦУП заявки от потребителей, проведено более **1000 сеансов** передачи целевой информации. Получены космические снимки высокого качества – многократно отсняты всеми классами приборов регионы России, Украины, Арктики, Антарктики, Африки, экваториальные зоны в период прохождения ураганов, Тайвань сразу после землетрясения, паводковая обстановка в Сибири и на Украине весной 2001 г. Специальная обработка космических снимков позволила по неоднородности плотности инфра-

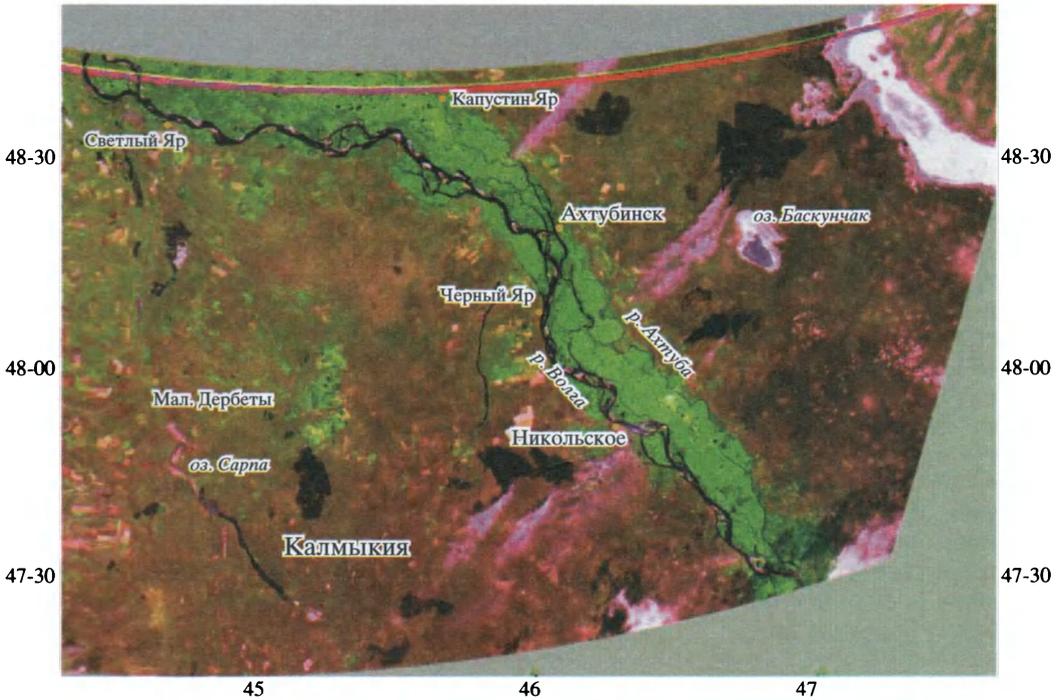
красного изображения поверхности Земли определить и уточнить зоны газовых и нефтяных месторождений. Так, с помощью снимков уточнено месторождение газа у мыса Тарханкут (западная оконечность Крыма).

С использованием сканера высокого разрешения **МСУ-В** были получены изображения отдельных регионов России и Украины. Это дало возможность эффективно и непрерывно контролировать созревание сельскохозяйственных культур и точно определять сроки агротехнических работ, картировать типы почв, определять их состояние, контролировать земельный фонд регионов России и Украины.

Полученная информация также находит применение при наблюдении за экологическими процессами в окружающей среде, в метеорологии, судовождении, рыболовстве и во многих других социально-экономических областях. В настоящее время от многочисленных потребителей продолжают поступать заявки на различные виды целевой информации.

Снежный покров в Алтайском крае и Горно-Алтайской республике. Снимок выполнен сканером среднего разрешения 26 марта 2001 г. Фото НИЦ "Планета".





Волго-Ахтубинская пойма. Шлейфы от пожаров к северо-западу от оз. Баскунчак и юго-западнее с. Никольского. Снимок передан сканером среднего разрешения 11 июля 2001 г. Фото НИЦ "Планиета".

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СО СМЕЖНЫМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Хотелось бы отметить большое внимание, уделяемое **Совместной российско-украинской межгосударственной комиссией**, Росавиакосмосом и Национальным космическим агентством Украины программе работы КА "Океан-О", а также эффективную связь различных организаций России (Центр управления полетами и моделирования

(ЦУП-М), Научный центр космических информационных систем и технологий наблюдения (ЦКН), Украины (КБ "Южное") и др. При проведении работ в усложненном круглосуточном режиме отмечена слаженная совместная работа представителей всей кооперации, между участниками управления установлены надежные оперативные контакты.

Возникающие в процессе **управления** проблемы оперативно решались персоналом ГОГУ при взаимодействии с другими организациями. Можно привести много примеров, когда возникала необходимость срочного изменения объектов съемки аппаратурой МСУ. От Главного оператора космического аппарата – ЦКН –

поступала соответствующая оперативная заявка. Совместными усилиями представителей ЦУП-М, КБ "Южное" и РНИИ КП определялись рациональные конфигурации работы бортовых систем, корректировались режимы включения бортового измерительного комплекса, формировались новые временные программы управления бортовой аппаратурой. В результате съемки заданных районов осуществлялись оперативно, информация принималась российскими и украинскими пунктами.

ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КА

Сразу после запуска КА "Океан-О" возникли проблемы с **ориентацией**

аппарата. Штатная схема работы системы управления бортовым аппаратным комплексом (СУБАК) оказалась неприменимой в условиях сильных вариаций плотности атмосферы во время повышенной активности Солнца в 2000-01 гг. в связи с недостаточно эффективной разгрузкой двигателя-маховика электромагнитной установки в системе управления. Чтобы обеспечить ориентацию, предложили новую схему управления аппаратом, основанную на проведении периодических коррекций пространственного положения панелей солнечных батарей в сеансах связи разовыми командами. Это было необходимо, чтобы компенсировать аэродинамические моменты, действующие на КА. Для поддержания положительного энергобаланса спутника учитывались ограничения на угол поворота солнечных батарей. Топливо при такой схеме расходовалось только на первоначальное построение ориентации КА и не требовалось на ее поддержание, в том числе для разгрузки маховиков. Таким образом, перед персоналом ГОГУ возникла качественно новая комплексная проблема оперативного управления "Океан-О".

Проанализировав работу системы управления при сильных изменениях параметров атмосферы, установили, что для гарантированного поддержания ориентации аппарата необходимо проводить по

5–6 (вместо 3–4, планируемых ранее) сеансов связи в сутки, принимая оперативные решения о поворотах панелей солнечных батарей. Была разработана методика комбинированного управления "Океан-О", позволяющая не только обеспечить требуемую ориентацию, но и добиться положительного энергобаланса аппарата и выполнить программы-заявки на получение целевой информации.

Реализация такой схемы управления потребовала от персонала ГОГУ умения в течение сеанса связи длительностью 10–12 мин по полетной информации оценить состояние работы систем управления и энергоснабжения, определить при необходимости программу поворота панели солнечных батарей, последовательно выдавая команды на борт аппарата и контролируя их исполнение.

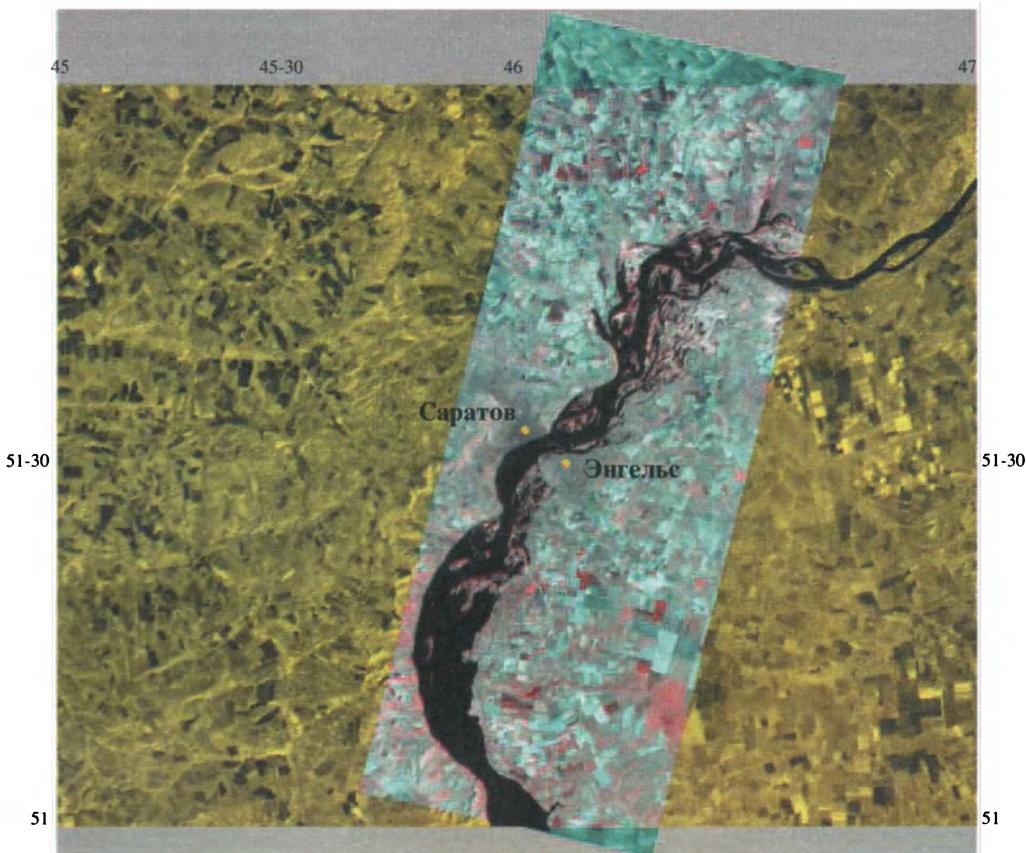
ГОГУ столкнулось с проблемами при возникновении магнитных бурь, которые часто происходили в 2000-01 гг. Чрезвычайно сильные магнитные бури возникали ежемесячно, а в июле 2000 г. и апреле 2001 г. – через каждые два дня. Использование новой схемы ориентации оказалось весьма эффективным при сильных перепадах плотности атмосферы. В таких ситуациях положение панелей солнечных батарей приходилось менять практически в каждом сеансе связи. Угол положения панели относительно плоскости движения КА ме-

нялся в диапазоне 35–90°. Несмотря на чрезвычайно сложные условия управления КА, были полностью выполнены суточные программы работ по передаче целевой информации.

РОЛЬ ЦУП-М В РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Программа управления аппаратом "Океан-О" явилась качественно новой для ЦУП-М. В рамках ее реализации на ЦУП-М были возложены подготовка к управлению КА, обеспечение управления аппаратом, организация взаимодействия со всеми участниками управления КА. Для этого был создан отдельный сектор управления аппаратами социального-экономического и научного назначения (СЭНН). Наряду с традиционными задачами баллистико-навигационного, телеметрического, командно-программного обеспечения управления полетом на него были возложены и качественно новые для ЦУП-М задачи: долгосрочное и оперативное планирование полета, оперативное управление и детальный анализ работы бортовой аппаратуры, выдача рекомендаций о выходе из нештатных ситуаций.

В сформированную и утвержденную Совместной российско-украинской межгосударственной комиссией ГОГУ вошли специалисты ЦУП-М, КБ "Южное" – головного разработчика аппарата, ЦКН – главного оператора, НПП "Орбита"



Русло Волги в районе Саратова. Наложение снимков с различных сканеров – МСУ-Э (30 июля 2000 г.) и МСУ-СК (30 сентября 2000 г.). Фото НИЦ "Планета".

(г. Днепропетровск) – координатора работ средств измерительного комплекса Украины, НИИТП – организации, ответственной за работу средств наземного комплекса управления, НПП "Хартрон-Консат" (г. Запорожье) – разработчика системы управления бортового аппаратного комплекса.

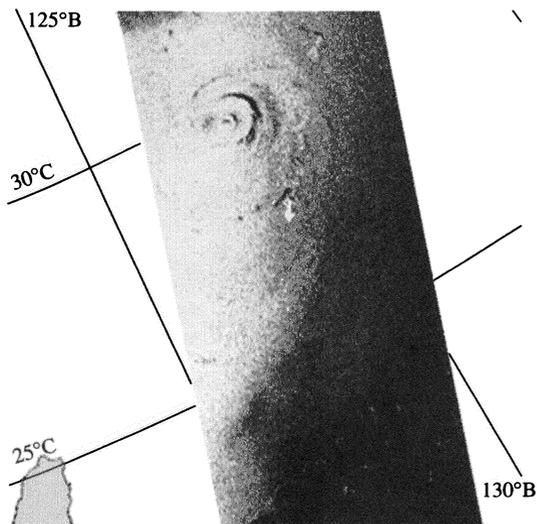
В структуре ГОГУ функции руководителя по

лета возложены на сотрудника ЦУП-М, а технического руководителя – на представителя КБ "Южное". В течение двух лет управления КА "Океан-О" персонал ГОГУ приобрел огромный опыт. Разработана уникальная база нестандартных ситуаций и способов выхода из них, созданы и внедрены в практику методики поддержания ориентации КА, реализована технология управления КА, не имеющая аналогов в мировой практике.

В результате проведенных работ созданы и апробированы базирующиеся на самой современной вы-

числительной технике программно-аппаратные средства ЦУП-М, организованы каналы связи и отработана технология информационного обмена с российскими и украинскими организациями, разработана организационно-техническая и эксплуатационная документация.

Для исследований перспектив развития ЦУП-М была открыта научно-исследовательская работа по теме "УНИЦУП". В ее рамках проведено научно-техническое обоснование стратегии управления КА, определены принципы построения универ-



Тайфун Диана у восточного побережья США. Снимок получен радиолокатором бокового обзора. Фото НИЦ "Планета".

сального, рентабельного и конкурентоспособного на мировом уровне Центра управления полетами.

В соответствии с Федеральной космической программой РФ на 2001-05 гг. (Земля и Вселенная, 2001, № 1) **планируются работы** по подготовке к управлению КА: **"Фотон-М"** для фундаментальных и прикладных исследований в областях материаловедения и космической биологии; **"Ресурс-ДК"** для детального оптико-электронного наблюдения земной поверхности, получения высокоинформативных изображений в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра для оценки чрезвычайных ситуаций и катастроф, создания кадастров природных ресурсов, экологического мониторинга и рационального природопользования; **"Электро-2"** для оперативного получения изображений облачности подстилающей поверхности Зем-

ли сбора и ретрансляции гидрометеорологической информации; **"Ресурс-О1"** для изучения природных ресурсов, всепогодного наблюдения морской поверхности и ледовой обстановки; **"Вулкан"** для оперативного краткосрочного прогноза землетрясений, аномальных физических явлений в атмосфере, ионосфере и магнитосфере Земли.

ОСНОВНЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ

Невозможно перечислить все результаты программы "Океан-О", полученные в течение двух лет полета. Однако основные назвать необходимо:

- выполнены все поступившие в ЦУП-М программы-заявки на включение бортовой научной аппаратуры;
- проведена съемка различных регионов, снимки высокого качества нашли применение при

поиске газовых и нефтяных месторождений, исследовании природных ресурсов Земли, в сельском хозяйстве, при решении задач административного управления, при наблюдении за экологическими процессами в окружающей среде, в метеорологии, судовождении, рыболовстве и во многих других сферах социально-экономической и научной деятельности;

– полученные снимки использовались при создании космического мониторинга окружающей среды Москвы и регионов Московской области;

– получена обширная информация, которую можно идентифицировать и использовать для анализа сезонно-широтных колебаний плотности атмосферы и, что особенно важно, для анализа влияния магнитных бурь на эволюцию параметров атмосферы. Уникальность этой информации заключается прежде всего в том, что, как показал опыт управления КА "Океан-О", существующие модели прогнозирования плотности атмосферы нуждаются в доработке;

– изучалось влияние техногенных аварий и природных катаклизмов на земную, водную и воздушную среды;

– разработана, реализована и показала высо-

кую эффективность уникальная методика поддержания ориентации КА, не имеющая аналогов в практике космических экспериментов;

– обеспечение управления КА “Океан-О” в усложненном круглосуточном режиме позволило

специалистам ГОГУ приобрести уникальный опыт;

– созданы и апробированы в процессе управления высокотехнологичные программно-аппаратные средства ЦУП-М, организованы каналы связи и отработана технология

информационного обмена с организациями, участвующими в управлении КА.

В заключение подчеркнем, что КА “Океан-О” в настоящее время продолжает эффективно использоваться, причем интерес к нему у потребителей информации не снижается.

Информация

Полет КА “Генезис”

Со времени осуществления программы “Аполлон” вземной материал ни разу не доставляли на Землю для прямого научного исследования. В ближайшие годы такое положение изменится: будут проведены четыре миссии АМС для сбора образцов вещества кометы, астероида, Марса и атмосферы Солнца.

Чтобы понять, как образовались планеты, необходимо знать исходный состав протопланетного облака. Солнце до сих пор содержит большую часть вещества этого облака, хотя по химическому составу к нему ближе всего внешняя атмосфера Солнца. Американскому космическому аппарату “Генезис” (“Genesis” – происхождение) предстоит собрать вещество, выброшенное внешней атмосферой Солнца (солнечный ветер).

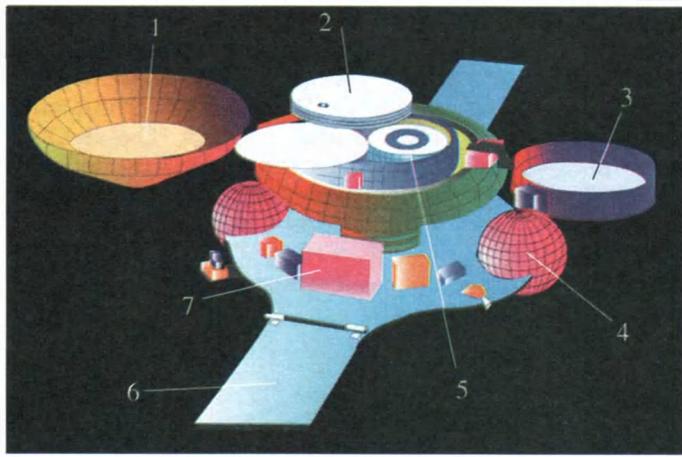
8 августа 2001 г. в 16 ч 13 мин 40 с по Гринвичу с космодрома Канаверал состоялся запуск КА “Генезис” с помощью РН “Delta-2”. Масса КА – 636 кг (из них 142 кг – топливо

и 210 кг – возвращаемая капсула), длина – 2.3 м и ширина – 2.0 м, две панели солнечных батарей размахом 6.8 м. Его запуск на околоземную орбиту был нецелесообразен, поскольку магнитосфера нашей

планеты отклоняет поток частиц солнечного ветра. Вместо этого “Генезис” отправился к точке Лагранжа (L1). На пути длиной 1.5 млн. км аппарат выполнит 3 включения двигателей для коррекции траектории,



Космический аппарат “Генезис” в рабочем положении во время проведения исследований солнечного ветра. Рисунок NASA.



Размещение научной аппаратуры на КА "Генезис": 1 – хвостовой обтекатель возвращаемой капсулы, 2 – коллекторные пластины (одна из них выдвинута), 3 – крышка контейнера с научной аппаратурой (откинута), 4 – один из двух топливных баков двигательной установки, 5 – ионный концентратор, 6 – панель аппаратуры батареи, 7 – монитор ионов. Рисунок NASA.

затем откроется крышка капсулы возврата образцов над опечатанным научным контейнером. "Генезис" во время 80-суточного перелета будет наведен на Солнце, чтобы температура прибора поднялась до 200°C. Дегазация выведет в космос все частицы, осевшие на корпусе и электронике спутни-

ка. Это необходимо, чтобы детекторы и связанные с ними части аппарата не смешались с частицами солнечного ветра и оставались стерильными. Поддержание чистоты на "Генезисе" – жизненно важная задача, поэтому его сборка и стерилизация производились в специально построенном помеще-



нии в Космическом центре NASA им. Л. Джонсона (штат Техас). Здесь же будут исследовать "образцы" солнечного ветра, когда их вернут на Землю. В Центре находятся две "чистые комнаты 10-го класса". В течение 1 мин допускается проникновение в их атмосферу до 10 частиц размером более микрона на каждый кубический метр воздуха. Такая сверхчистка требуется всему аппарату, но в особенности научному контейнеру, который останется плотно опечатанным до выхода "Генезиса" на орбиту вокруг точки Лагранжа. Это сведет к минимуму любое загрязнение, которое могут вызвать дегазация или включения двигателей. Даже после того как контейнер раскроют и детекторы выставят в открытый космос, двигатели "Генезиса" будут использовать предельно осторожно. Возможно загрязнение детекторов вследствие ударов микрометеоритов. Однако наземные испытания показали, что огромная скорость солнечного ветра (300–400 км/с) приведет к проникновению его вещества на гораздо большую глубину по сравнению с другими частицами. Таким образом, можно отделить поверхностное загрязнение от компонентов солнечного ветра.

Блок коллекторных пластин и концентратора ионов с откинутой крышкой, защищающей контейнер с научной аппаратурой. Фото NASA.

Сбор частиц солнечного ветра произведут в точке L1 (5 витков) 5 детекторами со слоями из кремния, алмазов, алюминия, германия и других материалов. В космосе они раскроются, и "Генезис" будет "загорать" по мере того, как частицы солнечного ветра станут врезаться в слоистую структуру. Детекторы сложат и опечатают в научной капсуле для возврата на Землю. Крышка контейнера закроется, и после 29 месяцев забора частиц КА начнет совершать витки вокруг Земли. Обратный путь займет 160 суток, перед приземлением выберут момент входа в атмосферу капсулы над пустыней Юта в дневное время. В случае неблагоприятных погодных условий "Генезис" выйдет на временную парковочную орбиту, где он сможет находиться до 19 суток. Капсула отделится от КА и нырнет в атмосферу Земли. Во время входа в плотные слои атмосферы капсулу опрессуют через высокочистый фильтр во избежание загрязнения контейнера. На высоте 3.5 км над учебно-испытательным полигоном (штат Юта) он раскроет парашют, и его подхватит специально переоборудованный военный вертолет. Это произойдет в сентябре 2004 г. Ожидается, что возвращаемая капсула доставит на Землю частицы общей массой несколько миллионных долей грамма.

"Генезис" создан компанией "Локхид Мартин" и включает в себя главную платформу с па-

нелями солнечных батарей (мощностью 254 Вт), служебными системами и капсулой для возврата образцов вещества. Система связи будет передавать научную информацию со скоростью до 41.7 кбит/с.

В состав научной аппаратуры входят пять приборов. Контейнер с приборами (диаметр 97.3 см) расположен внутри возвращаемой капсулы. На внутренней поверхности крышки находится коллекторная пластина из металлического стекла (сплав циркония, ниобия, меди, никеля и алюминия) для захвата ионов гелия и неона. Ловушки солнечных ячеек диаметром около 10 см. В контейнере имеются еще 4 коллекторные пластины (из различных материалов) для сбора всех компонентов солнечного ветра. На дне контейнера помещен ионный концентратор, сортирующий частицы и отправляющий "нужные" ионы к ловушке коллекторной пластины. Мониторы ионов и электронов располагаются снаружи на приборной плате. Они служат для управления работой коллекторов и концентратора. Монитор ионов установлен на приборной плате, чтобы в ходе возвращения на Землю КА охватывать область диаметром около 50° и захватывать ионы с целью регистрации их плотности, состава и скорости полета. Датчик монитора электронов (две позолоченные полусферы) подсчитывает распределение ионов по энергиям. Природа и интенсивность потока солнеч-

ного ветра сильно изменяются. Каждый детектор включает в себя различные материалы, оптимизированные для разных потоков солнечного ветра. Два из них будут раскрыты в течение 29 месяцев сбора частиц, а остальные – только во время активности их специальных режимов. Датчики ионов и электронов, размещенные на платформе "Генезиса", будут отслеживать изменения режимов и регулировать соответствующие напряжения питания детекторов. Тем временем ионный концентратор выступит в качестве "линзы", фокусирующей частицы солнечного ветра. Особое внимание будет уделяться изотопам кислорода. Исследования этого элемента в планетах и астероидах выявили широкую переменность процентного содержания разных изотопов кислорода. Эти различия могут отражать условия в первичной солнечной туманности.

После возвращения контейнер с собранными образцами отправят в Космический центр им. Л. Джонсона для анализа. Какую-то долю частиц исследуют до 2007 г. на существующем оборудовании, а остальные предполагается сохранить на несколько десятилетий. В будущем станет возможно изучить их с помощью более совершенных приборов и технологий.

По материалам NASA и журнала "Spaceflight", 2001, № 6

Солнце в августе-сентябре 2001 г.

Солнечная активность в эти месяцы 2001 г. несколько повысилась. Значения относительного числа солнечных пятен в августе $W = 106.8$ и в сентябре $W = 150.7$. Однако в сглаженных за 13 месяцев числах Вольфа падение продолжалось.

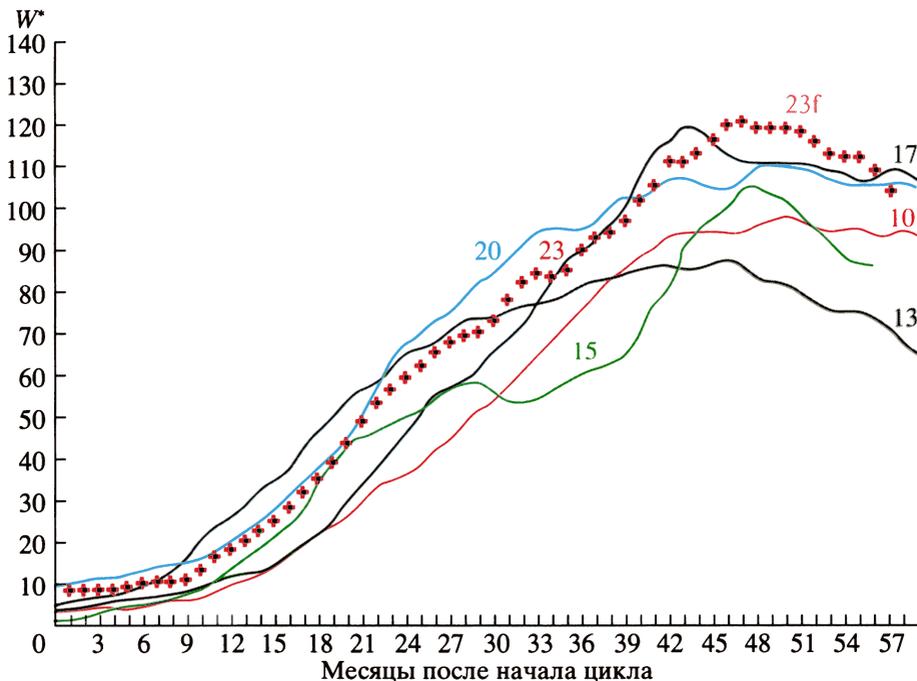
В августе 2001 г. пятнообразовательная активность Солнца менялась от среднего до высокого уровня (для циклов средней величины). Максимальное относительное число пятен наблюдалось 5 августа ($W = 130$), а минимальное – 1 августа ($W = 62$). Из геоэффективных (т.е. воздействующих на Землю) солнечных явлений отметим выброс волокна 9 августа, который сопровож-

дался небольшой солнечной вспышкой и выбросом коронального вещества. Межпланетная ударная волна от этой солнечной вспышки достигла окрестностей нашей планеты 12 августа в 11 ч 36 мин по мировому времени и вызвала малую магнитную бурю 12–13 августа. Геомагнитное возмущение такой же величины наблюдалось 13 августа после двойного выброса солнечных волокон и 17 августа. Но самым замечательным событием августа стала большая солнечная вспышка (балла X5.3/3B), которая произошла 25 августа в большой группе южного полушария Солнца. Она сопровождалась замечательными динамическими явлениями в атмосфере нашего светила, в том числе и мощным выбросом коронального вещества. Во время развития этой вспышки на Земле на полтора часа замерла радиосвязь на коротких волнах. 27 августа отмечался

приход межпланетной волны, но возмущение магнитного поля нашей планеты было незначительным. По всей видимости, основная доля энергии этого возмущения прошла мимо Земли.

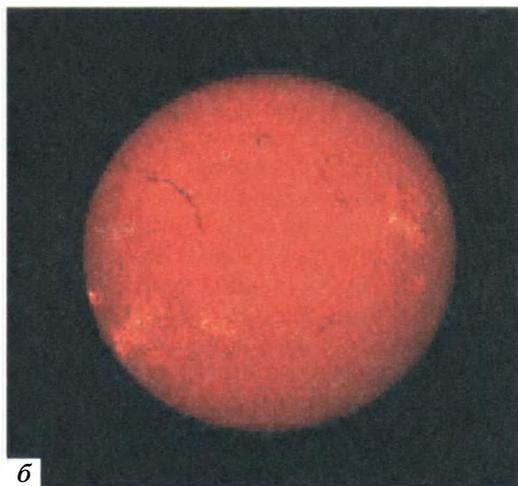
В сентябре пятнообразовательная активность вновь повысилась и оставалась на высоком уровне практически весь месяц (за счет групп пятен большого и среднего размера). Ежедневные площади солнечных пятен порой превышали значение 2000 миллионов долей полусферы. Наибольшее относительное число пятен наблюдалось 24 сентября (200), а наименьшее – 1 сентября (103). Соот-

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





а



б

*Вид Солнца в самой сильной водородной линии видимой части спектра $H\alpha$ ($\lambda = 6563\text{\AA}$):
а) 25.08.2001; б) 07.09.2001.*

*Вид Солнца в белом свете (в непрерывном спектре):
а) 25.08.2001; б) 07.09.2001.*

Источник иллюстраций – страницы Службы Солнца в сети Интернет (www.sec.noaa.gov).

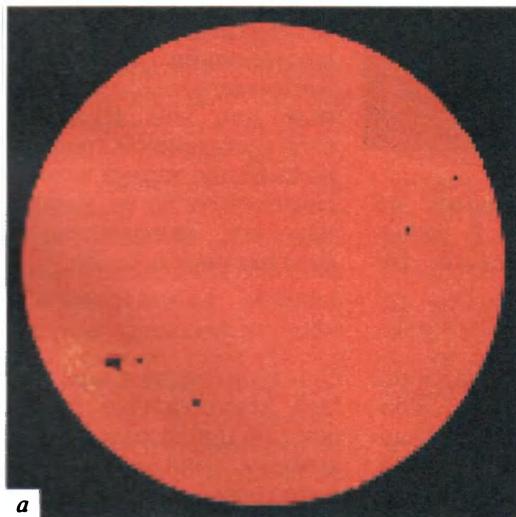
ветственно выросла и вспышечная активность: большие вспышки произошли 5, 9, 16, 17 сентября, однако все они не оказались геоэффективными. Лишь в третьей декаде сентября произошли вспышки, оказавшие заметное воздействие на околоземное космическое пространство. Это прежде всего вспышка балла X2.6/2В 24 сентября, явившаяся источником большого протонного события в окрестностях нашей планеты, и две вспышки среднего балла

28 сентября, сопровождавшиеся выбросом солнечного волка. Возмущения от них вызвали большую магнитную бурю 1–3 октября.

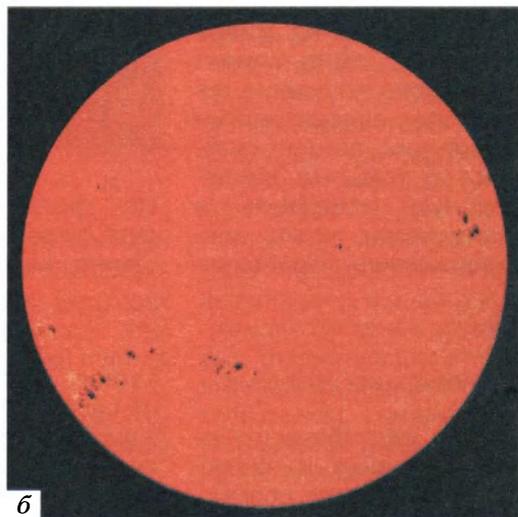
Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно узнать в Интернете: (<http://www.izmiran.rssi.ru/space/solar/forecast.html>).

Страница обновляется каждый понедельник.

**В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН**



а



б

Феномен эколого-геологического риска

Т. А. БАРАБОШКИНА,
кандидат геолого-минералогических наук
Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова

“Автономного организма вне связи с земной корой не существует”.

В.И. Вернадский

Комплекс космических, геологических, климатических, атмосферных, гидрологических факторов непрерывно воздействует на биотический компонент экосистемы. До последнего времени считалось, что меньше всего на живое вещество Земли влияет литосфера, но данные археологии, палеонтологии и истории свидетельствуют о том, что кардинальные изменения в экосистемах часто инициировались изменения-



ми геологического, по сути, характера. И совершенно недопустимо от-

носиться к литосфере лишь как к накопителю минерального сырья, необходимого для удовлетворения потребностей технократического общества. Часто именно состояние литосферы определяет грань, отделяющую оптимальные условия существования биоты от экстремальных, губительных для нее. Изучение этой пограничной среды – важнейшая задача экологической геологии, нового научного направления в системе наук о Земле.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ГЕОЛОГИИ

Роль литосферы в жизнеобеспечении и эволюции биоты стала осозна-

ваться совсем недавно. На рубеже XXI в. В.Т. Трофимов и Д.Г. Зилинг создали учение об экологических функциях литосферы.

Они трактуются в нем как “все многообразие функций, определяющих и отражающих роль и значение литосферы, включая под-

земные воды, нефть, газы, геофизические поля и протекающие в ней геологические процессы, в жизнеобеспечении биоты и, главным образом, человеческого общества”.

Научная концепция экологических функций литосферы объединяет многоплановое изучение роли литосферы как среды существования органической жизни – от простейших форм растительного и животного мира до человеческой популяции. Основное с экологических позиций “предназначение” – ресурсное и энергетическое жизнеобеспечение биоты – реализуется через ресурсную, геофизическую и геохимическую экологические функции.

Согласно В.Т. Трофимову и Д.Г. Зилингу, ресурсная экологическая функция литосферы отражает роль минеральных, органических и органо-минеральных ресурсов литосферы, а также ее геологического пространства, жизни и деятельности биоты как в качестве биоценоза, так и человеческого сообщества и социальной структуры. **Геодинамическая экологическая функция** литосферы – это ее способность влиять на состояние биоты, безопасность и комфортность проживания человека через природные и антропогенные процессы и явления. **Геофизическая экологическая функция** литосферы отражает свойства геофизических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения воздейство-

вать на состояние биоты, включая человека. **Геохимическая экологическая функция** отражает свойство геохимических полей (неоднородностей) литосферы природного и техногенного происхождения влиять на состояние биоты в целом и человеческое сообщество в частности.

Для экологических функций литосферы характерны непрерывность и синхронность воздействия на биотическую компоненту экосистемы в масштабах реального пространства и времени. В этом их специфика.

На вопрос “что раньше появилось – Земля или жизнь?” нет однозначного ответа. Древнейшие породы водноосадочного происхождения уже содержат остатки микроорганизмов, обладающих аппаратом фотосинтеза. Эволюция живой и неживой природы едина и обусловлена функциональной зависимостью состояния живого организма от состава (химического и минерального) и свойств (геохимических, геофизических, геодинамических) литосферы.

Приоритет в экосистеме человеческой популяции обусловлен тем, что, согласно геологической летописи, наиболее уязвимы организмы, стоящие на высокой ступени эволюционного развития. При быстро меняющихся факторах окружающей среды они имеют длительный период адаптации.

Земля – единый дом современного человечества, поэтому анализ геоло-

гической истории планеты, экстраполяция ее на современные этапы геологического развития литосферы и долгосрочный прогноз должны доминировать при выработке геополитических решений, чтобы не повторять трагический опыт древних цивилизаций.

На современном этапе в центре внимания экологии – познание и изучение воздействия на человеческую популяцию последствий техногенного загрязнения природной среды, постоянно возрастающего, включающего все новые компоненты.

В отличие от техногенных процессов природные геологические процессы функционируют непрерывно, обуславливая глобальную миграцию вещества, в том числе максимальную величину повсеместного поступления тяжелых металлов в окружающую среду. Спектр геохимических, геофизических и геодинамических полей наблюдается в геоактивных зонах. Это оказывает совместное (синергетическое) воздействие на биоту, включая и человеческую популяцию.

Состав и свойства литогенной составляющей биотопа экосистемы – один из ведущих факторов формирования зон экологического риска. Экологическая геология должна представлять общественным и правительственным организациям информацию о факторах, формирующих эти зоны. Только с ее учетом на глобальном, региональном и локальном уровнях должны приниматься адекват-

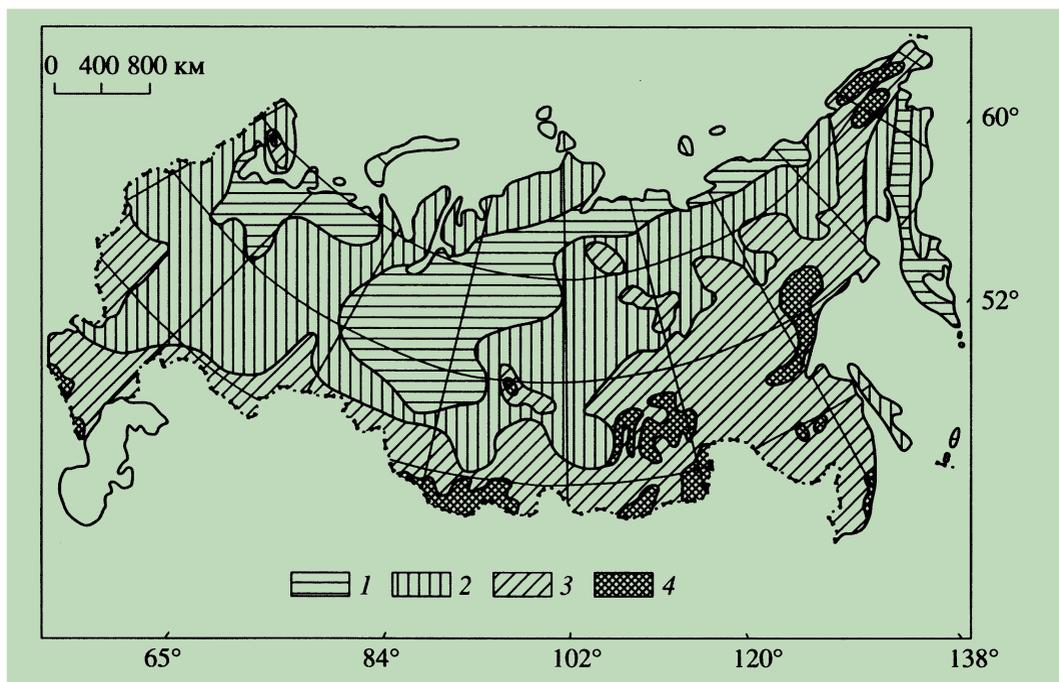


Схема районирования территории России по значениям доз естественного гамма-излучения (по Е.Б. Высокоостровской, В.С. Данилову, А.И. Краснову, 1996). Зоны природной радиации: 1 – пониженная (до 60×10^{-2} мЗв/год), 2 – умеренная ($60-90 \times 10^{-2}$ мЗв/год), 3 – повышенная ($90-135 \times 10^{-2}$ мЗв/год), 4 – высокая ($135-500 \times 10^{-2}$ мЗв/год).

ные решения по обеспечению комфортного существования человечества в гармонии с природой.

ЧЕЛОВЕК В ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЗОНАХ

Влияние литосферы на биоту с различных методологических подходов изучают представители ряда российских и зарубежных естественно-научных школ.

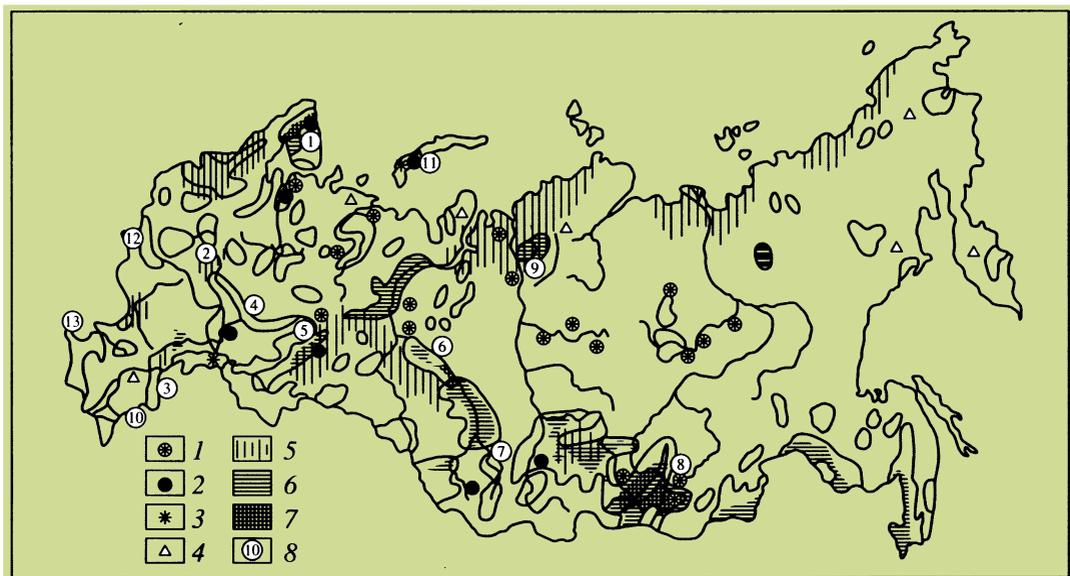
В работах ленинградской школы экологов Е.К. Мель-

никова, В.А. Рудника, Ю.И. Музейчука, В.И. Рымарева в 90-е гг. XX в. развивается понятие о территориях биологического дискомфорта (**геопатогенных зонах**). Это локальные участки земной поверхности, в пределах которых определенные виды растений, животные и человек испытывают стрессовое воздействие. Оно приводит к возникновению различных функциональных расстройств, снижающих сопротивляемость организма к заболеваниям. По происхождению данные участки земной поверхности делятся на природные и антропогенные. Отрицательное воздействие первых на биологические объекты, в том числе на здоровье людей, может существенно превышать влияние антропогенных факторов.

С некоторыми из них связаны естественные геохимические аномалии: избыток в подземных и грунтовых водах ртути, мышьяка, стронция, естественных радионуклидов.

Высокий биологический эффект присущ энергетическим полям, формируемым геолого-геофизическими неоднородностями литосферы (магнитными, электрическими, радиационными, тепловыми). Аномальные величины как природных, так и техногенных геофизических полей провоцируют рост патологии нервной системы и онкологических заболеваний у населения, понижают иммунный статус организма.

Классический пример – территории, примыкающие к активным геодинамическим зонам, проницаемым



для “газового дыхания Земли”. В результате в зоне минерального питания растений, в подземных и поверхностных водах идет формирование аномалий радона, ртути, метана, углекислого газа и др. Формируются аazonальные (выходящие за пределы зон) аномальные геохимические, геодинамические, геофизические поля, которые вызывают широкий спектр негативных реакций у биоты, включая человека.

Районы распространения вызванных этими аномалиями **эндемий** (неинфекционных заболеваний) академик А.П. Виноградов назвал биогеохимическими провинциями. Эти области на Земле отличаются от соседних по уровню содержания в них химических элементов и вызывают различную биологическую реакцию со стороны местной флоры и фауны. При резкой недостаточности или избыточности какого-либо

химического элемента в определенных биогеохимических провинциях возникают массовые эндемии. Коллектив Геохимического института им. В.И. Вернадского (ГЕОХИ) под руководством В.И. Ковальского выделил в пределах биосферы биогеохимические почвенно-климатические зоны. Ученые обособили субрегионы – зональные биогеохимические провинции. Например, в Нечерноземье явно ощущается недостаток йода, кобальта, меди, кальция, сочетающийся с избытком марганца, железа. Такая особенность провинции обусловлена подвижностью форм кальция, меди, кобальта, йода и других химических элементов в подзолистых почвах.

Для Российской Федерации весьма актуальна эколого-геохимическая проблема дефицита йода в воде, породах, почвах и, как следствие, продуктах питания местного производства. Прекращение в

Экологические ситуации на территории Российской Федерации, спровоцированные техногенезом (по Т.А. Акимовой, 1994): 1 – подземные ядерные взрывы, 2 – крупные скопления расщепляющихся материалов, 3 – испытания ядерного оружия, 4 – деградация естественных кормовых угодий, 5 – кислые атмосферные осадки, 6 – зоны экологического кризиса, 7 – зоны экологического бедствия, 8 – кризисные регионы.

последнее десятилетие йодной профилактики привело к распространенности у населения в России эндемического зоба и ассоциированных с ним болезней.

Эндемический зоб – далеко не самое опасное проявление йодной недостаточности. Главная угроза при хроническом йодном дефиците – ухудшение интеллектуальных способностей, неврологические нарушения и расстройства в период роста организма человека.

Проблема йодного дефицита актуальна для многих стран мира. Более

одного миллиарда человек на Земле живут в условиях недостаточного потребления йода. В результате у 200 млн. людей возникает увеличение щитовидной железы (эндемический зоб), у 20 млн. – умственная отсталость, в том числе у 6 млн. – кретинизм. Установлено, что высокая распространенность эндемического зоба среди школьников ведет к снижению познавательных способностей у следующего за ними поколения на 15%.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) считает, что преодоление йоддефицитных заболеваний могло бы превзойти по значению даже искоренение оспы на земном шаре в 70-х гг. XX в.

ФАКТОРЫ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

Эколого-геологический риск, вынуждающий живые организмы реагировать приспособительными реакциями (адаптациями), обуславливает рост заболеваемости людей, угнетение жизнедеятельности фитоценозов, зооценозов, микробоценозов, а в критических ситуациях их гибель.

В зависимости от вида функциональных связей в системе литосфера–биота можно выделить три группы эколого-геологических факторов: эколого-геодинамические, эколого-геохимические и эколого-геофизические. По скорости проявления и интенсивности воздействия на живое факторы эколого-геологического риска,

классифицируются на ряд типов. Среди них – катастрофические геологические факторы, за короткий отрезок времени приводящие к большим человеческим жертвам и материальным потерям. Это землетрясения, извержения вулканов, цунами.

При формировании программ устойчивого развития общества, как в России, так и на международном уровне, приоритет отдается анализу и прогнозу катастрофических факторов. Это естественно: именно катастрофы приводят к большим человеческим жертвам, значительному материальному и моральному ущербу, наносимому современной цивилизации. Геохимические и геофизические факторы не столь ярко проявляют себя, но для представителей человеческой популяции могут иметь большие последствия.

Остановимся на факторах **эколого-геохимического риска**, определяемых геохимией атмосферы, гидросферы и литосферы.

Маркеры (показатели) негативного воздействия химических факторов на биоту (заболевания животных, растений и человека) в биогеохимии именуются **биогеохимическими эндемиями**, а в медицинской практике – **микрорезлементозами**. Тесные функциональные связи в системе “вещество литосферы–человек” осуществляются в процессе питания и водопотребления, а также дыхания через легкие и кожу.

Существует гипотеза, что упадок Римской импе-

рии в значительной мере обусловлен интенсивным поступлением свинца в трофическую (пищевую) цепь вследствие его широкого использования населением Рима (свинцовая посуда и трубы водопровода). Незнание воздействия металла на биологические системы имело трагические последствия для общества. Вовлечение техногенным путем в пищевую цепь токсичного элемента привело к упадку интеллектуального потенциала Римской империи, а затем и к деградации государства. Эту точку зрения подтверждают литературные сведения о высоком содержании свинца в костных останках римлян и особенно римских патрициев.

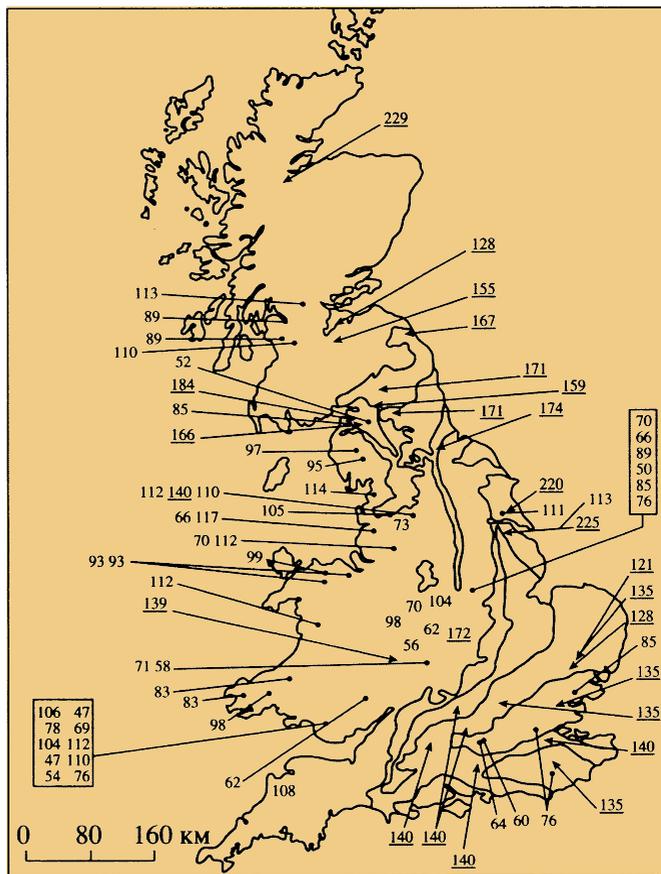
Современная биохимия тщательно изучает механизм и пути воздействия свинца и других ксенобиотиков на живые организмы.

Нормальное течение обменных процессов происходит у живых организмов только при определенном интервале концентраций элементов и их соединений. Этот интервал обусловлен адаптивными возможностями организмов, программированными и разрешенными генотипом. За пределами нижних и верхних пороговых концентраций химических элементов, в экстремальных условиях геохимической среды, возникают мутации, по-видимому, изменяется наследственная природа организма, и при действии отбора появляются новые формы, с расширенными ресурсами адаптации. К биогеохими-

Зависимость содержания стронция в костях человека от распределения карбонатных пород на территории Великобритании (по Е. Гамильтону и М. Мински, 1972, 1973). Цифры – относительные показатели содержания в золе стронция (мкг/г).

ческим заболеваниям могут приводить недостаток или избыток какого-то одного химического элемента, нарушения в соотношении многих химических элементов. Современные медико-экологические исследования базируются на одновременном анализе состояния здоровья людей и содержания химических веществ в объектах окружающей среды. Их комплексное негативное воздействие на человеческую популяцию фиксируют “маркерные” заболевания.

Классический пример всемирной природной медико-экологической и эколого-геологической проблемы – эндемичный флюороз, отмечаемый в Индии, Китае, России, США и других странах. Эта болезнь обусловлена избыточным поступлением в организм фтора, способного накапливаться в минерализованных тканях, костях и зубах, а также волосах. В очаге эндемии концентрация фтора в волосах составляет 480–830 мг/кг, в то время как вне очага – всего 53–73 мг/кг. На территории России флюороз зафиксирован в бассейне р. Волги и в азиатской части страны. В Исландии и Восточной Африке вспышки флюороза зафиксированы в моменты повышен-



ной вулканической активности. Выброс вулканами тяжелых металлов в атмосферу (атмогеохимический фактор эколого-геологического риска) зачастую в десятки раз превосходит их поступление антропогенным путем.

В настоящее время исследования гидрогеохимических факторов экологического риска, т.е. состава природных вод, проводится практически во всех регионах мира. Изучают как воздействие избыточных содержаний (концентраций) токсичных микро-, макроэлементов, так и биологические последствия их недо-

статка. Выяснено, например, что в 37 городах Китая смертность населения от сердечно-сосудистых болезней старше 40 лет коррелирует с жесткостью питьевой воды.

В результате санитарно-эпидемиологических исследований населения, проводимых по программам ВОЗ, установлено, что низкое содержание в питьевой воде кальция и магния приводит к увеличению числа сердечно-сосудистых заболеваний. В Англии была проверена корреляционная зависимость смертности от сердечно-сосудистых забо-



Карта геохимического риска на территории г. Москвы (по данным Института геоэкологии РАН). Степени геохимического риска: 1 – высокая, 2 – средняя, 3 – низкая.

леваний в городах с самой жесткой и самой мягкой питьевой водой. В состав обеих контрольных групп входило шесть городов. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в городах с жесткой водой оказалась ниже нормы, а с мягкой – существенно выше. Более того, у населения, живущего в городах с жесткой водой, параметры деятельности сердечно-сосудистой системы значительно лучше: ниже частота сокращения сердца в покое, общее кровяное давление, а также содержание холестерина в крови. Курение, социально-экономические и другие факторы не влияли на эти корреляции.

Уровень кальция в клетках – универсальный регулятор клеточных функций. Тяжелые металлы конкурируют с кальцием в клетке, т.к. они замещают его ионы в составе белков и нарушают их нормальную работу. Поэтому при недостатке кальция в питьевой воде усиливается всасывание токсичных металлов: свинца, кадмия, ртути, кобальта.

Таким образом, мягкую питьевую воду с низким содержанием жизненно важных двухвалентных катионов кальция и магния, характерную для северных регионов, следует считать гидрогеохимическим фактором экологического риска. При ее употреблении повышается вероятность развития сердечно-сосудистых заболеваний и прочих, зависимых от присутствия этих элементов, патологий.

Литогеохимические факторы экологического

риска проанализированы по зависимости состояния живых организмов от состава почв и почвообразующих пород.

Е. Гамильтон и М. Мински, составившие карту Англии, Шотландии и Уэльса, на которой обозначены выходы известняков и мела и нанесены концентрации стронция в костной ткани человека, установили ряд закономерностей. Обнаружено высокое содержание стронция в костных тканях людей в юго-восточных и северо-восточных районах Англии, что связано с его распространением в известняковых породах.

Высокое содержание стронция в костной ткани отмечено также в центральной и северо-западной частях Англии. Там на поверхность выходят залежи известняка. У жителей же регионов, сложенных бескарбонатными породами, концентрация стронция в костных тканях в целом ниже.

Между абиотическими и биотическими компонентами экосистемы существуют тесные взаимосвязи. Их изучение исключительно актуально для сохранения здоровья населения планеты.

Таким образом, геологические факторы экологического риска многообразны и требуют к себе пристального внимания геологов, медиков, биологов, токсикологов, биогеохимиков, геофизиков.

Представителями различных естественно-научных школ фиксируются четкие связи между веществен-

ном составом компонентов литосферы (природных и техногенно-трансформированных) и состоянием биоты. Односторонний анализ проблемы с технократическими позициями, практикующийся в последние годы после сокращения финансирования геологии в России, обнажает только верхушку современного “айсберга” эколого-геологических проблем.

На современном этапе успешно борются с последствиями техногенеза, благодаря научно-техническому прогрессу. Снижаются токсичные выбросы в атмосферу, очищаются подземные воды и загрязненные почвы, проводятся реабилитационные программы для населения и др. Но управление природными факторами эколого-геологического риска в настоящее время (да и в обозримом будущем) не реально. И все же для явлений глобального масштаба, таких как природные эндемии, объективные знания об аномалиях физических полей необходимы для формирования рациональной коррекционной экологической политики в регионах. Иначе невозможны оптимизация условий жизни населения планеты и минимизация экономических затрат на реанимационные мероприятия от воздействия всего спектра факторов эколого-геологического риска.

Так, например, в 60–80-х гг. минувшего века повсеместно на эндемичных по йоду территориях проводилась профилактика йоддефицита за счет использования специально насыщенных йодом

продуктов питания. Эта практика должна быть восстановлена.

Характерно усиление геохимического риска в местах активного движения автомобильного транспор-

та и расположения промышленных предприятий. В Институте геоэкологии РАН в соответствии с комплексной программой “Безопасность Москвы” составлена карта геохимичес-

кого риска на территории Москвы. Из нее видно, что наименее благоприятная обстановка – в центральной части мегаполиса с некоторым сдвигом к востоку.

Информация

Медленное накопление сейсмических напряжений

Геодезическая аппаратура, установленная на спутниках “GPS” (Global Positioning System – Система глобального определения положений), позволяет фиксировать с исключительной точностью современные движения земной коры. Данные, четко описывающие сдвиги точек на поверхности планеты на несколько миллиметров (!), помогают обнаруживать места, где в недрах происходит деформация земной коры, вызывающая землетрясения.

В дополнение к спутниковой системе начали создавать обширные сети наземных геодезических станций. В последние годы они развернуты в Японии и южной части американского штата Калифорния, известных высокой сейсмичностью. Недавно подобная сеть, состоящая из 14 станций, была построена в юго-западной части канадской провинции Британская Колумбия и на севере примыкающего к ней американского штата Вашингтон.

Группа канадских ученых, возглавляемая Х. Драгертом из Геологического управления Канады в Сиднее (Британская Колумбия), изучила полученные сейсмические и геодезические данные. Ученые обнаружили ранее неизвестный “молчаливый” асейсмический сброс

вдоль крупного разлома земной коры у побережья Тихого океана.

Именно этот разлом отделяет Каскадную зону субдукции (погружение в недра) от мощного (толщиной около 100 км) блока континентальной коры Хуан-де-Фука, соединяющегося с Североамериканской плитой земной коры. Опускание плиты Хуан-де-Фука и привело к возникновению Каскадных гор. По геологическим данным, сильные землетрясения вдоль границы Каскадной плиты происходят раз примерно в 600 лет. Сейчас разлом на малых (до 20 км) глубинах не расширяется и не вызывает сейсмических явлений. Напряжения накапливаются в верхней части разлома. В дальнейшем неизбежен резкий сброс, сопровождаемый мощным землетрясением.

Исследователи установили, что наращивание напряжения в мелкозалегающей части разлома в Каскадных горах, ограничивающего плиту, продолжался около 35 суток. Постепенно возрастание напряжения подвело разлом к предельной точке его прочности.

Последнее мощное землетрясение случилось в 1700 г., так что прошла лишь приблизительно половина 600-летнего сейсмического цикла. Поэтому даже события намного более сильные, чем сейсмический сдвиг 1999 г., вероятно, не смогут ныне привести к катастрофе. Однако в этом регионе существуют и другие разломы,

находящиеся сейчас близко к своему пределу прочности. Подобные эпизоды, в принципе, в состоянии вызвать “подземную бурю”. Поэтому необходимо расширить локальную сейсмическую сеть для наблюдения за поведением земной коры в районе Каскадных гор. Следует иметь в виду, что мы еще мало знаем, как идет накопление напряжений в недрах и насколько часты асейсмические события.

Относительно землетрясений известно, что их количество возрастает примерно в 10 раз с уменьшением магнитуды на единицу. “Работает” ли подобная зависимость в отношении асейсмических событий, неясно.

Специалисты считают необходимым установление густой сети стабильных измерителей напряжения в буровых скважинах для определения физического состояния коры с лучшей временной разрешающей способностью, чем у системы GPS. Первые такие приборы уже действуют в известных своей высокой сейсмичностью районах Паркфилд (Центральная часть разлома Сан-Андреас) и в древней кальдере (плоскодонный вулканический кратер) Лонг-Валли (оба – в штате Калифорния). Теперь, очевидно, пришла пора создавать подобные сети на севере – в штатах Орегон и Вашингтон, а также в юго-западной Канаде.

Science, 2001, 292, 1495, 1525

Информация

Новый океанографический проект

Исследования, проводившиеся под кодовым названием "ESOP" (European Sub-Polar Oceans Programme – Европейская программа изучения субполярных областей океана), продолжены в феврале 2001 г. в рамках новой международной океанографической программы "TRACTOR" (Tracer and Circulation in the Nordic Sea Region – Трассирование и циркуляция вод в регионе Нордических морей). Главная цель проекта – дальнейшее изучение процессов динамики циркуляции вод в морях, омывающих Гренландию, Исландию, Норвегию, Свальбард (Шпицберген) и Фарерские острова.

В августе 1996 г. в воды Норвежского моря было запущено 320 кг раствора одного из "парни-

ковых" газов – гексафторида серы (SF_6). Это трассирующий агент, позволяющий судить о характере течений в данной акватории и прилегающих к ней бассейнах. Вещество начало медленно уходить из Норвежского моря через глубоководные проливы и распространяться по другим акваториям. Изучение его концентрации помогает установить характер и направленность таких океанологических процессов, как перемещение и перемешивание вод.

Подобные параметры уже значительно прояснены для Гренландского морского кольцеобразного вихря. Описаны и вычислены мощность и изменчивость циркуляции в те годы, когда проводился эксперимент.

Оценивается роль перемешивания и "старения" водных масс при переносе ими углерода. Исследуется также воздействие термохалинной циркуляции (тепла и солености) на накопление углерода с учетом коэффициентов перемешивания. Их оп-

ределяют с помощью трассирующего вещества в море.

Модели глобальной циркуляции Мирового океана, в которых так заинтересованы климатологи, метеорологи, океанографы, гидрологи и другие специалисты, во многом совершенствуются после обработки новых данных.

Международный проект "TRACTOR" координируют Т. Юханнес и Б. Балино из Центра им. Бьеркнеса при Бергенском университете (Норвегия). В нем участвуют также Центр экологического дистанционного зондирования им. Ф. Фансена в Бергене, Школа наук об окружающей среде при Университете Восточной Англии в Норидже, Гётеборгский университет (Швеция), Центр климатологического прогноза и исследования им. Хадли Британской метеослужбы и Университет им. Пьера и Мари Кюри в Париже.

Ices Newsletter,
2001, 37, 8 (Дания)

Информация

Вулкан-убийца – под контролем

Специалисты Рабаульской вулканологической обсерватории (Папуа–Новая Гвинея), в том числе прибывшие из Австралии и Японии, совместно с обученными ими аборигенами развернули на склонах и на вершине вулкана Ламингтон сначала временную, а с 1970 г. – постоянную густую сеть сейсмических приборов. Вулкан, возвышающийся всего в 21 км от г. Попондат, внезапно напомнил о себе.

Эта огнедышащая гора, в отличие от большинства других на территории Папуа–Новой Гвинеи, извергается редко, но чрезвычайно грозно. Окрестные жители помнят, как полвека назад – 21 января 1951 г. – вулкан Ламингтон внезапно взорвался и похоронил под своими обломками более 3 тыс. человек. А

ведь никто и не подозревал, что поблизости находится действующий вулкан. Дело в том, что все склоны Ламингтона на высоте 1680 м над уровнем моря покрыты густыми джунглями, затрудняющими доступ к его жерлу, а среди местных папуасов не сохранилось никаких легенд и воспоминаний о его древней активности. Если бы ученые ранее посетили вершину, они заметили бы сравнительно молодые зубчатые пики и подковообразный кратер, открытый с северной стороны, из которого, несомненно, когда-то изливались потоки лавы.

Впрочем, совсем уж неожиданными события пятидесятилетней давности тоже нельзя назвать. Находившийся тогда поблизости австралийский геолог Дж.А. Тейлор оставил чрезвычайно скрупулезно, по часам, составленный дневник. В нем отмечено, что за несколько суток до трагического взрыва па-

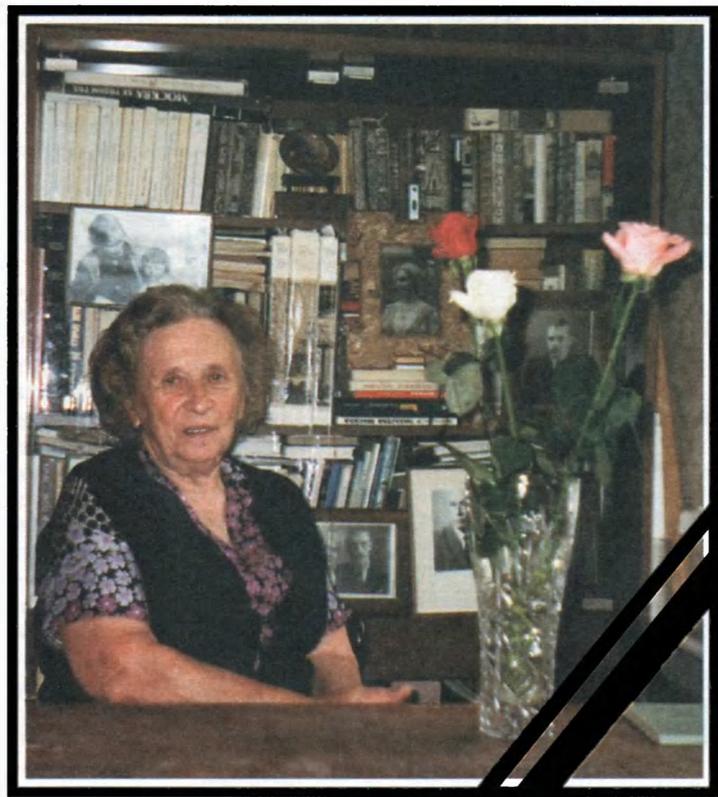
пуасы стали замечать некие явления, происходившие на вершине горы, казавшейся "невинной". Никакие меры приняты не были, а вскоре огненная туча газов и поток раскаленных пород хлынули из кратера и уничтожили все живое на площади около 200 км².

Затем Ламингтон погрузился в дремоту. Сейчас гора "увенчана" современной сейсмической станцией и покрыта сетью электронных приборов, регистрирующих все "подозрительные" изменения наклона земной поверхности.

Сведения о колебаниях почвы автоматически передаются как в Рабаул, так и через искусственные спутники Земли в Национальное управление по изучению океана и атмосферы США в Кемп-Спрингсе (штат Мэриленд), где они подвергаются более глубокому анализу.

Bulletin of the Global Volcanism network, 2001, 26, 5 (США)

Памяти Галины Николаевны Петровой



16 июля 2001 г. мы потеряли Человека редкостной души, выдающегося ученого, интеллигента “ренессансной эпохи”, оптимиста и романтика, женщину величайшего магнетизма. Скончалась **Галина Николаевна Петрова...**

Выдающийся геофизик-магнитолог, она была большим другом “Земли и Вселенной”, единственной женщиной в составе редколлегии нашего журнала за всю 37-летнюю историю его существования.

Галина Николаевна родилась 21 октября 1915 г. в Москве, где и прожила всю свою жизнь. После окончания в 1939 г. физического факультета Московского педагогического института им. В.И. Ленина она пришла в Институт физики Земли (тогда Институт теоретической геофизики АН СССР) и стала последней аспиранткой академика Петра Петровича Лазарева.

Огромный путь в жизни и науке пройден Г.Н. Петровой. Перечисление ее званий, должностей, наград заняло бы не одну страницу. Отметим главное: доктор физико-математических наук, профессор, лауреат Государственной премии России, почетный Соросовский профессор, почетный академик РАЕН, автор ряда изобретений, обладатель нескольких медалей. На всем протяжении работы в ИФЗ Галина Николаевна оставалась лидером в изучении геомагнетизма. В 1947–63 гг. она занималась сравнением характеристик различных видов намагниченности горных пород. Подобные исследования одновременно проводились в Японии и Франции, но работы Г.Н. Петровой – основополагающие в теории магнетизма горных пород. Большое внимание Галина Николаевна уделяла изучению неустойчивого режима геомагнитного поля. Ее интересовало, как протекают инверсии. Г.Н. Петровой принадлежит одно из первых исследований переходного режима (ее работа и работа японских ученых опубликованы в 1965 г.). Она первая в 1972 г. обобщила мировые результаты и предложила модель механизма инверсий. Показана реальность гипотезы о неоднородностях границы ядро–мантия на основе геомагнитных данных, что позднее подтвердили данные гравиметрии и сейсмометрии. Статья “Геомагнитные данные о ядре Земли” (1977 г.), одна из первых публикаций по этой теме, имела принципиальное значение для понимания физики Земли. По ее инициативе и под ее руководством в СССР были поставлены археомагнитные исследования (1961 г.). До последнего времени Г.Н. Петрова исследовала палеовариации геомагнитного поля, записанные в осадочных породах, их связь с палеоклиматом. Она по праву

входит в ряд создателей новой науки – палеомагнитологии.

Перечисленные направления – основные в научных интересах Г.Н. Петровой. Кроме того, она занималась измерением глубины магмового очага под разными типами земной коры (1971–76 гг.), определением напряженности древнего геомагнитного поля (1976–79 гг.; 1995–98 гг.), проверкой реальности палеомагнитных выводов о дрейфе континентов (1976 г.), исследованием самообращения намагниченности некоторых горных пород (1970–72 гг.) и др. Это далеко не полностью охватывает круг интересов и знаний крупного ученого в области геомагнетизма.

Г.Н. Петрова участвовала в создании Палеомагнитной комиссии (1957 г.), позднее преобразованной в Научный совет по геомагнетизму при Президиуме АН, бессменным председателем которого она была. Совет реально координировал исследования по геомагнетизму в СССР и России, оказывал поддержку палеомагнитным подразделениям, проводил регулярные конференции и съезды.

По заказу ЮНЕСКО вместе с М.И. Пудовкиным и В.Н. Бобровым Галина Николаевна подготовила краткий учебник по геомагнетизму для развивающихся стран. В течение многих лет она была активным членом редколлегии журнала “Геомагнетизм и аэрономия”.

Много лет Г.Н. Петрова была председателем Специализированных советов по защите докторских и кандидатских диссертаций в ИФЗ АН СССР и ОИФЗ РАН. Среди ее многочисленных учеников – ученые России, СНГ, представители Болгарии, Германии, Польши, Чехии, Словакии, Румынии и Вьетнама. Под руководством Галины Николаевны защищены 23 диссертации, на 16 докторских и 29 кандидатских защитах она выступала оппонентом. В течение 20 лет она возглавляла работы по геомагнетизму, проводимые совместно с социалистическими странами в рамках Комиссии по планетарной геофизике РАН.

В Международной ассоциации геомагнетизма и аэрометрии (МАГА) Галина Николаевна являлась заместителем

председателя первого подразделения, членом и руководителем рабочих групп по палеомагнетизму и магнетизму горных пород (1975–81 гг.). Неоднократно ее избирали конвине́ром симпозиумов на международных ассамблеях.

Галина Николаевна Петрова создала свою научную школу. В 1952–74 гг. она читала курс лекций по геомагнетизму в МГУ им. М.В. Ломоносова, работала председателем Государственной экзаменационной комиссии геофизического отделения. Она организовала Общественный палеомагнитный семинар и была его бессменным руководителем.

Информация

Древнейшая океаническая кора

Около двух третей всей твердой оболочки нашей планеты составляет земная кора океанического типа. Все новые области океанической коры и мантии образуются в процессе спрединга (растяжения дна океана).

Как давно начала формироваться океаническая кора на Земле? До сих пор предполагалось, что в архейскую эру (более 2.5 млрд. лет назад), когда мантия Земли была разогрета примерно втрое сильнее, чем ныне, возникшая океаническая кора отличалась от сегодняшней.

Подобную гипотезу можно проверить, изучив сохранившиеся до наших дней образцы архейской океанической литосферы. Обычно она многократно перерабатывается, возвращаясь в мантию при субдукции, но отдельные ее фрагменты, именуемые офиолитовыми комплексами, могут сохраняться там, где сталкиваются плиты и возникают горные цепи. Они обозначают собой места “закрытия” океанических бассейнов.

Геофизики Т.М. Каски из Сент-Луисского университета (штат Миссури), Цзян Хайли из Пекинского университета (КНР)

и Р.Д. Такер из Университета им. Вашингтона в Сент-Луисе исследовали образцы офиолитов, недавно обнаруженные в восточной части провинции Хэбэй, среди Северокитайского кратона, в 250 км к северо-востоку от Пекина.

Большой участок коры с гнейсами, амфибиолитами, слюдянными сланцами, доломитизированным мрамором разделен на два крупных блока, между которыми залегает новоархейский Центральный орогенный пояс.

В последние десятилетия изучение офиолитов фанерозойской эры (период с 544 млн. лет назад и до нынешнего времени) и современной нам океанической коры показало, что тектоническое растяжение коры и процессы магматизма в различных условиях могут порождать весьма сходные структуры не только в пределах зоны спрединга срединно-океанического хребта.

Давно существовало мнение, согласно которому ключевыми факторами, влияющими на структуру океанической коры, служат скорость спрединга и морфология его центра. Но важен и объем магмы. Например, несмотря на замедленный спрединг (скорость его менее 20 мм/год), толщина магматической коры в Исландии достигает почти 25 км. В областях Средин-

Заведуя отделом ИФЗ РАН, она создала крепкий коллектив, объединенный не только совместными научными исследованиями, но и тесными дружескими отношениями. Галина Николаевна – поэт, автор многочисленных капутников, нескольких опер о жизни отдела, поставленных силами коллектива.

До последнего мгновения Галина Николаевна вела активнейший образ жизни: обобщала материалы, писала статьи, занималась большой организационной работой, общалась с друзьями.

Многочисленным друзьям, коллегам и ученикам Галины Николаевны трудно представить, что ее уже нет среди нас...

но-Атлантического хребта с более низкими температурами магматическая кора отсутствует совсем (или ее мощность очень мала).

В подобных бедных магмой районах интенсивное разламывание коры приводит к перемещению и перемешиванию вероятных офиолитовых скоплений.

...Недавно открытые офиолиты комплекса Дунваньжи в Китае наиболее достоверно представляют архейскую океаническую кору. Они содержат все основные породы типичных офиолитов фанерозоя, расчленены и слабо метаморфизованы. Это исходная точка для проверки гипотез, описывающих зарождение и эволюцию земной коры.

Участники работы определили возраст офиолитового комплекса по соотношению в его породах урана и свинца.

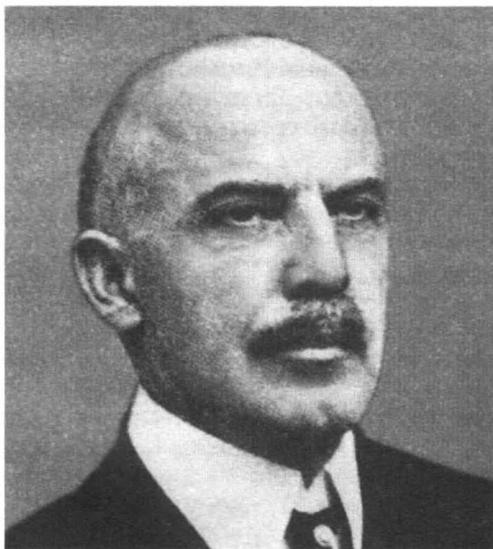
Обнаружены свидетельства, что примерно 2.5 млрд. лет назад на окраинах расходящихся плит земной коры уже действовал “механизм”, приводящий к аккреции коры океанического типа, подобный существующему сегодня. Температуры молодой мантии в то время были не слишком высокими по сравнению с нынешними. Древние процессы плитовой тектоники можно считать весьма сходными с современными.

Science, 2001, 292, 1076, 1142

Гвидо фон Пирке

Мировую известность фамилии фон Пирке принесли два брата: Клеменс (1874–1929) – детский врач, создатель учения об аллергии, способствовавший своими теоретическими и экспериментальными работами диагностике туберкулеза, астмы и экземы, и Гвидо (1880–1966) – один из пионеров космонавтики, последователь К.Э. Циолковского и Г. Оберта (Земля и Вселенная, 1972, № 5; 1995, № 5), авторов первых фундаментальных трудов по теории ракетно-космического полета.

Потомок старинных австрийских родов **Гвидо фон Пирке (Guido von Pirquet)** по-



Австрийский пионер космонавтики Гвидо фон Пирке (1880–1966).

явился на свет 30 марта 1880 г. в имени родителей в замке Хиршштеттен, расположенном в Вене (Австрия). Его отец Петер фон Пирке, богатый тирольский землевладелец, юрист по образованию, сменил мундир военного на фрак дипломата. Выйдя в отставку, он занялся парламентской деятельностью и возглавил многочисленные общества венских промышленников.

Гвидо – пятый ребенок в семье – получил великолепное образование, владел английским, французским и итальянским языками. В 1898–1902 гг. изучал машиностроение в политехнических институтах в Вене и Граце. Не будучи стесненным материально, он осваивал специальность инженера, подчиняясь исключительно внутренним побуждениям и интересам. Прервав в 1901–1902 гг. занятия наукой, служил вольнонаемным на австро-венгерском военно-морском флоте и участвовал в морском походе в Смирну и Салоники.

Г. фон Пирке вел дела по управлению своей многочисленной собственностью, увлекался спортом, изучал вулканологию, метеорологию и астрономию, антропологию, зоологию и ботанику, уделял много времени изобретательству – ему принадлежат несколько патентов, преимущественно в области теплотехники, а также ряд работ по солнечным и волновым (морским) электростанциям. Исследовательский “жар” сопровождался у фон Пирке жадной новых знаний, стремлением к расширению познавательного горизонта. Уже в зрелом возрасте он изучал в 1931–1932 гг. в Высшей

технической школе (Вена) физическую химию и математику, а в 1953–1956 гг. посещал лекции по истории естествознания.

Фон Пирке занимался и общественной деятельностью. Он состоял в Австрийском союзе моряков, а с 1926 г. был председателем технического экзаменационного комитета и вице-президентом Австрийского союза изобретателей.

К теоретическим исследованиям в области космонавтики Г. фон Пирке приступил осенью 1926 г. Толчком к этому послужило его знакомство с инженером Отто Фуксом и доктором Францем фон Гефтом, тогдашним руководителем Венского ракетного комитета (объединявшего специалистов по баллистике, небесной механике, теплотехнике, двигательным установкам), – авторами первых в Австрии научных публикаций по проблемам ракетно-космического полета и космонавтики. О. Фукс предложил, в частности, в 1926 г. использовать термин “космонавтика” (нем. “Kosmonautik”) наряду с введенным в 1920 г. Ф. Улинским и в 1923 г. Г. Обертом термином “космоплавание” (“Raumschiffahrt” или “Weltraumfahrt”). Осенью 1926 г. фон Пирке вместе с фон Гефтом основал в Вене “Научное общество высотных исследований” (Wissenschaftliche Gesellschaft für Höhenforschung) – первую на Западе общественную организацию, занимающуюся изучением и пропагандой космонавтики.

Фон Пирке сразу включился в дискуссию между сторонниками и противниками космонавтики, развернутую в книгах и статьях, докладах и лекциях. По меткому выражению известного популяризатора космонавтики Вилли Лея, под знаком “битвы многих формул” прошла вторая половина 1920-х гг. Фон Пирке сказал свое веское слово в этих дебатах и оставил заметный след в истории разработки теоретических проблем космонавтики. Чтобы по достоинству оценить его вклад в теорию космического полета, коснемся сути споров вокруг этих проблем.

“Битва многих формул” началась с выхода в мюнхенском издательстве “Verlag von R. Oldenbourg” основополагающих

западноевропейских научных трудов по космонавтике первой половины 20-х гг. – Германа Оберта “Die Rakete zu den Planetenräumen” (“Ракета в межпланетные пространства”, 1923 г.) и Вальтера Гомана “Die Erreichbarkeit der Himmelskörper. Untersuchungen über das Raumfahrtproblem” (“Возможность достижения небесных тел. Исследования проблем космического полета”, 1925 г.), а также научно-популярной брошюры Макса Валье “Der Vorstoss in den Weltraum. Eine technische Möglichkeit? Eine wissenschaftlich allgemeinverstaendliche Betrachtung” (“Прорыв в космическое пространство. Техническая возможность? Научно-популярный обзор”, 1924 г.). В этих книгах рассмотрены особенности различных этапов полета с Земли и последующего возвращения, приведены математические доказательства осуществимости подобной экспедиции. Но формулы и подробные расчеты, положенные в основу этих доказательств, воспринимались читателями по-разному. Одним они внушали надежду на то, что проблема космических полетов может быть успешно решена. Других отпугивали грандиозные массы и размеры будущих космических кораблей, воплотить которые в реальных технических конструкциях не представлялось возможным. Дискуссия отразила переход от доказательства принципиальной возможности ракетно-космического полета в сторону изучения конкретных путей его осуществления.

Камнем преткновения в спорах стала, в частности, необходимость в гигантских запасах топлива для пилотируемых полетов (в то время космонавтика мыслилась только в “пилотируемом варианте”) к другим небесным телам. Даже при скоростях истечения газов из двигателей ракеты до 5000 м/с (что многим казалось невероятным) масса топлива должна была в десятки раз превосходить массу самого межпланетного корабля. Это обстоятельство побуждало искать пути либо экономии потребляемого в межпланетном полете топлива, либо пополнения его запасов в пути.

Ряд интересных соображений в этой связи высказал В. Гоман (Земля и Все-



Обложка сборника "Возможность космических полетов" (1928 г.) под редакцией В. Лея. В нем опубликованы первые работы Г. фон Пирке по космонавтике.

ленная, 1980, № 3). Во-первых, он предложил экономить топливо за счет планирующего спуска в атмосферах планет и выбора траекторий полета, при которых сила тяготения небесных тел "помогала" бы движению космических летательных аппаратов. Во-вторых, он предложил идею использовать в качестве топлива вещества, которые можно найти на других небесных телах – промежуточных или конечных пунктах межпланетного путешествия. Исходя из этого, В. Гоман рассматривал Луну как перевалочную базу на пути к планетам Солнечной системы. Несмотря на правильные теоретические расчеты, рассуждения В. Гомана казались экзотичными. Способствуя решению одних проблем, они с неизбежностью выдвигали новые, не менее сложные. Энергетически выгодные межпланетные траектории оборо-

чивались длительным пребыванием человека в космическом полете, не говоря уже о заводах по производству топлива на других планетах и на Луне. Достичь и освоить ее – само по себе целый комплекс задач.

Основательная теоретическая и инженерная подготовка позволила фон Пирке разобраться в доводах дискутирующих сторон. Он занялся космонавтикой только в 46 лет, избежав романтического настроения юности. Развитие ракетной техники фон Пирке считал одной из важнейших задач, которые встанут перед обществом в будущем. Вместе с тем он подчеркивал, что данная проблема не самая насущная для текущего времени. Он находил куда более актуальным овладение энергией солнечных лучей и морских волн. Однако не соглашался и с теми, кто, подобно Роберту Эсно-Пельтри (Земля и Вселенная, 1981, № 6), в 1910-х гг. начало ракетостроения видел в далеком будущем, когда появятся атомные двигатели.

Критической стала уже первая работа фон Пирке "Die ungangbaren Wege zur Realisierung der Weltraumschiffahrt" ("Непелальные пути осуществления космического полета"), которую он в 1927 г. написал для сборника "Die Möglichkeit der Weltraumfahrt" ("Возможность космических полетов"), составленного и изданного В. Леем в Лейпциге. В этот сборник вошли также статьи Г. Оберта, В. Гомана, К. Дебуса, В. Лея, Ф. фон Гефта и Ф. Зандера.

Г. фон Пирке проанализировал многочисленные варианты осуществления космических полетов, накопившиеся к тому времени в научной литературе. "Отделить злаки от плевел" – так обозначил фон Пирке свою задачу. Это было насущной потребностью, поскольку фантастические идеи и проекты только лили воду на мельницу противников космонавтики, дискредитируя научные выводы серьезных исследователей. Фон Пирке не только обобщил различные взгляды на проблему космических полетов, но и выявил малоизученные пути достижения других небесных тел.

Результаты исследований фон Пирке изложил в работе "Fahrtrouten" ("Межпланетные маршруты", 1928–1929 гг.),

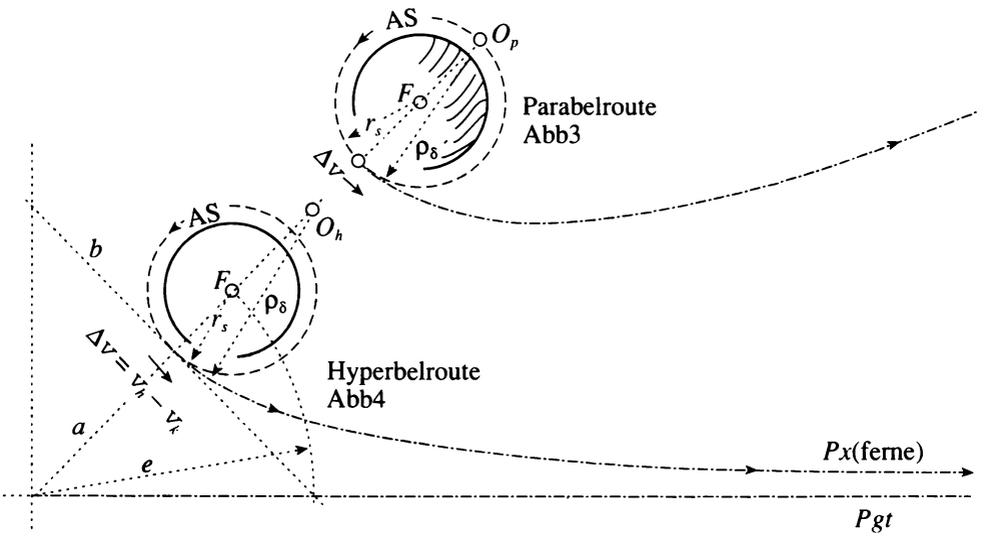
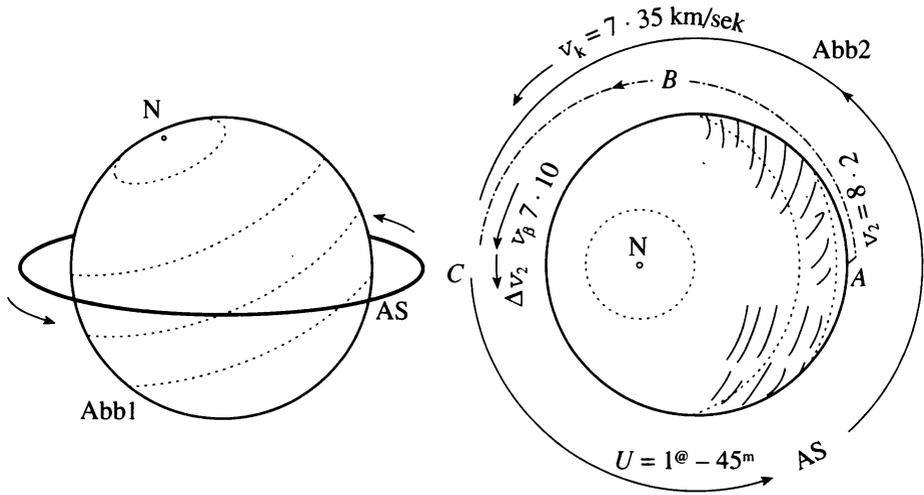
которая принесла ему известность. Как и В. Гоман, фон Пирке поставил задачу решения проблемы сверхтяжелой массы ракетного топлива, необходимого для осуществления пилотируемых полетов к планетам. Однако для фон Пирке принципиальность перелета человека с одного небесного тела на другое имела принципиальное значение. Он не считал, что ее надо увеличивать даже ценой сокращения запасов топлива при условии движения по энергетически выгодным траекториям. В частности, он рассчитал траекторию полета с Земли к Венере по эллиптической орбите. Предполагалось, что на путь к Венере и обратно необходимо, хотя и при больших запасах топлива, 97 дней вместо 146 суток (по В. Гоману). Столь значительный выигрыш во времени, по мнению фон Пирке, возможен, если межпланетный корабль стартует за пределами Земли. Но не с поверхности Луны, как предлагал В. Гоман, а со станции на околоземной орбите, служащей портом для межпланетных путешествий. Орбитальной станции отводилась главная роль в развитии пилотируемой космонавтики, неотъемлемой частью которой представлялись полеты человека к другим мирам. Этот вывод фон Пирке сформулировал в виде своего «космонавтического парадокса». Согласно ему, пилотируемый полет к планетам Солнечной системы с орбитальной станции потребует меньших усилий и затрат, чем создание в околоземном пространстве самой станции и полеты на нее. Первый шаг, представлявшийся таким простым и естественным, на самом деле окажется самым сложным, зато потом будет проще совершать межпланетные путешествия. В сентябре 1928 г. в журнале «Die Rakete» («Ракета») фон Пирке сформулировал решающее условие межпланетных полетов: «Путь к другим мирам лежит через космическую станцию».

Идея космической станции не была к тому времени новой в научной и научно-популярной литературе. В 1895 г. ее высказал К.Э. Циолковский в книге «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения», а в 1923 г., независимо от российского ученого, развил в книге «Die

Rakete zu den Planetenraeumen» Г. Оберт. Но никто до фон Пирке не связывал с орбитальной станцией распространение человека за пределами своей планеты, никто не ставил ее в центр проблемы достижения небесных тел. Заслуга фон Пирке состоит в осознании «парадокса космонавтики» и раскрытии его значения для космических полетов.

Многие современники и соратники фон Пирке по борьбе за практическую состоятельность идеи космического полета в полной мере поняли и оценили это научное достижение. Свидетельство тому – написанная в декабре 1928 г. заметка Иоханнеса Винклера (редактор журнала «Die Rakete», председатель Общества космоплавания, конструктор первой европейской жидкостной ракеты, совершившей полет 14 марта 1931 г.). Он подтвердил возможность развить на ракете с кислородно-водородным двигателем первую космическую скорость: «Этого достаточно для полета на космическую станцию. Большого пока и не требуется. Полеты с космической станции к планетам будет куда легче осуществить. Этот вывод представляет собой один из важнейших результатов, которые принес нам 1928 г. А именно, что для осуществления космонавтики достаточно совершить полет на космическую станцию. Можно ограничиться достижением круговой скорости 7.9 км/с, а не стремиться к получению параболической скорости 11.2 км/с. Этот вывод впервые введен в число доказательств возможности космонавтики фон Пирке в сентябрьском номере нашего журнала». Подчеркивая заслуги фон Пирке как пионера космонавтики, И. Винклер в октябре 1928 г. поместил в журнале «Ракета» биографическую справку о нем.

Однако не все современники разделяли мнение И. Винклера о значимости исследований фон Пирке. Так, в ходе архивных поисков автором данной статьи были выявлены новые материалы, на основе которых стало возможным установить два обстоятельства. Во-первых, статья «Fahrtrouten» в журнале «Die Rakete» была лишь фрагментом неизвестного ранее большого труда фон Пирке «Graphische Blaetter zur Raumschiffahrt»



(“Космонавтика в графических иллюстрациях”), рукопись которого утеряна. Вторых, издательство “Verlag von R. Oldenbourg” отказалось издать отдельной книгой этот труд фон Пирке. По-видимому, издатель считал недостатком ту его особенность, которая самому фон Пирке казалась достоинством – обилие графиков, схем, чертежей и эскизов, сопровождавшихся весьма краткими пояснениями. Фон Пирке был уверен, что способ графических иллюстраций, пояснявшихся лишь заметками на полях или краткими подрисовочными подписями, облегчит читателям знакомство с его идеями. Он писал Р. Ольденбургу, что

Чертеж Г. фон Пирке, иллюстрирующий его идею путешествий к планетам с использованием орбитальной станции: Abb1 – станция (AS) на околоземной орбите, Abb2 – старт с Земли на орбитальную станцию, Abb3 – старт с орбитальной станции и полет к другому небесному телу по параболической траектории, Abb4 – старт с орбитальной станции и полет к другому небесному телу по гиперболической траектории.

его “труд осветит всю тему самым точным образом, причем преимущественно преобладающего графического метода выразится в возможности быстрого восприятия предмета”. Но издательство явно не разделяло этого мнения. Полная

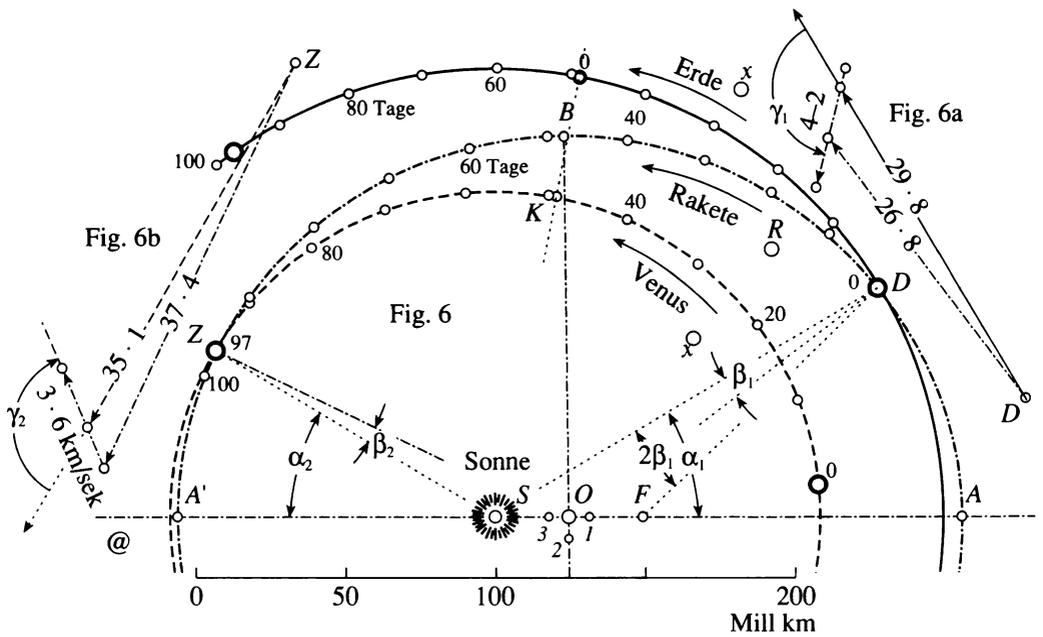


График из статьи Г. фон Пирке с расчетами траекторий полетов к Венере. На орбитах планет (Venus – Венера, Erde – Земля) и траектории полета космического корабля (Rakete – ракета) обозначены дни и проходимые расстояния. Солнце (Sonne) – в центре, внизу – расстояние в млн. км. D – положение Земли в момент старта космического корабля, O – положение Венеры в момент старта космического корабля, Z – положение Венеры в момент встречи с космическим кораблем. На Fig. 6a, Fig. 6b – разницы угловых скоростей планеты и космического корабля.

начал работать с Г. Обертом. Творческие союзы порой возникали и распадалась очень быстро: многие пионеры космонавтики, проявляя иногда болезненное честолюбие и неуживчивость, предъявляли друг другу претензии в необоснованности отстаиваемых приоритетов, высказывали взаимные упреки в заимствовании идей. С Г. Обертом фон Пирке сохранил хорошие отношения до последних лет жизни. Они обменивались письмами, неоднократно встречались. Оба они отличались разносторонними интересами и затрагивали в переписке темы, зачастую далекие от космонавтики. Есть основания полагать, что именно Г. Оберт подтолкнул фон Пирке к изучению вопросов, связанных с перелетами к другим планетам.

работа фон Пирке, обобщавшая подходы к решению проблем космонавтики и раскрывавшая его представления о наиболее оптимальных путях практической реализации космического полета, в полном виде так и не дошла до читателей. Статья "Fahrtrouten" в журнале "Die Rakete" воспроизвела лишь часть этого труда. В 1933 г. фон Пирке поместил еще несколько чертежей и рисунков из него в сборнике "Maenner der Rakete" ("Люди ракеты"), объединившем автобиографии известнейших на рубеже 1920–30-х гг. специалистов в области космонавтики. Замысел об отдельной книге так и не осуществился.

В 30-х гг. фон Пирке опубликовал несколько статей на актуальные в то время темы – о соответствии теории движения ракеты закону сохранения энергии; об эффективности ракетных двигателей; об энергетических затратах, которыми характеризуется полет по той или иной межпланетной траектории. Тогда большинство его немецких и австрийских коллег сосредоточились на практических работах в области ракетной техники, проводимых в системе военных ве-

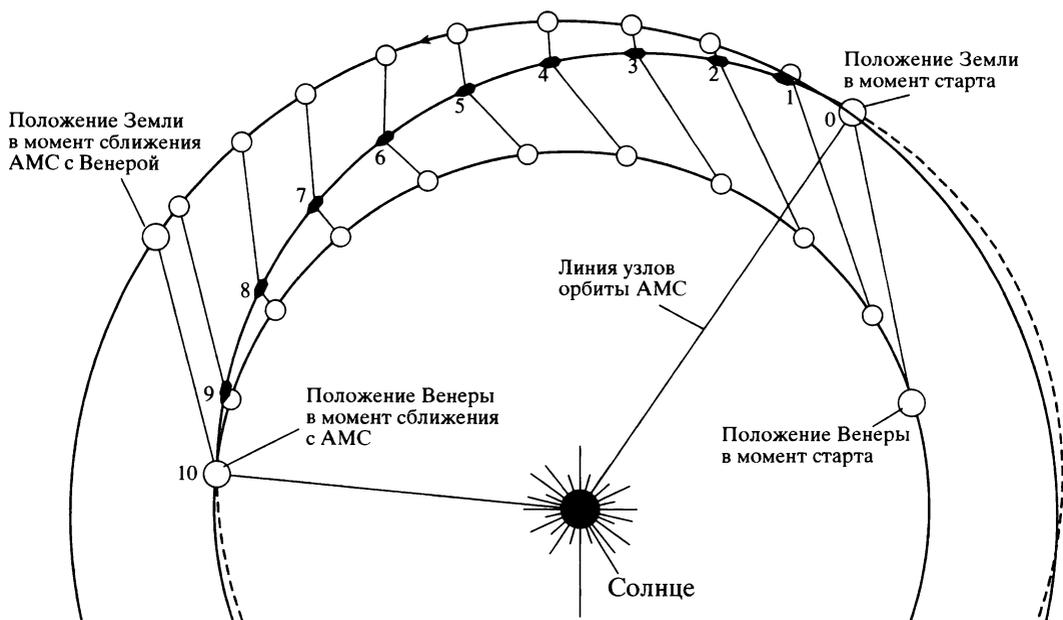


Схема полета к Венере АМС "Венера-1", запущенной 22 февраля 1961 г.

домств. Г. фон Пирке был в числе немногих теоретиков, кто по-прежнему занимался техническими проблемами космонавтики, много внимания уделяя ее популяризации. В апреле 1931 г. совместно с инженером Рудольфом Цвериной он создал Австрийское общество ракетной техники (Österreichische Gesellschaft für Raketentechnik), пришедшее на смену Научному обществу высотных исследований. Руководил им Г. фон Пирке вместе с Фридрихом Краусом (президент Австрийского союза изобретателей).

После второй мировой войны фон Пирке, как один из "патриархов космонавтики", был особенно желанным автором на страницах изданий, вновь обратившихся к космической проблематике. Теперь, когда в проектах баллистических ракет дальнего действия, разработывавшихся в СССР и США на основе немецкой А-4 (ФАУ-2), угадывались контуры будущих космических носителей, а понятие "искусственный спутник Земли" вошло в средства массовой информации, тема орбитальной станции зазвучала весьма актуально. В последний период своей научной деятельности фон Пирке внес значительный вклад в формирование представлений о том, что идея космической станции является неотъемлемым элементом системы тех-

нических средств, которые обеспечат человеку возможность внедрения в космическую среду и использования ее для своих нужд. Основной акцент в его статьях этого периода сделан на раскрытии преимуществ создания станции. О том же фон Пирке говорил и с трибуны Международных Астронавтических конгрессов, участником которых он был в 1951 г. и 1954 г.

В своем докладе на II Международном Астронавтическом конгрессе в Лондоне фон Пирке специально уделил внимание терминологии. Он призвал мировую общественность, увлеченную идеями покорения космоса, отказаться от термина "астронавтика" и использовать термин "космонавтика". Его доводы звучали логично: люди в течение долго времени будут совершать полеты не к звездам, а к планетам; космические станции будут создаваться в околопланетных, а не в околозвездных пространствах; движение принято определять не по цели, а по среде, в которой оно осуществляется. В противном случае перемещение по воздуху в Америку следовало бы

называть “американавтика”, а не “аэронавтика”.

С конца 40-х гг. научный вклад фон Пирке в разработку теоретических проблем космонавтики получает высокую оценку мировой научной общественности. В 1948 г. его избирают почетным членом Немецкого общества ракетной техники и космонавтики, годом позже – Британского межпланетного общества. В 1951 г. фон Пирке удостоивается звания почетного президента Австрийского общества космических исследований. Пять лет спустя ему вручена медаль Г. Оберта “За особые заслуги в области космонавтики”. За ней последовали Почетный крест I класса за достижения в области науки и искусства (1960 г.) и Медаль Прехтля, учрежденная Высшей Технической школой в Вене (1965 г.). В 1965 г. фон Пирке избирают почетным членом Международной академии астронавтики.

Умер Г. фон Пирке 17 апреля 1966 г. в Вене. В 1970 г. его имя присвоили одному из кратеров на обратной стороне Луны. В 1976 г. наряду с крупнейшими учеными он включен в число пионеров кос-

монавтики, память о которых увековечена в экспозиции Международного Зала космической славы в Аламогордо (шт. Нью Мексико, США).

К сожалению в нашей стране научно-му творчеству Г. фон Пирке уделялось неоправданно мало внимания. Между тем АМС “Венера–1” (февраль 1961 г.) отправилась в сторону планеты Венера по траектории, совпадающей с расчетами фон Пирке (1928 г.). Тщетно было искать его имя в строчках газетных сообщений. Впоследствии этот пробел также не был восполнен отечественными историками космонавтики. Не вспомнили фон Пирке и в апреле 1971 г., когда на орбиту вышла первая космическая станция “Салют”. Да и Международная космическая станция – новый форпост землян в космосе и возможный “трамплин” для будущих марсианских экспедиций – мало у кого ассоциируется с научными трудами Г. фон Пирке почти семидесятилетней давности...

Т.Н. ЖЕЛНИНА

Государственный музей истории космонавтики
им. К.Э. Циолковского

Информация

Была ли вода на Марсе?

Свидетельством того, что вода на Марсе когда-то была, принято считать различаемые на космических снимках глубокие овраги, балки и некоторые другие формы рельефа марсианской поверхности. Но теперь всеобщему увлечению всем этим, возможно, грозит конец. Такое мнение складывается из ряда выступлений на конференции, посвященной наукам о Луне и планетах (март 2001 г., Космический центр им. Джонсона NASA в Хьюстоне, штат Техас). Некоторые выступавшие предложили свое видение того, как грунтовые воды, залегающие

под мерзлой поверхностью Марса, могли бы породить подобные черты рельефа. Другие их коллеги указали на поразительно сходные детали земной топографии, возникшие в результате таяния снега. Например, М. Хехт – видный специалист из Лаборатории реактивного движения в Пасадене (штат Калифорния) – подчеркнул, что для объяснения существования таких форм рельефа могли и не потребоваться подземные воды.

Французский полярник геоморфолог Ф. Костар продемонстрировал свои снимки геологических особенностей различных местностей вокруг ледников на Земле Джеймсона в Восточной Гренландии. Они очень похожи на марсианские “водные” овраги и “каналы”. Но ведь просачивания воды на поверхность из подземного водоносного слоя в Гренландии нет! Весь сток вла-

ги здесь – результат воздействия прошлогоднего снега. Снег, затаявшийся в скальных впадинах, весной тает, насыщая водой крутые склоны, лежащие ниже, ослабляя их до тех пор, пока часть их не обрушивается и не уносится потоком по склону. То же могло происходить и на Марсе, если ранее там существовал климат, позволяющий подобные процессы.

В возникшей дискуссии преобладало мнение, согласно которому водоносного слоя, содержащего жидкую влагу, на Марсе, скорее всего, не было. Однако для определенного вывода необходимы тщательный анализ тех 65 тыс. изображений Красной планеты, которые уже сделал аппарат “Mars Global Surveyor”, и сравнение их с земными аналогами.

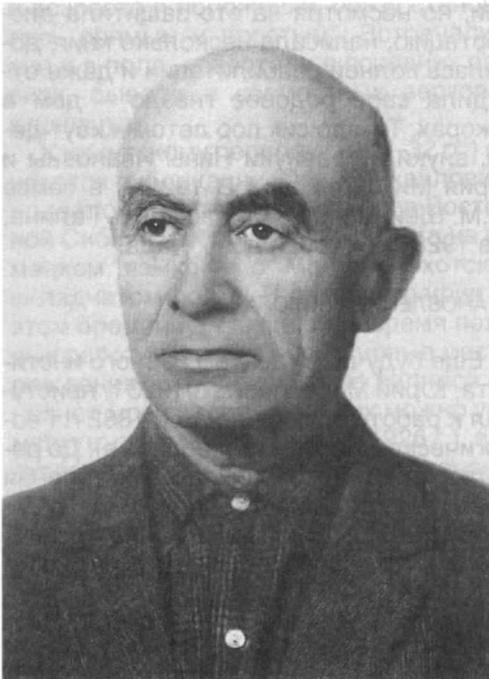
Science, 2001, 292, 39

Юрий Михайлович Шейнманн

(к 100-летию со дня рождения)

“В силах одного человека лишь служить примером другим и мужественно защищать нравственное начало”.

А. Эйнштейн



Юрий Михайлович Шейнманн.

Имя талантливого геолога и мужественного человека Юрия Михайловича Шейнманна, которому в 2001 г. исполнилось бы 100 лет, знают и помнят многие его коллеги, хотя скончался он 25 лет назад. Недавно издана в двух томах книга “Юрий Михайлович Шейнманн. Жизнь, отданная науке” (РАН, ОИФЗ, Москва, 2001 г.). В нее вошли воспоминания о Ю.М. Шейнманне друзей, коллег и родных, его собственные путевые заметки и очерки, некоторые неизданные труды.

ДЕТСТВО, УЧЕНИЕ, СЕМЬЯ

Юрий Михайлович Шейнманн родился 19 июня 1901 г. в г. Киеве. Его отец, Михаил Владимирович, присяжный поверенный, окончил Петербургский университет. Учась в Сорбонне, он познакомился с будущей женой, Лидией Эммануиловной, в то время студенткой Парижской консерватории. Венчались они в России. В 1903 г. родился младший брат Юрия, Сергей (1903–1987, геофизик, специалист по электроразведке, доктор технических наук, дважды репрессирован). Михаил Владимирович за участие в забастовке адвокатов и процессы, на



Ю.М. Шейнманн (третий справа) в Забайкальской экспедиции. 1927 г.

которых он защищал неугодных правительству личностей, был лишен адвокатской практики и в 1907 г. переехал с семьей в Баку. Здесь он служил юрист-консультантом, а потом нефтяником-экономистом в акционерном обществе Нобеля. В 1916 г. запрет на адвокатскую практику М.В. Шейнманна был снят, и семья поселилась в Петрограде. Юрий заканчивает среднюю школу и в 1918 г. поступает на физико-математический факультет Петроградского университета. Со свойственными ему пылкостью и широтой интересов семнадцатилетний юноша посещает лекции на многих других факультетах, переходит на биологический факультет. Тяга к геологии пересиливает, и в 1921 г. Юрий Михайлович поступает на подготовительное отделение Горного института.

В 1923 г. Юрий Михайлович женился на Нине Ивановне Гаген-Торн, ученице Андрея Белого, ставшей впоследствии этнографом. (Позднее она безвинно отбыла два срока, на Колыме и в Мордо-

вии, но несмотря на это защитила диссертацию, написала несколько книг, добилась полной реабилитации и даже отсудила свое родовое гнездо – дом в Ижорах. Там до сих пор летом живут дети, внуки и правнуки Нины Ивановны и Юрия Михайловича.) В 1925 г. в семье Ю.М. Шейнманна родилась дочь Галина, а в 1928 г. – вторая дочь, Лада.

СТАНОВЛЕНИЕ ГЕОЛОГА

Еще будучи студентом Горного института, Юрий Михайлович в 1923 г. приступил к работе в основанном в 1882 г. Геологическом Комитете (Геолкоме). До революции 1917 г. это была единственная правительственная геологическая организация. С ней связаны имена крупнейших исследователей – Д.И. Мушкетова, Д.В. Наливкина, М.М. Тетяева, первой русской женщины-геолога В.М. Дервиз, А.Н. Криштофовича, И.Ф. Григорьева, В.П. Ретгартена, А.П. Герасимова и других. Ю.М. Шейнманн проработал в Геолкоме до 1929 г., т.е. почти до его ликвидации (1930 г.).

В 1926 г. младший научный сотрудник Ю.М. Шейнманн провел первую самостоятельную геологическую съемку в Вос-

точном Забайкалье. К этому периоду относятся и его первые научные публикации, касающиеся палеозойских и мезозойских отложений, палеонтологии и месторождений олова в Восточном Забайкалье. Статьи юного геолога отличались тщательностью в описании объекта исследования.

В 1927 г. Ю.М. Шейнманн закончил Горный институт и через два года приехал в Иркутск. Там он возглавил Управление геологической съемки Восточной Сибири. В 1929 г. он познакомился с Владимиром Владимировичем Белоусовым (1907–1990), тогда коллектором, а в последующем одним из крупнейших ученых нашего времени (Земля и Вселенная, 2000, № 5). Вот как вспоминает об этом В.В. Белоусов: “Мой сосед (они жили несколько дней в одной комнате в гостинице – *Ред.*) запомнился мне как живой, веселый человек, очень интеллигентный, со столь легким характером, что общение с ним, несмотря на разницу в возрасте и положении, сразу становилось прямым и простым”. Встречались они и в поле – работали в соседних районах, бывали в совместных верховых маршрутах.

К иркутскому периоду (1929–32 гг.) относятся публикации Юрия Михайловича по геологии нескольких районов Восточной Сибири и обобщающая работа на немецком языке – о Монголо-Охотском складчатом поясе. В автобиографии об этом времени он пишет: “За время полевых работ были встречены новые месторождения, хотя поиск их не являлся основной моей задачей. Из них можно упомянуть: сурьма на р. Бырке (1926 г.), восстановление “потерянного” в течение ста лет Завитинского оловянного месторождения (1926 г.), находка в нем значительных количеств литиевого пироксена (1927 г.)... 1923–1926 гг. – изучение ископаемых мшанок, 1926–1933 гг. – геология Забайкалья и сопредельных областей”.

В 1932 г. Ю.М. Шейнманн был переведен в Москву, в Комитет по делам геологии. Он участвует в геологических исследованиях в Средней Азии и Северном Китае (1934–35 гг.). Сохранились неопубликованные путевые заметки Юрия

Михайловича. Знакомясь с ними, представляешь, насколько умело он вел экспедиционные дела даже в таких необычных условиях, как в Сынцзяне – незнакомой стране с трудным языком, чуждыми нравами, часто при недоброжелательном отношении местных властей.

К этому времени относятся первые большие тектонические обобщения Юрия Михайловича по юго-востоку Сибири, Монголии, Китаю. Он блестяще сочетал качества полевого геолога с редкой интуицией глубокого теоретика, пытавшегося сформулировать и решить фундаментальные проблемы тектогенеза. Уже в 30-е гг. видел важную роль познания магматизма. За неполные десять лет еще совсем юный исследователь-студент превратился в зрелого геолога, умеющего полноценно работать в поле и в то же время обладающего незаурядным даром научных обобщений. Проявились такие качества молодого исследователя, как научная интуиция, высокая трудоспособность, тщательность и научная добросовестность.

В эти годы Ю.М. Шейнманну без защиты диссертации, “*honoris causa*” (буквально – “ради почета”), было присвоено ученое звание кандидата геолого-минералогических наук.

В 1936 г. Юрий Михайлович, хорошо знавший с детства немецкий и французский языки (английский он освоил в 30-е гг., когда работал в Иркутске), стал ученым секретарем подготовительной комиссии по проведению в Москве XXVII сессии Международного геологического Конгресса (1937 г.). По долгу службы Юрий Михайлович общался в это время со многими иностранными учеными, и это стало поводом для его ареста 29 сентября 1938 г. – “за участие в шпионско-вредительской организации”. Постановлением ОСО при НКВД СССР от 3 апреля 1939 г. он приговорен к восьми годам исправительно-трудовых лагерей (ИТЛ). Последней изданной до драматических событий работой стала статья “О больших кругах дислокаций на земном шаре”. Как же много было задумано, какие тектонические обобщения складывались у автора!..

Свой первый срок Ю.М. Шейнманн отбывал в Норильске. О пребывании в тюрьме и лагере Юрий Михайлович не любил вспоминать. Известно только, что сначала он возил тачку, прикованный к ней. Затем ему как специалисту-геологу предложили работу на Норильском комбинате или в поле, в экспедиции. Ю.М. Шейнманн выбрал последнее. В Норильске он познакомился с полярным исследователем и первооткрывателем норильского медно-никелевого месторождения Н.Н. Урванцевым, известным ученым Львом Гумилевым, работавшим в ссылке геологом, астрофизиком Н.А. Козыревым, геофизиками Д.Г. Успенским и А.П. Булмасовым, геологами В.К. Котульским, Н.М. Федоровским. В 1940 г. Ю.М. Шейнманн проводил съемку и разведку известняков и стройматериалов, в последующие годы – геологические работы вдали от Норильска. Сохранились рукописи очерков Юрия Михайловича под общим названием “Таймыр”. Из этих заметок явствует, что исследовательские работы в районе р. Меймечы начались, по видимому, в 1943 г. Их результат – открытие новой петрографической провинции ультраосновных пород и новой породы этого типа – “меймечита”.

В 1944 г. срок Юрию Михайловичу сократили на два года, но оставили его в Норильске до конца войны. Его статью “О новой петрографической провинции на севере Сибирской платформы” издали, когда он был уже освобожден.

Вскоре Ю.М. Шейнманн стал главным геологом Ангарской экспедиции и до 1948 г. работал в Красноярском геологическом управлении. В эти годы написана докторская диссертация на тему “К истории развития Сибирской платформы”. В нее вошли материалы исследований “норильского” периода и многолетние теоретические соображения автора по геологии, тектонике и металлогении Сибирской платформы. Весной 1946 г. в Москве, в Геологическом институте АН СССР, Ю.М. Шейнманн блестяще, под аплодисменты зала защитил докторскую диссертацию. Оппонентами были В.В. Белоусов и Д.С. Коржинский.

Ю.М. Шейнманн первый указал на существование петрографической провинции ультраосновных щелочных пород на севере Сибирской платформы. С тех пор открыто и описано большое число интрузивов, в том числе сопровождаемых крупными концентрациями редких и редкоземельных элементов, жизненно важных для экономики нашей страны. В начале лета 1948 г. Ю.М. Шейнманн возвращается в Москву, где работает в Аэрологическом тресте главным геологом Тувинской экспедиции, а также трудится над редакцией Государственной геологической карты. Летом 1948 г. состоялась экспедиция в Туву. Весной 1949 г. работу ученого прервал второй арест.

НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ

После провокационной заказной статьи в “Правде”, где обличались геологи, якобы скрывающие перспективные месторождения, многие видные ученые были арестованы по “красноярскому делу”. Юрий Михайлович оказался в их числе. 31 марта 1949 г. он был взят под стражу и 28 октября 1950 г. приговорен к 15 годам исправительно-трудовых лагерей. По этому же “делу” проходили такие известные ученые, как профессор М.М. Тетяев (25 лет ИТЛ), профессор И.К. Баженов (15 лет), сибирский минеролог, геохимик и угольщик доктор геолого-минералогических наук В.Н. Верещагин (15 лет), специалист по рудным месторождениям, директор ГИНа, академик И.Ф. Григорьев (25 лет, умер в камере до приговора), профессор В.М. Крейтер (25 лет), палеонтолог член-корреспондент АН СССР А.Г. Вологдин (25 лет) и многие другие.

Юрий Михайлович Шейнманн по приговору суда был отправлен на Колыму, затем на Чукотку. Работал недалеко от Певека, а с 1951 г. – в Магадане. Первое время он – рабочий в деревообделочном цеху, затем (доктор наук!) – коллектор при геологическом картировании Северного массива, проводившегося с целью поиска урана и золота. Структурная карта Колымского батолита, составленная им и его молодым “начальником” В.Н. Лифатовым, до сих пор не устарела.

Как вспоминает доктор геолого-минералогических наук М.Л. Гельман, в группе заключенных, приводимых из зоны на работу в Управление, кроме Ю.М. Шейнманна были В.Н. Верещагин и И.К. Баженов, профессор Ф.Н. Шахов, разведчик месторождений железа В.В. Богацкий, член-корреспондент АН СССР палеонтолог с мировым именем А.Г. Вологдин. Все они были уже не молоды, измучены нравственно и физически, держались настороженно. Юрий Михайлович, по свидетельству М.Л. Гельмана, выглядел рядом с ними опытным лагерником.

Тематика работ Ю.М. Шейнманна, актуальная и сегодня, касалась солености и предполагаемой нефтеносности палеозойско-мезозойских осадочных толщ, петрографической зональности. Руководил Петрографическим отделением научно-методического отдела в Геолого-разведочном управлении "Дальстрой" Е.К. Устиев – легендарная личность, ученик Ф.Ю. Левинсон-Лессинга, с 1937 г. по 1942 г. отбывавший срок заключения на Колыме и Чукотке и оставленный там на поселение. Творческое сотрудничество Устиева и Шейнманна, начавшееся в Магадане в 1953 г., продолжалось и после реабилитации.

Геологические исследования Ю.М. Шейнманна в Магадане, несмотря на краткий период (1951–54 гг.) и "нестандартные" условия, разноплановы. Это обобщающие работы по геологическому строению и металлогении Колымского края, по сравнительной тектонике Северной Америки и северо-востока СССР, вулканизму платформ, соотношению базальтовых и щелочно-ультраосновных комплексов, главнейшим особенностям материковых структур.

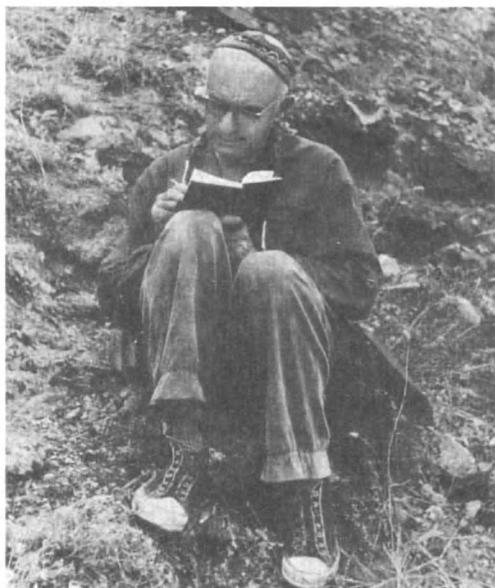
Интересная судьба одной неизданной до сих пор работы Юрия Михайловича – "Где искать кимберлиты в пределах СССР". По словам доктора геолого-минералогических наук Е.М. Эпштейна, с которым Шейнманн сотрудничал в 50-х гг. в Москве, статья была "написана" в 1951 г. в одиночной камере в уме и переведена на французский, немецкий и английский языки. В этой работе Юрий Михайлович высказал прогноз алмазности Сибирской платформы. Поскольку

он работал без карт и книг, то немного ошибся в предсказании мест проявления кимберлитов. Ю.М. Шейнманн не знал тогда, что поиски алмазов уже ведутся в Восточной Сибири. Поразителен его интуиция. В более поздних своих работах, изданных в 1955–57 гг., Шейнманн возвращается к этой теме, с присущей ему скромностью не упоминая о своем приоритете. Первые алмазы были найдены как раз в тех местах, которые геологически обоснованы Шейнманном. В одной из своих работ он отмечает: "По независимым от автора обстоятельствам опубликование этой статьи задержалось лет на шесть". Отсюда следует, что идея поиска алмазоносных кимберлитов сформировалась у Юрия Михайловича еще до ареста 1949 г. Находясь в заключении, он продолжал над ней работать. Якутская кимберлитовая провинция, известная теперь многим, построена именно так, как описал Юрий Михайлович в 1951–53 гг. Первая алмазоносная трубка в Сибири была найдена в августе 1954 г. Л.А. Попугаевой. После освобождения в 1954 г. Шейнманн пишет несколько статей, касающихся вулканических пород Восточной Сибири, в том числе комментариев к статье Н.А. Сарсадских и Л.А. Попугаевой. Шейнманн показывает, что описанная этими авторами порода из кимберлитовой алмазоносной трубки – химический аналог меймечита.

Основной итог работ магаданского периода – сформировавшийся взгляд на ведущую роль магматизма при выработке геолого-тектонических концепций строения северо-востока страны. Это совсем не традиционно для отечественной геологии того времени. Второй существенный итог работы этого периода: выделение Ю.М. Шейнманном особых промежуточных структур – "недоразвитых геосинклиналей", которые им будут обстоятельно исследованы в дальнейшем.

ВОЗВРАЩЕНИЕ В МОСКВУ

Весной 1954 г. Ю.М. Шейнманна полностью реабилитировали. "Красноярское дело" пересмотрено, и все остав-



Записи в полевом дневнике... 1964 г.

шиеся в живых его участники освобождены. Возвращение в Москву, в Аэрологический трест, состоялось в июне 1954 г. До августа 1956 г. он работал начальником редакционной группы, редактировал листы Государственной геологической карты. Затем – снова экспедиция в Туву.

В 1956 г. Шейнманн перешел на работу во Всесоюзный институт минерального сырья (ВИМС) – начальником редакционной группы. В 1957 г. его восстановили в звании старшего научного сотрудника, полученном еще в 1938 г.

С 1954 г. по 1960 г. у Шейнманна вышло в свет более 40 научных работ – примерно четвертая часть его публикаций. Разнообразие их тематики – удивительное. Среди них – обобщающие работы: “Платформы, складчатые пояса и развитие структур Земли”, “Место Атлантического и Индийского океанов в развитии структур Земли”, “Великие обновления в тектонической жизни Земли”.

В ИНСТИТУТЕ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ

В ноябре 1960 г. Ю.М. Шейнманн по приглашению В.В. Белоусова (Земля и

Вселенная, 2000, № 3) переходит на работу в Институт физики Земли (ИФЗ) АН СССР. Здесь он проработал старшим научным сотрудником до конца своей жизни. Основная тема его исследований – генезис и тектонические условия появления основных магм.

В 1961 г. в журнале “Советская геология” напечатана небольшая статья Юрия Михайловича. В ней сформулированы задачи, которые следовало бы решить в результате сверхглубокого бурения. В статье дан рекомендательный список скважин, ставший, по сути, вариантом первой программы сверхглубокого бурения на территории СССР. Намечена перспектива международного сотрудничества.

В 1968 г. вышел в свет обобщающий труд Ю.М. Шейнманна “Очерки глубинной геологии” (о связи тектоники и возникновения магм). Книга переведена на английский и японский языки, получила широкую известность. В ней автор выдвинул и разработал понятие о тектонофере (или тектогене) – уходящей в мантию области с огромным притоком глубинной энергии в виде тепловой (магмообразование) или механической (тектоническое движение). К тектоноферу процессы магмообразования приурочены в случае геосинклинальной связи магмообразования и тектоники. Эта тема особенно актуальна в наше время, когда возникли идеи о мантийных плюмах (Земля и Вселенная, 2000, № 5).

Ю.М. Шейнманн считал главенствующим влияние процессов, происходящих в глубинах мантии, на все магматические и тектонические процессы в земной коре, доступные непосредственному наблюдению. Он одним из первых понял, насколько важно отличать тектонические процессы в мантии, фиксируемые геологами главным образом по размещению и эволюции магматических пород, от вторичных процессов, характеризующих земную кору.

Особо следует отметить ряд работ Ю.М. Шейнманна, касающихся тектоники плит. Он самостоятельно проверил палеомагнитные данные, глубоко и всесторонне вникнув в теорию нового для него направления. Интерес и доброже-

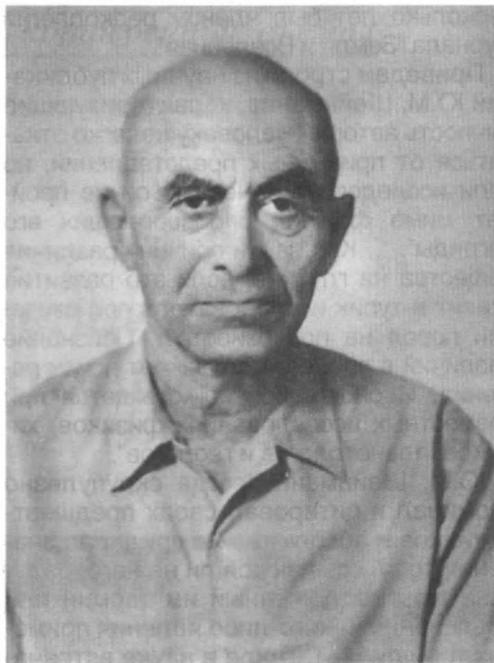
лательное отношение Ю.М. Шейнманна к молодой науке, которая могла подрывать его собственные научные концепции, характеризуют личность ученого с самой благоприятной стороны. Исследовательский взгляд Юрия Михайловича подметил и в этой области ряд перспективных направлений.

В последние годы жизни Юрий Михайлович уделял большое внимание экспериментальным исследованиям по проблеме образования магм.

В.В. Белоусов, в отделе которого теперь работал Ю.М. Шейнманн, предоставил ему полную исследовательскую свободу. Всего за 14 лет работы в ИФЗ он написал и опубликовал свыше 1/3 общего количества своих научных работ, в том числе около десяти – на английском и немецком языках в ведущих зарубежных изданиях.

В ИФЗ Ю.М. Шейнманна дважды (в 1968 г. и 1970 г.) выдвигали кандидатом в члены-корреспонденты АН СССР. Предложение оба раза исходило от В.В. Белоусова и было поддержано академиком В.А. Магницким и директором Института М.А. Садовским, Ученым советом Института, различными геологическими организациями Сибири и Дальнего Востока, Таджикистана, Армении, Грузии, крупнейшими московскими и ленинградскими институтами. Но избран Ю.М. Шейнманн не был. В 1971 г. по ходатайству В.В. Белоусова Институт выдвинул Юрия Михайловича в связи с его 70-летием на присуждение звания “Заслуженный деятель науки и техники РСФСР”. Кандидатуру поддержал Институт океанологии, Всесоюзный Аэрологический трест и другие организации. Это почетное звание было присуждено Ю.М. Шейнманну лишь в 1973 г.

Упомянем еще об экспедиционных поездках Ю.М. Шейнманна. К моменту перехода в ИФЗ ему уже почти 60 лет, из которых 15 он провел в ужасных условиях ссылок и лагерей. Можно себе представить состояние его здоровья!.. Однако он был всегда бодр, подтянут. В 1962 г. Юрий Михайлович ездил в русскую Лапландию в отряд В.В. Жданова.



Одна из последних фотографий Ю.М. Шейнманна.

По словам Жданова, Юрий Михайлович видел много того, чего “хозяйин” не замечал, несмотря на свой опыт. Юрий Михайлович еще в маршруте обобщал материал наблюдений, а вечером проводил детальный разбор генетических моделей.

В конце 60-х гг. Юрию Михайловичу удалось посетить экспедиционные места своей молодости. Он приезжал на Кольский полуостров к коллегам по ИФЗ, в 1967 г. работал на Витиме, заезжал он и на Байкал. Тогда же состоялась экскурсия в Тункинскую котловину в Саянах (из Иркутска, во время совещания по верхней мантии).

Уже после смерти Юрия Михайловича благодаря усилиям его коллег вышла в свет монография “Тектоника и магматизм”, до сих пор пользующаяся большим спросом у геологов и геофизиков.

Опубликовал Ю.М. Шейнманн и несколько интересных статей в журналах “Природа” и “Земля и Вселенная”. Юрий Михайлович

несколько лет был членом редколлегии журнала "Земля и Вселенная".

Приведем строки из научных публикаций Ю.М. Шейнманна, характеризующие личность автора. "Человеку нелегко отказаться от привычных представлений, но если исследователь честен, он не пройдет мимо фактов, опровергающих его взгляды". "...Как найти причину различия вещества на глубине, если это развитие ставит в тупик исследователя при изучении пород на поверхности?.. Признание различий в процессе допускает поиск решения. И оно, вероятно, отыщется при совместных исследованиях физиков, химиков, планетологов и геологов".

Ю.М. Шейнманн всегда скрупулезно упоминал и цитировал своих предшественников и абсолютно не придавал значения тому, ссылаются ли на него, радуясь, что предложенный им термин или объяснение какого-либо явления применяются другими. Такое в науке встречается нечасто... Вместе с этим Юрий Михайловичу были присущи большая ответственность ученого и чувство собст-

венного достоинства не сломленного жизнью человека.

4 апреля 1974 г. Юрий Михайлович Шейнманн скончался после тяжелой болезни. Похоронен он в Москве на Востряковском кладбище. Портреты ученого и сейчас, спустя 25 лет после смерти, висят в кабинетах его сотрудников. Вся жизнь этого удивительного негнибавшего человека учит нас мужеству, благородству, любви к людям и стойкости в самых сложных жизненных ситуациях.

Академик Ю.А. Кузнецов сказал о нем: "Ю.М. Шейнманн – выдающийся ученый, с которым мало кто может сравниться по эрудиции, широте интересов и по глубине разработки затрагиваемых проблем. Привлекает в нем удивительная свежесть мысли, непрерывная эволюция и совершенствование своих взглядов, редкое трудолюбие и продуктивность".

Ю.Ф. СОКОЛОВА

*Объединенный институт физики Земли
им. О.Ю. Шмидта РАН*

НОВЫЕ КНИГИ

Планетология в числах

Планетология, изучающая рельеф, структуру, состав и другие свойства планет земной группы, крупных спутников планет и астероидов, – наука, аналогичная земной геологии. До сих пор планетологи излагали свои результаты чисто качественно, давали более или менее подробное описание рельефа и других свойств коры планет.

Брошюра Г.Н. Каттерфельда "Общие законы развития планет" (С.-Петербург. Международная ассоциация планетологии (IAP), Комиссия планетологии РФ, 2000) выгодно отличается от предыдущих работ по этой тематике: многие параметры изу-



чаемых планет представлены количественно, в числах.

Несколько слов об авторе. Геннадий Николаевич Каттерфельд участвовал в организации Комиссии планетологии СССР (1955), ее председатель

с 1962 г. (после распада СССР возглавляет Комиссию планетологии РФ). Он один из основателей и почетный президент Международной ассоциации планетологии (IAP, с 1968 г.), профессор Санкт-Петербургского университета.

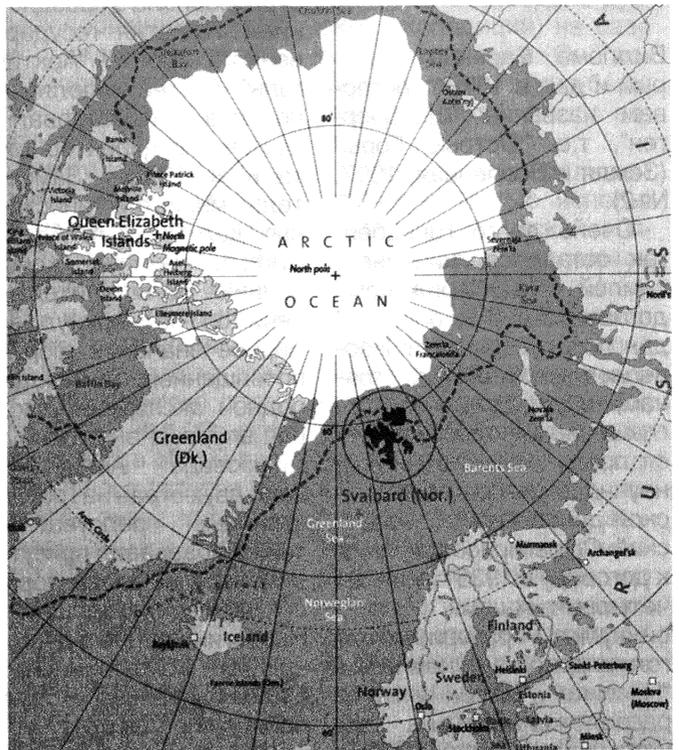
Ознакомившись с этой небольшой (35 страниц) брошюрой, читатель узнает, например, каковы характерные черты поверхности планет разных размеров (автор их делит на категории), доли различных минералов на Земле и Луне, параметры нерегулярности астероидов, планет и их спутников, долю площади, занимаемой кратерами, их численные характеристики, зависимость состава этих тел от их размера. Автор исследует некоторые характеристики ядер комет и делает из своих исследований интересные космогонические выводы.

Конференция в высоких широтах

В августе 2001 г. на архипелаге Шпицберген (норвежское название – Свальбард) в российском шахтерском поселке Баренцбург (78° с.ш.) состоялась необычная конференция. Не так уж часто научные форумы проводятся в столь высоких широтах, в суровых полярных условиях. Но в данном случае это было оправдано тематикой конференции “Международное сотрудничество в Арктике”. Она посвящена 100-летию шведско-русской экспедиции на Шпицберген и 125-летию со дня рождения одного из наиболее известных русских полярных исследователей В.А. Русанова.

На конференцию, организованную Институтом археологии РАН и государственным трестом “Арктикуголь”, приехали представители России, Швеции, Норвегии, Германии, США, Польши.

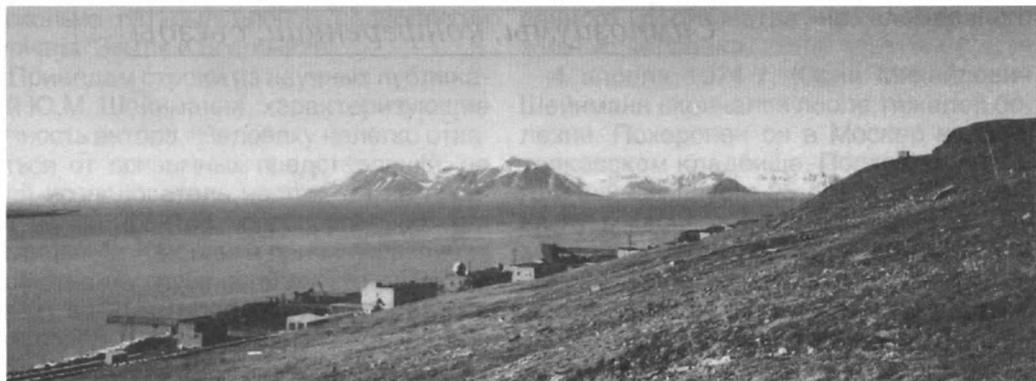
Крупнейший в Евразии архипелаг Шпицберген открыт, возможно, скандинавскими мореплавателями-викингами в XII в. (хотя



документальных свидетельств не сохранилось) или русскими поморами в XVI в. (по данным археологических раскопок, более чем в 200 местах обнаружены следы поморских поселений). Абсо-

Северная полярная область и положение в ней архипелага Шпицберген (Свальбард).

лютно достоверным сегодня признано первенство голландского морехода



Грэнфиорд, на берегу которого расположен российский поселок Баренцбург.

Виллема Баренца, который и дал в 1596 г. острову название “Шпицберген”, т.е. “Острые Горы” (Земля и Вселенная, 1997, № 2).

Очень долго Шпицберген оставался “ничейной” землей. По Парижскому договору 1920 г. он передан под суверенитет Норвегии с условием, что странам, подписавшим это соглашение, предоставляется право хозяйственной и научно-исследовательской деятельности. Советский Союз присоединился к договору в 1935 г., но еще четырем годами раньше он купил у разорившейся голландской компании “Неспико” участок земли с расположенными на нем угольным месторождением и поселком Баренцбург.

Архипелаг, находясь между Гренландией и Европой, служит препятствием на пути Гольфстрима в Арктику. Тепло и влага способствовали образованию на островах мощного оледенения, занимающе-

го в настоящее время 64% их площади.

Конференция в Баренцбурге совпала с празднованием 75-летия государственного треста “Арктикуголь”. Гостей заполярного поселка приветствовал генеральный директор треста **Ю.В. Цивка**. Заместитель министра иностранных дел РФ **А.А. Авдеев** открыл научную конференцию. Во вступительной речи он подчеркнул всемирное значение форума, посвященного международной экспедиции, которая впервые в истории организована Академиями наук двух стран на государственные средства. Он также поздравил присутствующих с большим торжеством, происходящим в Норвегии именно в день открытия конференции, – бракосочетанием кронпринца королевства.

Представитель Королевской Шведской академии наук директор центра истории науки доктор Урбан Врокберг сделал краткий исторический обзор шведско-российской экспедиции, измерившей дугу меридиана на Шпицбергене в 1899–1901 гг., что

необходимо для уточнения формы Земли. Подготовка ее заняла более 70 лет: в 1826 г. идею организации таких измерений именно на Шпицбергене выдвинул английский астроном Эдуард Сэбин. Во время шведской экспедиции 1864 г. были изучены возможности размещения сети триангуляционных знаков. И только в конце XIX в. зашла речь о российско-шведском научном сотрудничестве в этом предприятии.

Большая роль принадлежала русскому астроному директору Пулковской обсерватории В.Я. Струве, который уже организовал подобные работы на обширном полуострове от устья Дуная до северного норвежского города Хаммерфест. Была измерена дуга в 25° и не доставало только самого северного участка, ближайшего к полюсу.

Для того чтобы выполнить работы по триангуляции, и русская, и шведская группы оставались на две зимовки. Благодаря усилиям руководителя русского отряда экспедиции Ф.Н. Чернышёва ис-

Открытие Международной конференции, посвященной 100-летию шведско-русской экспедиции по измерению градуса меридиана. Выступает генеральный директор треста "Арктикуголь" Ю.В. Цивка.

следования на юге и в центральной части приняли комплексный характер. Наряду с геодезическими измерениями выполнены метеорологические наблюдения, причем впервые в центральной области ледникового покрова острова Западный Шпицберген, питающей крупнейший на архипелаге ледник Норденшельда. Было изучено геологическое строение тех мест, где работали русские геодезисты, собраны гербарий и образцы горных пород. На горе Ньютона оставлены термометры, по которым спустя любое время можно узнать максимальную и минимальную температуру воздуха. Русский отряд, руководимый геодезистом А.С. Васильевым, пришел к самым высоким горным вершинам и установил на них триангуляционные знаки, видимые издалека. Этот поистине героический подвиг позволил успешно завершить экспедицию, которая вошла в историю мировой науки как одна из наиболее эффективных. Ее результаты использованы в расчете формы земного шара – геоида (Земля и Вселенная, 1999, № 4).

Выступает руководитель Центра истории науки Королевской Шведской академии наук Урбан Врокберг.



"Группы русских геодезистов, – отметил Урбан Врокберг, – оставались на важных вершинах гор сутками и неделями, в плохую погоду, под сильным ветром, всегда готовые к работе ..."

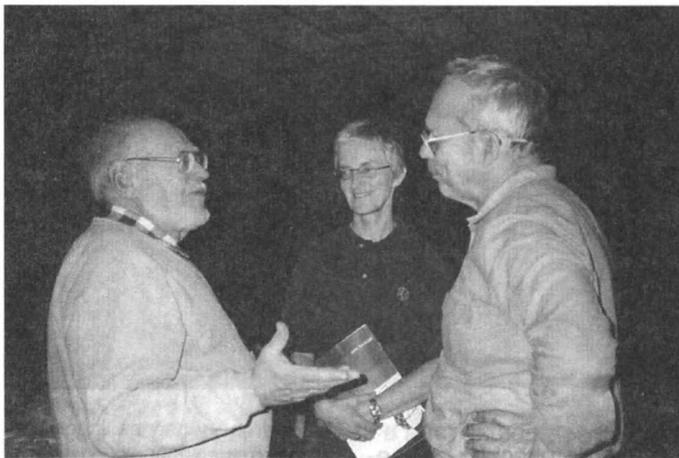
О карте, составленной русскими геодезистами, рассказал **В.С. Корякин** (Институт археологии РАН). Это не первая карта архипелага, но, в отличие от прежних, составлена она впервые с опорой на точную геодезическую сеть. Около 10 тыс. км² (т.е. примерно четверть общей площади главного острова архипелага) охватила мензульная съемка. Карта (масштаб 1 : 200 000) издана в 1926 г. тиражом 600 экземпляров.

Последующее картографирование полярного

архипелага выполнено лишь в 1936 г. (через 35 лет после шведско-русской экспедиции) на базе аэрофотосъемки. Она показала, сколь точна была русская карта начала века.

Обе карты с большой эффективностью использовались российской гляциологической экспедицией, работавшей на Шпицбергене с 1965 г. Ей посвятили совместный доклад академик **В.М. Котляков** и начальник экспедиции все эти годы **Е.М. Зингер**. "Шпицберген – уникальная природная гляциологическая лаборатория в высоких широтах Арктики, – констатировалось в этом докладе, – по морфологическому разнообразию его многочисленных динамических ледники (занимающие 59% площа-





В кулуарах конференции. Слева направо: российский гляциолог Е.М. Зингер, норвежский историк науки С. Барр, российский историк науки В.С. Корякин.

ди архипелага) превосходят все другие районы оледенения...” Это словно Антарктида в миниатюре, но именно благодаря своей миниатюрности она богаче нюансами. Здесь встречаются все типы ледников, изучаемые гляциологами разных стран мира. На Шпицбергене сотрудничали исследователи ледников из стран Скандинавии, Великобритании, Японии.

Весьма существенны достижения и отечественных геологов, из года в год работающих на архипелаге не одно десятилетие. Ими составлена подробная карта распределения горных пород всех возрастов и полезных ископаемых (доклады академика **Г.Г. Матишова**, **А.Г. Тарасова** и **С.Л. Дженюк**).

Археологи из России выполнили огромную работу, обнаружив несколько десятков памятников, оставленных отважными русскими мореходами-поморами. Возможно, они посещали Шпицберген еще до открытия его Баренцем. В этом

уверен руководитель многолетней археологической экспедиции и организатор замечательного музея “Помор” в Баренцбурге **В.Ф. Старков**.

Скандинавская археологическая экспедиция 1935–60 гг. стала следствием после градусной экспедиции 1899–1901 гг. международным научным предприятием. Впервые была обследована вся территория архипелага, и открыт, в частности, ряд крупных русских промысловых поселений. Спустя 30 лет к норвежским исследователям поселения Руссекейла из университета г. Тромсё присоединились специалисты из московского Института археологии. В последующем в раскопках приняли участие польские археологи из Краковского (Ягеллонского) университета. Предполагается продолжить археологические работы на международном уровне при поддержке норвежской администрации Свальбарда.

В докладах **П.Дж. Капелотти** (США), **М. Ниссер**

(Норвегия), **Д.А. Аванго** (Швеция) рассмотрены непростые проблемы современного хозяйственного освоения архипелага и вопросы охраны окружающей среды. Российскому государственному тресту “Арктикуголь” пришлось законсервировать почти выработавшую свои ресурсы шахту Пирамида. Но благоустроенные жилые строения с инфраструктурой можно использовать. На базе поселка, вблизи которого находится крупнейший ледник Норденшельда, спускающийся с километровой высоты ледникового плато Ломоносова, планируется организовать туристический центр. Неплохо бы, учитывая, что созданные здесь еще в 30-е гг. прошедшего века полярные станции практически пришли в упадок, основать также современный научный центр арктических комплексных исследований, в том числе микробиологических (**А.А. Семиколенных**, Институт географии РАН).

В ряде докладов говорилось об истоках международного сотрудничества в Арктике. Особенно подробно история российско-скандинавских научных контактов в целом изложена в докладе **В.А. Маркина** (Институт истории естествознания и техники РАН), а то, что касается Свальбарда – в докладе К. Дейл

Музей "Помор" в Баренцбурге, самый северный в России. Здесь представлены материалы по географии, геологии, истории архипелага Шпицберген, а также результаты многолетних археологических раскопок.

(Норвежский полярный институт, г. Тромсё).

Первые шаги в развитии научного сотрудничества России и Швеции сделаны пленными шведскими офицерами, оказавшимися в Сибири после Полтавской победы Петра I над войском Карла XII в 1709 г. Некоторые из них приняли участие в исследовании Сибири. Например, капитан Филипп Табберт фон Страленберг (в 2001 г. исполнилось 320 лет со дня его рождения) составил карту Северной части Евразии с обширным текстовым описанием. Она издана в 1730 г. в Стокгольме. Работая над картой, Страленберг сотрудничал с первым академическим путешественником по Сибири Д.Г. Мессершмидтом, встречался с выдающимся историком и географом В.Н. Татищевым и картографом С.У. Ремезовым. Карту брали в свои походы Г.Ф. Миллер, В.Н. Татищев и В. Беринг.

Развитию научных контактов способствовал М.В. Ломоносов, опубликовавший в Трудах Королевской Шведской академии наук "Рассуждение о происхождении ледяных гор в северных морях". Он был избран иностранным членом Шведской академии наук.

Большое значение имело путешествие по всей



России, вплоть до Дальнего Востока, предпринятое по собственной инициативе норвежским магнитологом Кристофом Ханстеном. В 1828–30 гг. вместе с лейтенантом Дуэ он фактически выполнил магнитную съемку всей Сибири, проведя измерения в 430 пунктах.

Первым русским исследователем Скандинавии был П.А. Кропоткин, изучавший в 1872 г. следы древнего оледенения в Финляндии и Швеции. Он сотрудничал с геологами этих стран, о результатах экспедиции А.Э. Норденшельда на "Веге", впервые прошедшей Северным морским путем, опубликовал три статьи в английских научных журналах. Откликнулся он и на дрейфующую экспедицию на судне "Фрам" Фридьофа Нансена, заслуги которого в сотрудничестве с русскими учеными в Арктике исключительно велики. В 2001 г. отмечена 140-я годовщина со дня его рождения (к сожалению, не было докладов, связанных с именем этого великого

норвежца). Третья юбилейная дата в истории российско-скандинавского сотрудничества – 125 лет со дня рождения полярного геолога В.А. Русанова, работавшего на Новой Земле в составе французской экспедиции. На Шпицбергене он открыл ряд угольных месторождений. Погиб в 1912 г. вместе со своим судном "Геркулес" при попытке пройти от Шпицбергена через Северный Ледовитый океан к Берингову проливу.

За 33 года до В.А. Русанова этот путь прошел А.Э. Норденшельд. Экспедиции, финансировавшейся сибирскими промышленниками, активно содействовало Русское Географическое общество. Значительна роль Норденшельда в подготовке шведско-русской экспедиции для измерения дуги меридиана – первой арктической экспедиции, организованной по межгосударственному соглашению.

Ушли в прошлое времена, когда международное сотрудничество в северной полярной области Земли



Международный научный центр в пос. Нью-Олесунн в северо-западной части Свальбарда. Фото Херты Грёндаль.

принимало формы соперничества. Известна, например, драматическая история поиска северо-восточного и северо-западного проходов из Атлантического океана в Тихий. Ей посвящены доклады **Л.М. Свердлова** (Русское географическое общество) и **А.В. Постникова** (Ин-

ститут истории естествознания и техники РАН).

Политические аспекты арктических исследований в новейшее время затронула в докладе **Сюзан Барр** (Норвегия). Она подчеркнула, что окончание холодной войны способствует международному сотрудничеству в Арктике. В последнем десятилетии минувшего века, когда исчезли барьеры, разделявшие Арктику на сектора, научное сотрудничество принимает по-настоящему циркумполярный ин-

тернациональный характер. Приоритет отдается экологическому направлению исследований, что само по себе предполагает самую тесную кооперацию.

Арктика становится все более похожей на Южнополярную область Земли, где научные исследования уже давно объединили ученых многих стран мира.

*В.А. МАРКИН,
кандидат
географических наук
(Фото автора.)*

Программа “Спейс Шаттл”: хроника полетов*

В 2000 г. состоялось 4, а в начале 2001 г. – 2 запуска кораблей “Спейс Шаттл”, все по графику сборки Международной космической станции (Земля и Вселенная, 2000, № 6). В 2000 г. планировалось выполнить 4 полета, в 2001 г. – 6 экспедиций по обслуживанию МКС. Программа миссии 2А.2 предусматривает 2 полета корабля “Атлантис” (из-за отсрочки запуска российского служебного модуля “Звезда”).

Корабль “Атлантис” (программа STS-101) стартовал 19 мая 2000 г. в 10 ч 11 мин 10 с** с космодрома на мысе Канаверал. Основная задача – ремонтно-профилактические работы и снабжение МКС расходными материалами.

Согласно полетному заданию, программа STS-101 – точная копия программы STS-96. В грузовом отсеке корабля размещались двойной лабораторный модуль “Спейсхэб” массой 8100 кг (3600 – грузы), негерметичная платформа ICC массой 1451 кг с инструментами для работы в открытом космосе. В модуле “Спейсхэб” находи-

лось около 400 наименований грузов массой 590 кг для проведения 22 экспериментов в области навигации, биологии, медицины, технологии, биотехнологии. В числе грузов – питьевая вода, питание, аптечки, одежда, скафандры, средства фиксации к внешней поверхности станции, инструменты и оборудование, стыковочные механизмы, фотокамеры и телеаппаратура. Второй раз запущена открытая платформа для перевозки грузов ICC (соединенный носилецкий грузовой), изготовленная в РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

Общий стартовый вес ракетно-космической системы составлял 2050 т (корабль “Атлантис” – 119 т, при посадке – 101,8 т), общая масса грузов на борту корабля – около 10 т.

Международный экипаж корабля состоял из 7 астронавтов (среди них 2 женщины): командир – полковник ВВС США Джеймс Хэлселл (James D. Halsell) (5-й полет, 310-й астронавт мира, 195-й астронавт США), пилот – подполковник ВВС США Скотт Хоровитц (Scott J. Horowitz) (3-й полет,

343-й астронавт мира, 218-й астронавт США), 1-й специалист полета – доктор Мэри Вебер (Mary E. Weber) (2-й полет, 328-й астронавт мира, 208-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – подполковник Армии США Джеффри Уильямс (Jeffrey N. Williams) (1-й полет, 393-й астронавт мира, 245-й астронавт США), 3-й специалист полета – Джеймс Восс (James S. Voss) (4-й полет, 360-й астронавт мира, 163-й астронавт США), 4-й специалист полета – полковник ВВС США Сюзан Хелмс (Susan J. Helms) (4-й полет, 285-й астронавт мира, 178-й астронавт США) и 5-й специалист полета – Юрий Владимирович Усачёв (3-й полет, 305-й астронавт мира, 77-й космонавт России).

После нескольких маневров корабль вышел на орбиту стыковки с МКС: высота 360 × 380 км, наклонение 51.58° и период обращения 92.01 мин. Стыковка ко второму узлу модуля “Юнити” (единство) МКС прошла 20 мая в 23 ч 31 мин. 21 мая в 20 ч 58 мин Д. Уильямс и Д. Восс вышли в откры-

* Продолжение. Начало см.: 1993, №№ 2, 3; 1994, № 5; 1995, №№ 2, 4, 5; 1996, №№ 1, 3, 6; 1997, № 4; 1998, №№ 1, 3; 1999, № 4; 2000, № 5.

** Здесь и далее время приведено по Гринвичу.



тый космос, смонтировав на адаптере модуля “Юнити” американский грузовой кран (масса 95 кг и длина 15 м), часть российской грузовой стрелы, запасную антенну системы связи, закрепили 8 поручней и проложили кабель. В общей сложности астронавты перенесли с корабля на станцию 148 кг оборудования. Выход продолжался 6 ч 44 мин и завершился 22 мая в 3 ч 32 мин. 22 мая в 19 ч 03 мин

астронавты перешли на станцию.

В течение пяти дней экипаж выполнил программу по графику сборки МКС (2А.2А): установил в модулях новое оборудование, перенес 930 кг привезенных грузов (4 емкости с водой, укладки с питанием, одежду, компьютерное оборудование, аккумуляторные батареи, электроприборы, запасные части, детекторы, вентиляторы



Международный экипаж корабля “Атлантис” (STS-101): сидят – С. Хоровитц и Д. Хэлселл; стоят – М. Вебер, Д. Уилльямс, Ю. Усачёв, Д. Восс и С. Хелмс. Фото NASA.

воздуха и другое), заменил вышедшую из строя аппаратуру и проверил работу некоторых систем модуля. В течение совместного полета корабля и станции с помощью двигателей “Дискавери” дважды повышена орбита МКС (до 360 × 364 км).

26 мая в 23 ч 03 мин “Атлантис” расстыковался с МКС и перешел на более высокую орбиту – 369 × 383 км. Полет КК “Атлантис” завершился ночью 29 мая в 6 ч 20 мин 17 с на посадочной полосе № 15 Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность миссии – 9 сут 20 ч 09 мин 08 с.

Корабль “Атлантис” отправился в 22-й полет 8 сентября в 12 ч 45 мин 47 с. Главная задача программы STS-106 – ремонтно-профилактические работы и доставка оборудования на МКС. В грузовом отсеке корабля размещались двойной лабораторный модуль “Спейсхэб” массой 8160 кг (3700 – грузы), негерметичная платформа ICC массой 2054 кг с грузами массой 1300 кг. Стартовый вес транспортной системы составил 2050 т, в том числе вес “Атлантиса” – 115.25 т, при посадке корабль весил 100.36 т.

В состав международного экипажа корабля вошли 7 человек: командир – полковник Корпуса морской пехоты США Терренс Уилкатт (Terrence W. Wilcutt) (4-й полет, 315-й астронавт мира, 199-й астронавт США), пилот – капитан 2-го

Экипаж КК “Атлантис” (STS-106): сидят – С. Альтман и Т. Уилкатт; стоят – Б. Морук, Р. Мاستракио, Э. Лу, Д. Бёрбанк и Ю. Маленченко. Фото NASA.

Международный экипаж КК "Дискавери" (STS-92): сидят – П. Мелрой и Б. Даффи; стоят – Л. Чиао, М. Лопес-Алегрια, У. МакАртур-мл., П. Уайзофф и К. Ваката. Фото NASA.

ранга ВМС США Скотт Алтман (Scott D. Altman) (2-й полет, 374-й астронавт мира, 235-й астронавт США), 1-й специалист полета – доктор Эдвард Лу (Edward T. Lu) (2-й полет, 359-й астронавт мира, 226-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – Ричард Мастраккио (Richard A. Mastracchio) (1-й полет, 294-й астронавт мира, 246-й астронавт США), 3-й специалист полета – капитан 3-го ранга Береговой охраны США Дэниел Бёрбанк (Daniel C. Burbank) (1-й полет, 395-й астронавт мира, 247-й астронавт США), 4-й специалист полета – полковник ВВС РФ Юрий Иванович Маленченко (2-й полет, 308-й астронавт мира, 78-й космонавт России) и 5-й специалист полета – доктор Борис Владимирович Моруков (1-й полет, 396-й астронавт мира, 93-й космонавт России).

Корабль вышел на орбиту сближения с МКС высотой 353 × 364 км, наклонением 51.58° и периодом обращения 91.6 мин. **Стыковка** ко второму узлу модуля "Юнити" выполнена **10 сентября** в 5 ч 51 мин 25 с. В течение следующих 8 дней экипаж разгрузил КК "Прогресс М1-3", демонтировал заменяемую аппаратуру в модуле "Заря", заменил 2 и установил 3 аккумуляторные батареи, установил новые дозиметры воздуха, испытал систему навигации и провел 12 экспериментов в области биотехнологии, технологии, биологии и медицины. **11 сентября** Э. Лу и Ю. Маленченко за 6 ч 14 мин проложили в **открытом космосе** кабели между модулями "Заря" и "Звезда", установили магнитометр. В течение полета выпол-



нены 4 коррекции орбиты МКС (повышена до 377 × 387 км).

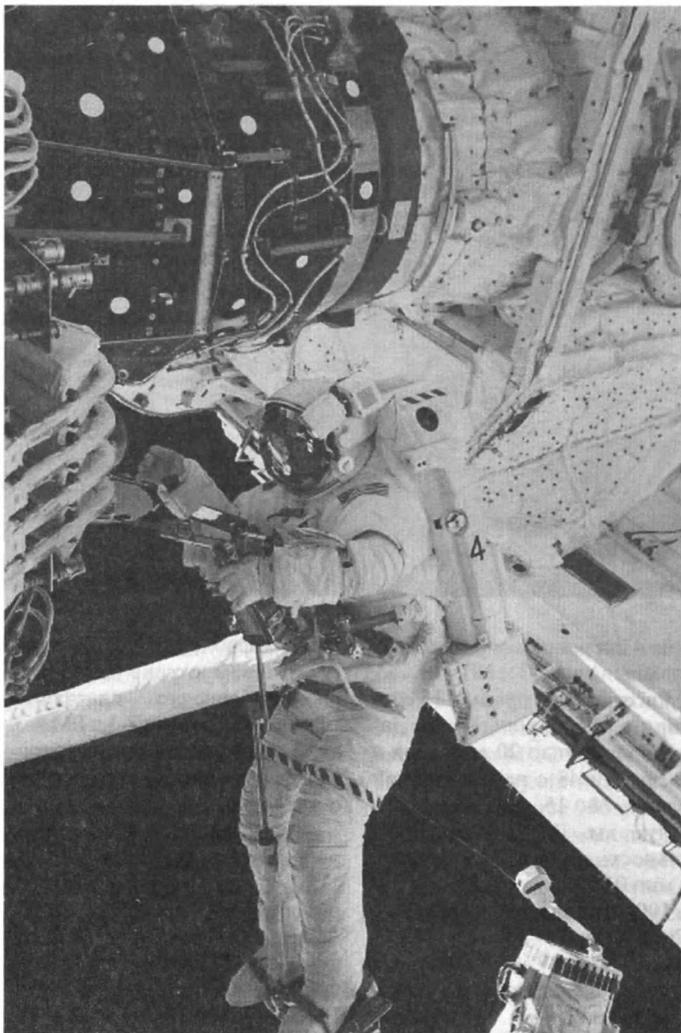
Расстыковка прошла **18 сентября** в 4 ч 46 мин. **Полет закончился** ночью **20 сентября** в 7 ч 56 мин 48 с на посадочной полосе № 15 Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность полета – 11 сут 19 ч 11 мин 01 с.

100-й полет по программе "Спейс Шаттл" начался 11 октября в 23 ч 17 мин. Основная задача экспедиции корабля "Дискавери" по программе STS-92 – доставка на МКС корневого модуля Z-1 и адаптера РМА-3. Модуль Z-1 американского сегмента станции обеспечивает крепление основной фермы с системами энергопитания и терморегулирования, на нем сосредоточены важнейшие элементы систем связи и управления движением. Он оборудован двумя пристыковочными узлами андрогинного типа и приспособлениями для обеспечения работы в открытом космосе. Габариты модуля – 4.13 × 4.51 × 3.63 м, длина с развернутой антенной связи – 8.48 м, масса – 8765 кг. Гермоадаптер РМА-3 (длина 2.71 м, диаметр 2.5 м и масса 1156 кг) применяется для сты-

ковки кораблей "Спейс Шаттл". В грузовом отсеке "Дискавери" размещались платформа "Спейслэб", модули Z-1 и РМА-3, для их оснащения предусматривалось выполнить 4 выхода в космос по 6 ч.

Стартовая масса "Дискавери" – 2050 т (масса корабля – 115.1 т, при посадке – 92.74 т), общая масса модулей – 11.3 т.

На корабле находился международный экипаж из 7 человек: командир – полковник ВВС США Брайан Даффи (Brian Duffy) (4-й полет, 267-й астронавт мира, 167-й астронавт США), пилот – подполковник ВВС США Памела Мелрой (Pamela A. Melroy) (1-й полет, 397-й астронавт мира, 248-й астронавт США), 1-й специалист полета – доктор Лерой Чиао (Leroy Chiao) (3-й полет, 311-й астронавт мира, 196-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – полковник Армии США Уильям МакАртур-мл. (William S. McArthur, Jr) (3-й полет, 302-й астронавт мира, 190-й астронавт США), 3-й специалист полета – доктор Питер Уайзофф (Peter J. Wisoff) (4-й полет, 294-й астронавт мира, 184-й астро-



Астронавт П. Уайзофф в открытом космосе во время монтажных работ вблизи модуля "Юнити" (16 октября 2000 г.). Фото NASA.

навт США), 4-й специалист полета – капитан 2-го ранга ВМС США Майкл Лопес-Алегрια (Michael Lopez-Alegria) (2-й полет, 334-й астронавт мира, 212-й астронавт США) и 5-й специалист полета – Коичи Ваката (Coichi Wakata) (2-й полет, 340-й астронавт мира, 4-й астронавт Японии).

После нескольких маневров корабль вышел на орбиту сближения с МКС высотой 372 × 383 км, наклонением 51.58° и периодом обращения 92 мин. **Стыковка** с МКС выполнена **13 октября** в 17 ч 45 мин 10 с. 14 октября с помощью манипу-

лятора "Дискавери" из его грузового отсека извлечен сегмент Z-1 и пристыкован к модулю "Юнити".

Первый выход в открытый космос состоялся **15 октября**. За 6 ч 28 мин астронавты Л. Чиао и У. МакАртур-мл. проложили кабели между "Юнити" и Z-1. **16 октября** во время **второго выхода** П. Уайзофф и М. Лопес-Алегрια перенесли из грузового отсека корабля адаптер РМА-3 и пристыковали его к нижнему узлу модуля "Юнити". Астронавты находились в открытом космосе 7 ч 07 мин. **Третий выход** в космос состоялся

17 октября. За 6 ч 48 мин астронавты Л. Чиао и У. МакАртур-мл. установили на сегмент Z-1 преобразователь мощности и продолжили прокладку кабелей. **18 октября** П. Уайзофф и М. Лопес-Алегрια в течение 6 ч 56 мин провели **испытание аварийно-спасательного устройства** перемещения в открытом космосе, двигаясь в грузовом отсеке корабля по 15 м.

В последующие дни астронавты на станции проверили функционирование систем модулей, подключили оборудование и перенесли грузы из корабля. **28-й полет "Дискавери" завершился 24 октября** в 20 ч 59 мин 41 с. Длительность экспедиции составила 12 сут 21 ч 42 мин 41 с.

1 декабря 2000 г. в 3 ч 06 мин 01 с со стартового комплекса LC-39В во Флориде **запустили КК "Индевор"**. Основная задача программы STS-97 – доставка на МКС первого модуля с панелями солнечных батарей для основной фермы. Весь грузовой отсек корабля занимала секция Р6 с двумя сложенными солнечными батареями, радиаторами терморегулирования, системой связи и узлами крепления к сегменту Z-1. Длина фермы в рабочем положении – 32.6 м, размеры панели солнечной батареи – 35 × 11.6 м, площадь – 298 м², суммарная мощность – 31 кВт, масса – 1070 кг. В комплект секции Р6 входят электрическое оборудование, система терморегулирования и управляющие компьютеры (габариты 4.9 × 4.9 × 4.9 м, масса – 7.7 т).

Стартовая масса транспортной системы составила 2052.2 т (КК "Индевор" – 120.7 т), при посадке корабль весил 89.7 т, масса оборудования секции Р6 – 15.9 т.

Международный экипаж КК "Индевор" (STS-97): сидят – М. Блумфилд, Ж. Гарно и Б. Джетт-мл.; стоят – К. Норьега и Д. Тэннер. Фото NASA.

В состав международного экипажа вошли 5 астронавтов: командир – капитан 2-го ранга ВМС США Brent Джетт-мл. (Brent W. Jett, Jr.) (3-й полет, 338-й астронавт мира, 215-й астронавт США), пилот – подполковник ВВС США Майкл Блумфилд (Michael J. Bloomfield) (2-й полет, 364-й астронавт мира, 229-й астронавт США), 1-й специалист полета – Джозеф Тэннер (Joseph R. Tanner) (3-й полет, 318-й астронавт мира, 201-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – доктор Жозеф Гарно (Joseph J.-F. Garneau) (3-й полет, 153-й астронавт мира, 1-й астронавт Канады) и 3-й специалист полета – подполковник Корпуса морской пехоты США Карлос Норьега (Carlos I. Noriega) (2-й полет, 358-й астронавт мира, 225-й астронавт США).

Корабль вышел на орбиту высотой 372 × 379 км, наклонением 51.58° и периодом обращения 92.02 мин. Стыковка с МКС выполнена 2 декабря в 19 ч 59 мин 49 с. Масса орбитального комплекса – 187 т. За 3 выхода в открытый космос (3, 5 и 7 декабря) общей длительностью 19 ч 20 мин Д. Тэннер и К. Норьега перенесли комплект секции Р6 из грузового отсека к сегменту Z-1, провели монтаж панелей солнечных батарей, провели кабели между элементами конструкции и установили несколько приборов. Дистанционно раскрыли солнечные батареи и радиаторы системы терморегу-



лирования. Через 6 дней после стыковки экипаж корабля перешел на борт станции и в течение суток выполнил совместные работы с экипажем первой основной экспедиции У. Шепердом, Ю. Гидзенко и С. Крикалёвым. 9 декабря в 19 ч 13 мин "Индевор" **расстыковался** с МКС. Корабль провел маневр ухода и снизил орбиту полета до 351 × 367 км.

15-й полет корабля "Индевор" **завершился 11 декабря**

2000 г. в 23 ч 03 мин 25 с на посадочной полосе № 15 Космического центра им. Д. Кеннеди. Длительность экспедиции – 10 сут 19 ч 57 мин 24 с.

Корабль "Атлантик" (программа STS-98) **стартовал 7 февраля 2001 г.** в 23 ч 13 мин 02 с. Главная задача полета – доставка на МКС очередного американского модуля "Дестини". Ключевой элемент американского сегмента, лабораторный модуль "Destiny" (судьба),

Экипаж КК "Атлантик" (STS-98): сидят – М. Полански, М. Айвинс и К. Кокрелл; стоят – Т. Джоунз и Р. Кёрбим-мл. Фото NASA.





Международный экипаж КК "Дискавери" (STS-102), экипажи первой и второй основных экспедиций МКС в кабине корабля: первый ряд – Ю. Гидзенко, С. Крикалёв, У. Шеперд, С. Хелмс, Ю. Усачёв и Д. Восс; второй ряд – П. Ричардс, Д. Келли, Д. Уззериби и Э. Томас. Фото NASA.

предназначен для проведения экспериментов в области медицины, биотехнологии, материаловедения, физики и фотосъемки Земли, выполняемой по научной программе МКС. Его длина – 8.7 м, диаметр – 4.4 м, герметичный объем – 117 м³, масса – 14 056 кг. Модуль снабжен двумя стыковочными узлами, внутри установлены основные служебные системы для работы экипажа, и на 23 стандарт-

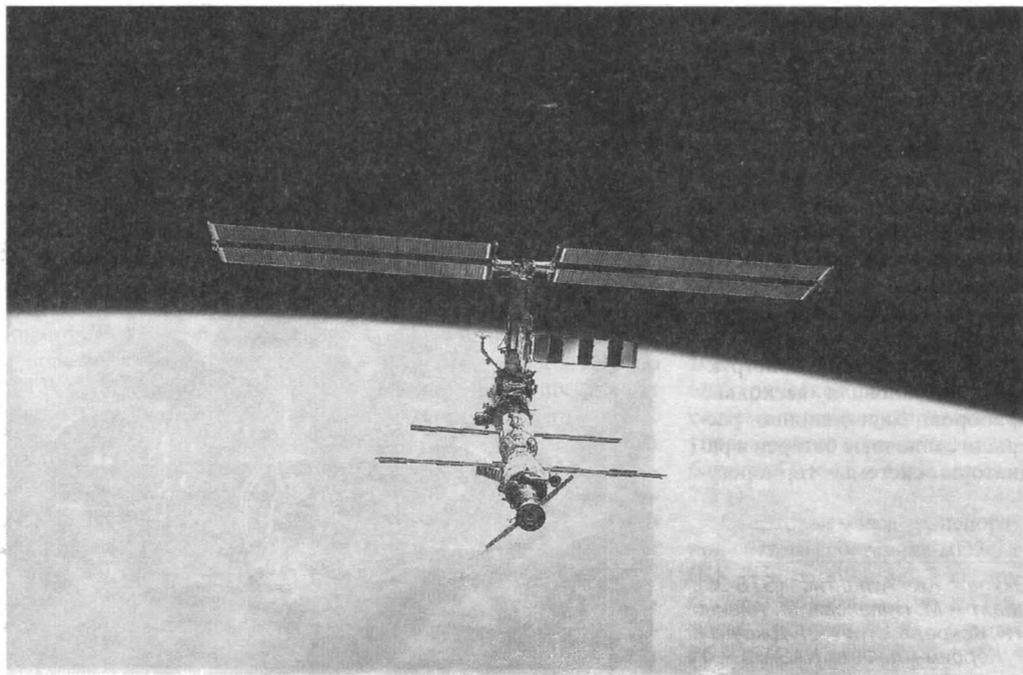
ных стойках размещено научное оборудование.

Стартовая масса транспортной системы – 2050.3 т (КК "Индевор" – 115.5 т), при посадке корабль весил 90.2 т, общая масса модуля "Дестини" и грузов – 16.5 т.

В составе экипажа – 5 астронавтов (среди них 1 женщина): командир – Кеннет Кокрелл (Kenneth D. Cockrell) (4-й полет, 287-й астронавт мира, 179-й ас-

тронавт США), пилот – Марк Полански (Mark L. Polansky) (1-й полет, 398-й астронавт мира, 249-й астронавт США), 1-й специалист полета – капитан 2-го ранга ВМС США Роберт Кёрбим-мл. (Robert L. Curbeam, Jr.) (2-й полет, 361-й астронавт мира, 227-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – Марша Айвинс (Marsha S. Ivins) (5-й полет, 224-й астронавт мира, 135-й астронавт США) и 3-й специалист полета –

Международная космическая станция после отлета КК "Дискавери" (19 марта 2001 г.). Фото NASA.



Члены экипажа второй основной экспедиции – Ю. Усачёв и Д. Восс и астронавт П. Ричардс – в российский модуль “Звезда”. Фото NASA.

доктор Томас Джоунз (Thomas D. Jones) (4-й полет, 307-й астронавт мира, 194-й астронавт США).

Корабль вышел на орбиту с параметрами 342×367 км, наклонением 51.57° и периодом обращения 91.6 мин. Стыковка к адаптеру РМА-3 МКС прошла **9 февраля** в 16 ч 51 мин. Выполнив **три выхода в открытый космос** (10, 12 и 14 февраля) общей длительностью 19 ч 49 мин, Т. Джоунз и Р. Кёрбим пристыковали модуль “Дестини” к носовому узлу “Юнити”, перенесли и перестыковали адаптер РМА-2, установили антенну связи и соединили систему модуля с бортовыми системами станции. За время совместной работы с экипажем первой экспедиции на станцию перенесено 1400 кг грузов (в основном расходные материалы). **16 февраля** в 14 ч 05 мин 50 с произведена **расстыковка** с МКС. Корабль совершил облет станции на расстоянии 140 м. После ввода в работу модуля “Дестини” длина станции достигла 52 м, размах солнечных батарей – 73 м, масса – 104.4 т. Корабль снизил орбиту до 362×391 км. **20 февраля** в 20 ч 33 мин 05 с КК “Атлантис” совершил посадку на полосу № 22 авиабазы Эдвардс в Калифорнии. Длительность полета – 12 сут 21 ч 20 мин 03 с.

103-й полет по программе “Спейс Шаттл” начался 8 марта 2001 г. в 11 ч 42 мин 09 с. Корабль “Дискавери” (программа STS-102) доставил на МКС экипаж второй основной экспедиции, впервые использовался для дооснащения лабораторного модуля станции итальянский грузовой модуль “Леонардо”. Многоцелевой герметич-



ный модуль “Леонардо” (один из трех такого типа) применялся для материально-технического снабжения МКС. В нем перевозятся расходные материалы на 16 стандартных стойках, на орбите модуль служит жильем для двух членов экипажа и временным хранилищем аппаратуры и грузов. После выполнения задачи модуль возвращается на Землю. Длина модуля – 6.5 м, диаметр – 4.5 м, герметичный объем – 76.4 м^3 и масса – 4.7 т (вместе с грузами – до 14.1 т). В “Леонардо” поместили 6 служебных, 3 складские и 1 научную стойку, 4 грузовые платформы. В грузовом отсеке “Дискавери”, кроме модуля “Леонардо” массой 10.5 т, установили негерметичную платформу с доставляемым на орбиту оборудованием.

Стартовая масса транспортной системы – 2049 т (КК “Индевор” – 114.5 т), при посадке корабль весил 89.4 т, общая масса модуля “Леонардо” с грузами и аппаратурой – 12.1 т.

На корабле находился международный экипаж из 7 человек (среди них 1 женщина): командир – Джеймс Уэзерби (James D. Wetherbee) (5-й полет, 223-й астронавт мира, 134-й астронавт США), пилот – Джеймс Келли (James M. Kelly) (1-й полет, 399-й астронавт мира, 250-й астронавт США), 1-й специа-

лист полета – Эндрю Томас (Andrew S. Thomas) (3-й полет, 346-й астронавт мира, 219-й астронавт США), 2-й специалист полета (бортинженер) – Пол Ричардс (Paul W. Richards) (1-й полет, 400-й астронавт мира, 251-й астронавт США), 3-й специалист полета – Джеймс Восс (James S. Voss) (5-й полет, 259-й астронавт мира, 162-й астронавт США), 4-й специалист полета – Сьюзен Хелмс (Susan J. Helms) (5-й полет, 285-й астронавт мира, 178-й астронавт США) и 5-й специалист полета – Юрий Владимирович Усачёв (4-й полет, 305-й астронавт мира, 77-й космонавт России). На станцию отправился экипаж второй основной экспедиции в составе Ю.В. Усачёва, Д. Восса и С. Хелмс.

Корабль вышел на орбиту с параметрами: 368×383 км, наклонением 51.57° и периодом обращения 92 мин. Стыковка к адаптеру РМА-2 МКС прошла 10 марта в 6 ч 38 мин. 10 марта Д. Восс и С. Хелмс за 8 ч 56 мин (рекордное время работы в открытом космосе) переустановили гермоадаптер РМА-3 к другому стыковочному узлу модуля “Юнити”, проложили кабели и установили ферму для кандакского манипулятора SSRMS на модуле “Дестини”. **11 марта** с помощью манипулятора корабля модуль “Леонардо” извле-

чен из грузового отсека и присоединен к нижнему стыковочному узлу “Юнити”. 13 марта П. Ричардс и Э. Томас в течение 6 ч 21 мин установили на модуле “Дестини” складскую платформу, выполнили другие монтажные работы. В последующие дни экипаж перенес из модуля “Леонардо” на борт станции около 5 т грузов, а в него загрузили возвращаемое оборудование и мусор. 17 марта “Леонардо” с помощью манипулятора отстыковали от МКС и положили в грузовой отсек корабля. За время полета в со-

ставе станции “Дискавери” дважды повышал орбиту МКС (до 376 × 392 км). 19 марта в 4 ч 32 мин корабль **расстыковался** со станцией (ее масса стала 115,5 т). 29-й полет КК “Дискавери” **завершился** ночью 21 марта в 7 ч 31 мин 42 с на полосе № 15 Космического центра им. Д. Кеннеди во Флориде. Длительность полета – 12 сут 19 ч 49 мин 33 с.

На борту “Дискавери” экипаж первой основной экспедиции МКС – У. Шеперд (США), С.К. Крикалёв и Ю.П. Гидзенко (Россия) – **возвратился** на

Землю, выполнив программу полета. Его продолжительность – 140 сут 23 ч 38 мин 55 с. Экипаж второй основной экспедиции продолжил работу на станции до середины августа 2001 г.

(По материалам NASA и DASA, журналов “Spaceflight”, “Space Shuttle News”, “Flieger Revue” и “Новости космонавтики” за 2000–2001 гг.)

С.А. ГЕРАСЮТИН

Информация

Исследование погибающих комет

В сентябре 1999 г. астрономы, участвовавшие в съемке неба с целью обнаружения сближающихся с Землей астероидов, открыли существование нового небесного тела – кометы C/1999 S₄ LINEAR. В ее обозначении использованы и начальные буквы фамилии Линкольна, чье имя носит лаборатория-первооткрыватель, и сокращение от “Near Earth” (“близкая к Земле”). Открытая комета была не намного слабее, чем кометы Хейла-Боппа и Хиякутаке. В Северном полушарии новую комету можно было летом 2000 г. наблюдать даже невооруженным глазом. Однако зрелище оказалось кратковременным: всего 10 мес. спустя после открытия S₄ LINEAR, не дотянув лишь несколько суток до максимального сближения с Солнцем, таинственно исчезла. Этому в июне–начале июля 2000 г. предшествовал ряд взрывов, во время которых от кометы отделилось несколько небольших обломков. Затем 21–22 июля ядро раскололось на фрагменты диаметром примерно по сотне метров и множество “булыжников”, комьев льда и облаков пыли. В течение следующих двух недель все эти остатки постепенно рассеялись и исчезли из поля зрения, а потому к середине августа 2000 г. ученые объявили о “кончине” кометы.

Заключительный этап жизни этой кометы оказался весьма информативным для астрономов, за-

нимающихся космогонией Солнечной системы.

Согласно одной из многочисленных гипотез о происхождении комет, эти небесные тела могли рождаться во внешних частях диска, окружавшего протосолнце. Например, в тех частях когда-то складывались планеты-гиганты. Из-за низких температур (около 200 К в районе Юпитера и 30 К – у Нептуна) здесь могли скапливаться и сохраняться зерна льда – как водного, так и окислов углерода. Именно они и вошли в состав кометных ядер...

Не исключено, что кометы могли когда-то принести на Землю воду и пребиотические вещества, необходимые для возникновения жизни.

Однако у молодых комет могла быть и другая участь: они или ушли в межзвездное пространство, или скопились в Облаке Оорта. Из этого “хранилища” под действием тяготения звезд или молекулярных облаков Галактики некоторых кометы возвращаются во внутреннюю область Солнечной системы. Вот тогда их “замороженные” древние физико-химические характеристики и становятся для астрономов объектом тщательного изучения.

Отсюда интерес к всестороннему исследованию новооткрытой кометы, которое предприняли три многочисленные группы американских, канадских, финских, французских, венгерских, бельгийских, немецких и итальянских специалистов, руководимые Х.А. Уивером из Университета им. Джона Гопкинса в Балтиморе (штат Мэриленд, США), И.Т. Мякинемом из Метеорологического института в Хельсинки и М.Дж. Маммой из Центра космических по-

летов им. Годдарда NASA (Гринбелт, штат Мэриленд). Они установили, что комета C/1999 S₄ LINEAR, в отличие от других длиннопериодических комет, таких как, например, комета Хейла – Боппа, вероятно, населявших Облако Оорта, утеряла большую часть окислов углерода, метанола и других углеводородов. Такой химический состав, по мнению исследователей, подтверждает, что комета C/1999 S₄ LINEAR могла возникнуть в районе между Юпитером и Сатурном. Нетипичным был и процесс ее разрушения. Чаще всего кометы разрушаются под действием тяготения Солнца, больших планет, а также солнечного излучения. Но в данном случае “виновник” гибели небесного тела – главным образом, его собственная хрупкость.

Комета была источником высокоэнергетичного рентгеновского излучения. Оно возникало в результате обмена между ионами солнечного ветра и газов, выделявшихся из ядра кометы.

Исследования орбиты позволили предположить, что данная комета, вылетев из Облака Оорта, начала приближаться к Солнцу, и это было ее первым и последним “путешествием”. Разлом кометного ядра – явление нередкое: ученым известно более 30 подобных событий. Но чтобы в результате такое тело полностью перестало существовать – исключительный случай. Вот не так давно рассыпалась комета Швасмана – Вахмана (73/P), однако после нее осталось несколько долгоживущих обломков, которые продолжают самостоятельно существовать.

Ядро кометы, как известно, непрочное. Но физические процессы,

приводящие к его разрушению, все еще остаются мало изученными. Понятен, можно сказать, до конца лишь один случай – когда комета D/1993 2 Шумейкера – Леви развалилась в 1992 г. Ее ядро раскрошил своим могучим тяготением Юпитер. Обломки прожили недолго – через два года фрагменты ядра врезались в атмосферу гигантской планеты.

Интерес к кометам как носителям информации о временах давно минувших не угасает. Недаром NASA и ESA намерены в течение ближайших 12 лет направить к различным подобным небесным телам флотилию космических аппаратов. Первым из них должен

стать “Deep Space-1” (2001 г.), предназначенный для изучения кометы 19/P Борелли. В 2006 г. намечено возвращение на Землю аппарата “Stardust”, который принесет с собой образцы пылевых частиц, окружающих комету 81P Вильда-2. Аппарату “Contour” предстоит между 2003 г. и 2008 г. “посетить” кометы 2P/Энке, 6P Д’Арре и 73P Швассмана–Вахмана-3. Последняя из них – обломок погибшего небесного тела, который позволит обследовать бывшую “сердцевину” кометного ядра. Аппарат “Deep Impact” “осмотрит” ядро и подповерхностные слои кометы 9/P Темпеля-1. Для этого выстрелят медный снаряд массой 500 кг, а возникший при

этом кратер и выброшенные породы будут проанализированы бортовыми приборами. Наконец, в 2012–13 гг. состоится миссия “Rosetta”, в ходе которой КА впервые выполнит ряд экспериментов, находясь на орбите вокруг ядра кометы 46P Виртанена, и сбросит на ее поверхность посадочный отсек с различными приборами. Вот тогда мы сможем с большей уверенностью судить не только о кометах, но и о процессах, которым они были свидетелями миллиарды лет назад.

Science, 2001, 229, 1257, 1307, 1326, 1334, 1339

НОВЫЕ КНИГИ

“Фантаст”

2 сентября 2001 г. исполнилось 95 лет Александру Петровичу Казанцеву, нашему известному писателю-фантасту. Удивительное человеческое и творческое долголетие!

В год своего юбилея писатель выпустил двухтомный роман-автобиографию “Фантаст” (издательство “Современник”).

А.П. Казанцев родился в 1906 г. в г. Акмолинске. Закончив в 13 лет курсы машинописи, работал в здравотделе. Александр самостоятельно подготовился и поступил в Томский политехнический институт. Успехи в учебе спасают студента от многочисленных попыток лишить его, внука купца, права на высшее образование.

Практику Александр Петрович прошел на Белорецком металлургическом заводе, на Урале, после чего работал здесь главным механиком. Александр Петрович придумал и сделал модель электрической пушки, которая, по его мнению, могла стрелять на очень большие расстояния. Изобретатель продемонстрировал модель Г.К. Орджоникидзе и М.Н. Тухачевскому. Его перевели с Урала на завод в Подлипках, предложив реализовать проект. Однако оказалось, что идея силь-



но опередила время: не существовало необходимых электрических генераторов.

В военные годы А.П. Казанцев со своим другом Андроником Иосифьяном создал электрическую сухопутную танкетку-торпеду, которую применяли во время прорыва блокады Ленинграда.

После войны Александр Петрович сменил инженерную деятельность на литературную. К тому времени он уже был автором ряда известных произведений.

Идея рассказа “Взрыв” (1946 г.) – в Тунгусской тайге потерпел аварию марсианский космический корабль – была воспринята неоднозначно. Ученые выступи-



ли с ее резкой критикой, но идея взрыва над местом предполагаемого падения метеорита использовалась в последующих теоретических моделях. Дискуссия в прессе была столь жаркой, что Академия наук СССР отправила экспедицию для продолжения исследований Тунгусского явления.

Но, пожалуй, больше, чем будущие изобретения, Александра Петровича волнуют социальные проблемы. Произведения А.П. Казанцева полны глубокой веры в благородство человека, его разум и гуманность. Этим они особенно интересны читателям.

Компактная Вселенная и возможная природа квazarов

И. К. РОЗГАЧЕВА,

кандидат физико-математических наук

В. М. ЧАРУГИН,

доктор физико-математических наук

Московский педагогический государственный университет

Анализ свойств вращательной симметрии, связанных с законом сохранения электрического заряда, показывает, что Вселенная компактна. Ее геометрия подобна геометрии на поверхности тора, параллели которого представляют собой линии времени, а меридианы – координатные линии, т.е. объем Вселенной ограничен и периодически изменяется во времени. Благодаря пульсациям пространства на определенном этапе эволюции такой Вселенной обязательно возникают и эволюционируют неоднородности вещества, из которых образуются галактики и их скопления. В процессе звездообразования при значении красного смещения $Z \approx 1000$ в галактиках, в течение 10^9 лет, возникло первое поколение звезд.

Мощное ультрафиолетовое излучение этих звезд, распространяясь в компактной Вселенной, возвращается в свою галактику и фокусируется в ее ядре. При этом интенсивность излучения ослабляет, кванты света испытали красное смещение и трансформировались в инфракрасный диапазон из-за расширения Вселенной. Наличие скоплений галактик привело к некоторому фиолетовому гравитационному смещению возвращающихся квантов. Но самый интересный и необычный эффект – фокусировка вернувшегося излучения в область, сравнимую по размерам с Солнечной системой, что в миллионы раз меньше, чем область, охваченная звездообразованием, в молодой галактике. Сфокусированное в ядре мощ-

ное инфракрасное излучение приводит к эффективному и быстрому нагреву плазмы до релятивистских температур и ускорению частиц до скоростей близких к скорости света за счет эффектов индуцированного комптоновского рассеяния. Благодаря взаимодействию этой релятивистской плазмы с инфракрасным излучением в ядре формируется “комптоновский котел” со специфическим распределением энергии по спектру. Уравновешиваются процессы индуцированного нагрева плазмы инфракрасным излучением и охлаждения плазмы этим же излучением при их рассеянии на электронах. Излучение “комптоновского котла” очень похоже на то, что наблюдается у квазаров. Можно предположить, что под

действием вернувшегося излучения в ядре вспыхивает квазар, который мы назвали “фокус-квазар”. Время жизни фокус-квазара $\approx 10^6$ лет. Оно определяется эволюцией Вселенной до момента возвращения излучения в галактику. Для его существования не нужен внутренний источник энергии, потому что энергия поступает извне. Так как квазар вспыхивает в ядре обычной галактики, то его химический состав соответствует современному химическому составу галактики; нет необходимости привлекать массивные сверхплотные тела для удержания плазмы. Внешнее давление излучения вполне обесценивает равновесие. Область фокусировки мала. Отсюда – быстрая переменность излучения квазаров.

ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ И СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВА

Известно, что законам сохранения в природе соответствуют определенные геометрические свойства пространства и времени. Поэтому, изучая в лаборатории протекание физических процессов и выявляя законы сохранения, которым они подчиняются, мы определяем геометрические свойства Вселенной, т.е. получаем представление о Вселенной в целом. Таким образом, космология во многом становится прерогативой изучения не только астрономов, но и физиков, изучающих лабораторные процессы. Многие из наших читателей, на-

верное, слышали, что законы сохранения энергии, импульса и момента импульса связаны с такими геометрическими свойствами пространства и времени, как однородность и изотропность. Эти фундаментальные геометрические свойства Вселенной считаются краеугольным камнем современной космологии. Но современная физика, особенно физика элементарных частиц, указывает на существование еще ряда законов сохранения, например закона сохранения электрического заряда. Каким фундаментальным геометрическим свойствам Вселенной соответствует этот закон сохранения? Что нового и необычного можно увидеть во Вселенной с геометрией, учитывающей закон сохранения электрического заряда? Чтобы понять это, напомним, как развивалось представление о геометрии Вселенной и ее связи с законами сохранения.

СФЕРИЧЕСКАЯ СИММЕТРИЯ И БЕСКОНЕЧНОСТЬ ВСЕЛЕННОЙ

В космологии, как и в любой науке, есть “простые вопросы”. Поиск ответов на них часто приводит к открытию фундаментальных законов природы. Сама же история поиска иногда похожа на незаконченную детективную новеллу. К таким вопросам относится проблема о бесконечности Вселенной. Ею интересовались еще древние мыслители. Они полагали, что Вселенная – это идеаль-

ная сфера, заполненная прозрачным божественным эфиром, а звезды и планеты – крупницы светящегося эфира. Траектории их равномерного движения сферически симметричны относительно центра Вселенной – Земли. Модель такого упорядоченного Космоса была скорее философско-поэтической, чем математической, хотя впервые ее четко описал Пифагор. Он, по-видимому, опирался на два факта. Во-первых, при нерегулярных наблюдениях кажется, что небесные светила равномерно движутся относительно Земли. Во-вторых, ночное небо – черное, и это объяснялось тем, что за пределами ограниченной небесной сферы ничего нет.

С современной точки зрения, самое удивительное в модели Пифагора – предположение о взаимосвязи двух свойств Космоса: **механического** – равномерного вращения небесных светил, и **геометрического** – ограниченности пространства. Как и положено в детективе, эта самая важная деталь была не замечена последователями Пифагора. Они восприняли лишь постулат о сферической симметрии всего небесного.

На протяжении веков этот постулат считался священным. Только Иоганн Кеплер, опираясь на очень тщательные и многолетние наблюдения Тихо Браге за движениями планеты Марс по звездному небу, ввел в 1605 г. эллиптические орбиты для всех

планет. Он понял, что движение планет вокруг Солнца связано с его силовым воздействием. Это движение нельзя считать бессиловым или инерционным, как полагал Аристотель. Кроме того, Кеплер понял, что движение по инерции – это движение по прямой.

В январские ночи 1610 г. Галилео Галилей с помощью телескопических наблюдений обнаружил, что Млечный Путь состоит из отдельных Звезд. Он сделал вывод, что звезды находятся на различных расстояниях от Земли. Поэтому “небесной сферы” в действительности нет. Представление о бесконечной Вселенной вроде бы подтвердилось, ведь только в бесконечном пространстве тело, движущееся по инерции, не наткнется на границу.

В конце XVII в. Исаак Ньютон тоже писал о бесконечности Вселенной. Он полагал, что только в такой Вселенной материя под действием сил тяготения может разбиться на отдельные звездные массы, а не собраться в одну.

Таким образом, понятие о бесконечной Вселенной появилось благодаря открытию фундаментальных свойств материи: инерции и гравитации. Постулат о сферической симметрии Вселенной из глобального превратился в локальный. Действительно, бесконечное, однородное и изотропное пространство ньютоновской Вселенной обладает сферической симметрией относительно любой его точки.

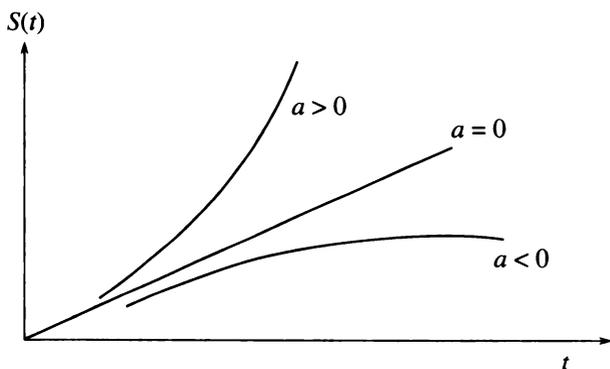
В XVII–XVIII вв. ньютоновская картина мира стала общепринятой. Однако уже в конце 1610 г. И. Кеплер впервые обратил внимание на то, что в бесконечной Вселенной небо будет темным, если только она содержит конечное число звезд. Позднее, в 1744 г. Ж. Шезо и в 1826 г. Г. Ольберс сформулировали “фотометрический парадокс” бесконечной Вселенной. Он заключается в том, что если в бесконечном пространстве есть излучающие звезды, то в любом направлении на луче зрения должна оказаться хотя бы одна звезда и вся поверхность неба должна быть яркой, похожей на Солнце. Почему же ночное небо темное? Удовлетворительного объяснения парадокса Шезо–Ольберса в ньютоновской картине мира нет.

Вопрос о бесконечности или конечности пространства Вселенной стал содержательным только после создания в 1916 г. общей теории относительности (ОТО) Альбертом Эйнштейном (с помощью его друга математика Марселя Гроссмана). Физическая основа этой теории гравитационного взаимодействия – свойства симметрии нашего мира. В физике понятие симметрии имеет более широкий смысл, чем в жизни. Симметрией называют неизменность физических явлений при какой-либо операции, например при переносе лабораторной установки из одного места в другое или при ее повороте, т.е. при изменении системы координат.

Симметрию относительно переноса системы координат называют **однородностью пространства**, а симметрию относительно поворота – **изотропностью пространства**. В 1918 г. Эмма Нётер доказала теорему о том, что наблюдаемым следствием однородности и изотропности пространства являются законы сохранения импульса и момента импульса движущегося тела. Закон сохранения энергии механической системы есть следствие того, что период “тиканья” часов не изменяется в такой системе, или, как говорят физики, время механической системы течет равномерно. Таким образом, хотя мы непосредственно не видим пространство и время, но, зная законы сохранения механических систем, можем утверждать, что в нашем физическом мире пространство однородно и изотропно, а время течет равномерно.

В теории относительности используются три постулата. Первый – постулат о постоянстве скорости света в пустоте. Он объединяет пространство и время в одно четырехмерное многообразие. Действительно, скорость света, как и любая скорость, измеряется отношением пространственной длины и времени. Постоянство скорости света означает, что моменты времени зависят от пространственных координат и, наоборот, пространственные координаты зависят от моментов времени.

Второй постулат – принцип относительности



Показаны траектории $S(t)$. Если $a > 0$, то кривизна траектории положительна. Если $a = 0$, то кривизна равна нулю и траектория есть прямая линия. Если $a < 0$, то кривизна отрицательна.

ти, или постулат о равноправности всех четырехмерных систем координат. Согласно этому принципу, математическая запись физических законов не изменяется (инвариантна) при изменении системы координат. Есть десять типов преобразований координат: четыре смещения вдоль осей, три пространственных поворота и три поворота оси времени относительно трех пространственных осей.

Третий постулат — принцип эквивалентности или равенство инертной и гравитационной масс тела. Уравнения ОТО представляют собой обобщение и геометрическую трактовку этого принципа.

Для того чтобы принцип эквивалентности переформулировать в геометрических терминах, вспомним, что вблизи поверхности Земли все тела падают с одинаковым ускорением. Ускорение свободного падения характеризует поле тяготения Земли. Любое ускорение (a) пропорционально кривизне траектории тела. Кривизна определяет отличие траектории от прямой линии.

Эйнштейн предположил, что гравитационное ускорение характеризует кривизну пространства-времени, а гравитационному полю как непрерывной среде следует сопоставить четырехмерное множество точек, которое описывается геометрией Римана. Другими словами, такие физические понятия, как пространство, время и гравитация, образуют непрерывное четырехмерное множество — пространство-время, расстояние между точками и кривизна которого зависят от гравитационного взаимодействия вещества. Эта гипотеза позволяет описывать гравитационное поле с помощью геометрических понятий, инвариантных относительно преобразований координат. Заметим, что математическая запись закона тяготения Ньютона изменяется при преобразовании координат.

Благодаря своей удивительной интуиции Эйнштейн предположил, что гравитационное поле и гравитационная масса, создающая это поле, представляют собой два наблюдаемых свойства энергии. Он

писал, что “вещество — там, где концентрация энергии велика, поле — там, где концентрация энергии мала. Но если это так, то различие между веществом и полем скорее количественное, чем качественное”. Эта гипотеза сыграла огромную роль в развитии физики элементарных частиц и появлении представлений о частицах как сгустках энергии физических полей. Инертные свойства такой частицы зависят от ее внутренней энергии, которая создается физическими полями. Тогда из принципа эквивалентности следует, что, во-первых, все поля создают гравитационное поле и экранировка гравитационного поля невозможна. Во-вторых, все поля следует описывать на языке неевклидовой геометрии. Над задачей геометризации физических взаимодействий Эйнштейн очень много работал. Он не достиг цели, но предложенная им картина мира охватывает большое число фактов и до сих пор является образцом лаконичности для любой теории, претендующей на описание гармонии Вселенной.

В левой части уравнения ОТО стоят величины, характеризующие геометрические свойства пространства-времени (гравитации). Правая его часть со-

стоит из постоянной тяготения, умноженной на величины, определяющие плотность и потоки энергии. Эта правая часть как раз и содержит информацию об инерционных свойствах вещества.

В 1917 г. Эйнштейн попытался применить уравнения ОТО к описанию модели Вселенной. Он исходил из общепринятых представлений и искал решение для однородной, изотропной и неизменной Вселенной. Не найдя такого решения, он изменил исходные уравнения и добавил в его правой части член, соответствующий гипотетическим силам отталкивания материи ("лямбда-член"). Поле этих сил нельзя экранировать, как и гравитационное поле. В этом случае силы отталкивания противостоят тяготению и можно построить модель неизменяющейся Вселенной. Никаких физических оснований для введения сил отталкивания у Эйнштейна не было. Он следовал только своей вере в вечность и неизменность Вселенной.

В 1922 г. геофизик Александр Фридман нашел нестационарное решение уравнений ОТО для однородного и изотропного пространства, заполненного веществом, уравнение состояния которого подчиняется обычным газовым законам. Оказалось, что состояние между любыми точками пространства изменяется: **пространство должно либо сжиматься, либо расширяться.**

В 1929 г. астроном Эдвин Хаббл (США) обнаружил "разбегание" галак-

тик. Именно такое разбегание и предсказывала модель нашего соотечественника Фридмана.

Конечность или бесконечность мира Фридмана зависит от гравитационного взаимодействия и состояния движения вещества. Инерционное расширение пространства тормозится самогравитацией вещества. Если же инерционные свойства преобладают, то пространство бесконечно. Так что догадка Кеплера о том, что бесконечность пространства связана с инерционным движением, оказалась верной.

СОХРАНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА И КОМПАКТНОСТЬ ВСЕЛЕННОЙ

Эйнштейн умер в 1955 г. и не узнал ни об открытии свойств симметрии элементарных частиц, ни о модели кварков, предложенной в 1964 г. независимо друг от друга М. Гелл-Маном и Дж. Цвейгом. В настоящее время считается, что все множество процессов в природе подчиняется закономерностям всего четырех взаимодействий – гравитационного, электромагнитного, слабого и сильного.

Каждое взаимодействие имеет характерную для него симметрию. Далее речь пойдет в основном о трех последних из перечисленных видов взаимодействия. Наблюдаемым следствием симметрии, например, электромагнитного взаимодействия, является закон сохра-

нения электрического заряда. Симметрию электромагнитного взаимодействия называют **калибровочной инвариантностью**. Для универсального описания электрических зарядов и их электромагнитного поля вводят заряженное скалярное поле. Причем калибровочной инвариантности соответствует симметрия $U(1)$ заряженного скалярного поля. С геометрической точки зрения **фазовое пространство** такого поля есть окружность. Напомним, что для описания этих взаимодействий вводятся соответствующие физические поля. Эти поля рассматриваются как координаты абстрактного пространства. Значения полей называются состояниями, а все множество состояний называется фазовым пространством.

Интересно, что похожую вращательную симметрию имеют слабое и сильное взаимодействия. По-видимому, древние мыслители не зря считали сферическую симметрию самой важной в замысле Творца...

Мы уже знаем, что физические законы сохранения связаны со свойствами пространства и времени нашего мира. С какими свойствами Вселенной связан закон сохранения электрического заряда?

Первый вариант ответа на этот вопрос был предложен Т. Калуцей в 1921 г. Калуца попытался описать электромагнитное взаимодействие, предположив, что наш мир имеет не четыре, а пять измерений. При этом координатная линия

пятой координаты представляет собой окружность, плоскость которой перпендикулярна всем четырем осям пространства-времени. Электрический заряд Калуца интерпретировал как вектор, который направлен вдоль оси времени. Этот заряд сохраняется, если электромагнитным процессам соответствует равномерное вращение по окружности. При неравномерном движении по окружности электрический заряд не сохраняется, но если длина окружности меньше 10^{-18} м, то нарушение закона сохранения заряда нельзя обнаружить. С современной точки зрения теория Калуцы интересна не только как первая попытка обобщения ОТО путем введения пятой координаты. Самым важным физическим предположением Калуцы было то, что закон сохранения электрического заряда связан с ограниченностью Вселенной в направлении пятой координаты.

Оказывается, можно показать, оставаясь в рамках четырехмерного пространства времени ОТО, что существование закона сохранения электрического заряда и ограниченность пространства – это два взаимосвязанных свойства нашей Вселенной. Действительно, происхождение вращательной симметрии связано со взаимодействием полей. Это же взаимодействие определяет, с одной стороны, инерционные свойства вещества, а с другой стороны, согласно принципу эквивалентности, – тяготение веще-

ства. Поэтому симметрия $U(1)$ есть следствие самогравитации заряженного скалярного поля. А калибровочная инвариантность электромагнитного взаимодействия должна как-то проявляться в структуре пространства-времени.

Используя уравнение ОТО, можно построить однородную и изотропную модель Вселенной, через каждую точку пространства которой проходит фазовая окружность заряженного скалярного поля. В такой модели электромагнитное взаимодействие будет дальнедействующим, как и в нашей Вселенной. Электромагнитным процессам соответствует, с одной стороны, равномерное движение по ненаблюдаемой фазовой окружности, а с другой стороны – распространение электромагнитного поля в пространстве с постоянной скоростью, равной скорости света. Можно сказать, что сохранение электрического заряда и постоянство скорости света – это два взаимосвязанных свойства Вселенной.

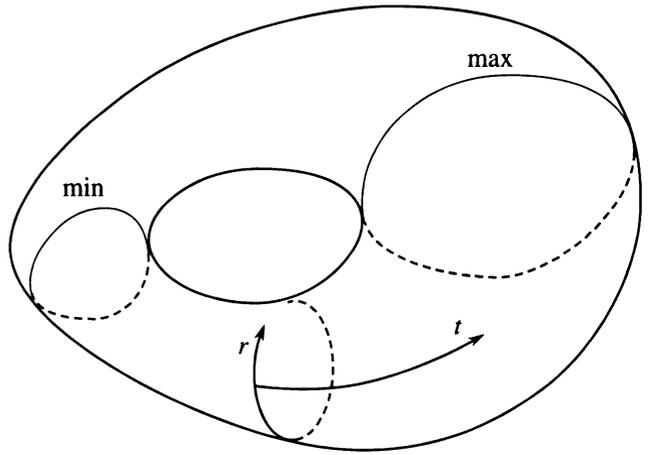
Объем пространства модели ограничен, но он периодически изменяется, потому что пространство пульсирует. Причем “схлопывание” пространства в точку, как в закрытой модели Фридмана, или его бесконечное расширение, как в открытой модели Фридмана, не происходит, т.к. в любой момент это пространство содержит фазовую окружность электромагнитного взаимодействия. Двумерная схема такой модели

Вселенной – это тор, параллели которого есть координатные линии времени (t), а меридианы – координатные линии трехмерного пространства (r). Во многих отношениях свойства пространственной части этого тора похожи на свойства пространства нашей Вселенной. Пространство тора однородно и изотропно. В окрестности любой своей точки геометрия этих пространств близка к геометрии Евклида. Наконец, в торе есть стадия расширения, которая похожа на расширение нашей Вселенной. Возможно, что космологическая модель в виде тора способна удовлетворительно представлять структуру нашей Вселенной. В этом случае объем пространства Вселенной не бесконечен, т.е. наша Вселенная компактна.

Подчеркнем, что компактность Вселенной связана с законом сохранения электрического заряда и равномерным распространением электромагнитного поля и световых сигналов. Заметна аналогия этой модели с Космосом Пифагора (ведь электромагнитное поле считали светонесущим эфиром вплоть до создания Эйнштейном специальной теории относительности, СТО).

Удивительные свойства описанной космологической модели связаны с тем, что, во-первых, в ней сопутствующий радиус пространства (l) зависит от массы протона (m_p), причем $l \propto \frac{1}{\sqrt{m_p}}$. Кривизна пространства пропорцио-

Геометрическая структура пространства-времени нашей Вселенной. Длина меридиана характеризует компактный объем трехмерного пространства Вселенной, параллель – время. Трехмерная Вселенная пульсирует со временем, ее размер периодически меняется от минимального до максимального.



нальна $\frac{1}{l^2}$. Поэтому ука-

занная связь l и m_p означает, что кривизна пространства модели определяется тремя физическими взаимодействиями, которые и создают массу протона. Образно говоря, Вселенная такая большая, а геометрия ее пространства близка к геометрии Евклида, потому что масса протона достаточно мала.

Во-вторых, в компактной Вселенной нет парадокса Шезо–Ольберса, т.к. объем пространства модели конечен и в нем находится конечное число звезд. Однако траектории лучей света оказываются замкнутыми, если выполняется указанная связь между размером пространства и массой протона. За период пульсации пространства свет obeжит Вселенную четыре раза. По два раза на стадиях расширения и сжатия пространства. Это означает, что фотоны, покинувшие звезду, могут вернуться к своему источнику. Возвратившееся излучение должно сильно изменить физическое состояние источника и способно даже породить новые астрономические объекты.

ФОКУСИРОВКА ИЗЛУЧЕНИЯ И ВОЗМОЖНАЯ ПРИРОДА КВАЗАРОВ

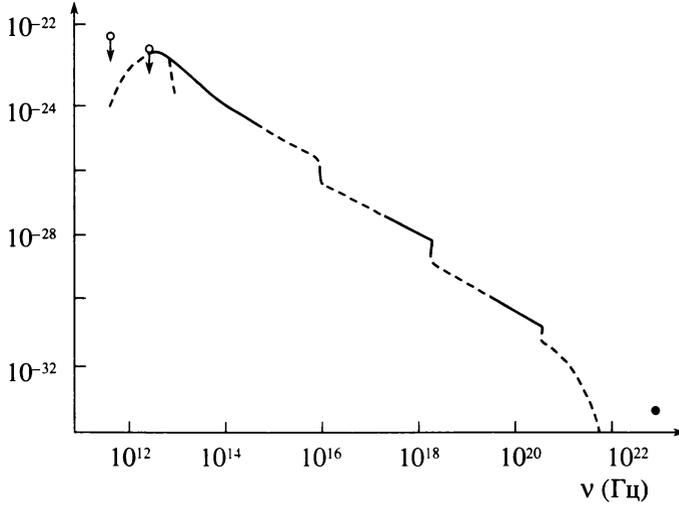
Компактная модель Вселенной позволяет по-новому подойти к объяснению природы таких необычных объектов, как квазары. Несмотря на то, что с момента их открытия прошло свыше тридцати лет, интерес к ним не ослабевает. Это прежде всего связано с необычностью их свойств. Квазары излучают больше энергии, чем гигантская галактика, содержащая сотни миллиардов звезд, хотя размеры квазаров, определенные из анализа их быстрой переменности, сравнимы с размерами Солнечной системы.

Наблюдения показали, что квазары расположены на больших расстояниях от нас. Самый близкий и наиболее изученный квазар 3C273 находится на расстоянии около 2 млрд. св. лет, а до самых далеких квазаров – свыше 12 млрд. св. лет. Туманное свечение, похожее на свечение звезд, обнаружен-

ное вокруг некоторых из них, указывает на то, что скорее всего квазары – это очень активные ядра галактик. Химический состав этих очень далеких от нас объектов сходен с составом Солнца и близких к нам звезд. С точки зрения стандартной модели горячей Вселенной, возраст которой примерно равен $13 \cdot 10^9$ лет, наиболее далекие квазары образовались на самых ранних этапах эволюции Вселенной из вещества, не содержавшего тяжелых элементов. Первичное вещество в горячей модели Вселенной – водород и гелий.

Еще большие трудности возникают при попытке объяснить строение и источник энергии квазаров. При светимости квазаров в тысячи миллиардов светимостей Солнца за время своей жизни, 10^8 лет (оно оценивается из анализа их переменности, активности и распределения в пространстве), они излучают около 10^{54} Дж энергии. Учитыв-

Плотность потока (эрг/см² с Гц)



Наблюдаемое (непрерывная линия) распределение энергии излучения квазара 3C273. Пунктирная линия – предсказываемое распределение излучения в рамках модели “комптоновского котла”.

вая связь между массой и энергией, эта величина соответствует потере массы около 10^7 масс Солнца. Гигантская величина! Ясно, что масса самого квазара должна быть существенно больше, она оценивается в 10^8 - 10^9 солнечных масс. Если квазар – скопление сотен миллионов и миллиардов звезд, то это скопление размером с Солнечную систему будет таким плотным, что расстояние между звездами должно быть меньше, чем радиус Солнца (?). Что же представляют собой эти необычные небесные объекты, обладающие большой светимостью и малыми размерами? Представить себе, что это скопление звезд, очень трудно.

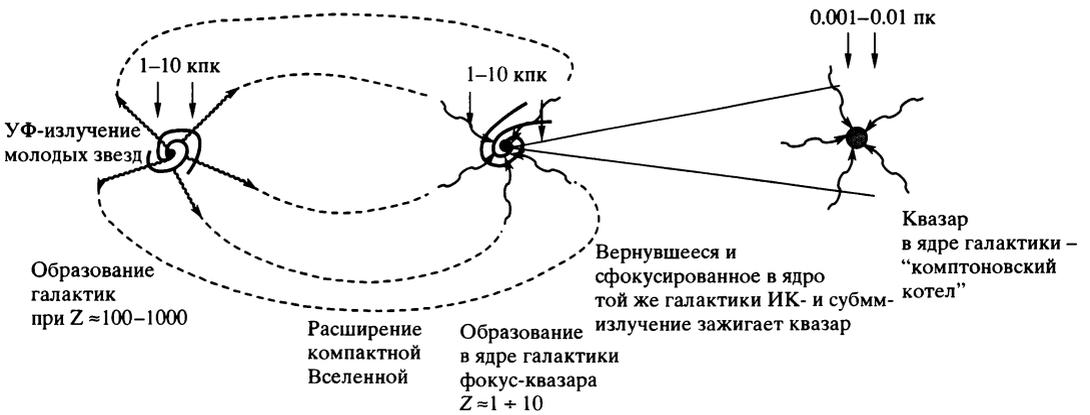
Если квазар – единое тело (гигантская **сверхмассивная звезда**), то здесь также встречаются огромные трудности. Как показал в 20-е гг. известный астрофизик А. Эд-

дингтон, мощное излучение, сосредоточенное в малом объеме звезды, создает такое сильное давление, что требуется концентрация огромной массы вещества, способного своим притяжением противостоять разрушительной силе давления излучения. Для ближайшего квазара 3C273 эта масса больше 10^8 солнечных масс. Такой концентрации массы в малом объеме можно достичь, если в центре квазара находится массивная черная дыра с радиусом свыше $3 \cdot 10^6$ км, сравнимым с радиусом Солнечной системы. В настоящее время модели квазаров строят на основе привлечения свойств таких экзотических объектов, как **черные дыры**.

Большие трудности возникают и при объяснении наблюдаемого непрерывного спектра квазаров. Его распределение по частотам от радио-, инфракрасного, оптического

го и до гамма-диапазонов нельзя объяснить совокупным излучением большого числа звезд. Оно сравнимо скорее с нетепловым излучением релятивистской плазмы, которое во многом похоже на излучение релятивистской плазмы в остатках взрывов сверхновых звезд.

Природу квазаров можно объяснить и без различных экзотических гипотез, если рассматривать их как результат эволюции компактной Вселенной. Благодаря пульсациям пространства на определенном этапе эволюции обязательно возникают и развиваются неоднородности вещества, из которых образуются звезды, галактики и их скопления. Первичное вещество этих галактик, как и в горячей модели Вселенной, состоит из водорода и гелия. В процессе звездообразования (он происходил свыше 8×10^9 лет назад), в течение 10^8 лет, возникло первое поколение звезд, внутри которых при термоядерных реакциях образовывались тяжелые элементы. Это обогащенное тяжелыми элементами вещество было потом выброшено из звезд в окружающее пространство, а затем стало строительным материалом для звезд второго поколения (как наше Солнце).



Образование квазаров в компактной Вселенной.

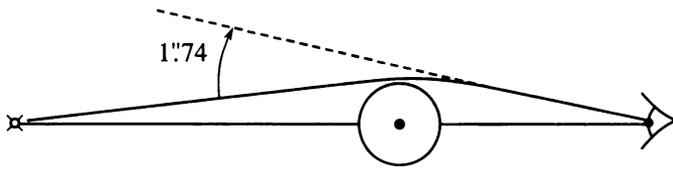
Во время первого этапа образования звезд ультрафиолетовая светимость наиболее мощных галактик, а точнее протогалактик, составляла 10^{41-42} Вт. Это излучение в дальнейшем вернулось в "исходную" галактику, когда она находилась на расстоянии около 3 млрд. св. лет, и сфокусировалось в ее ядре. Интересны те трансформации, которые испытало это излучение на пути возврата. Во-первых, вследствие расширения Вселенной кванты света испытывают красное смещение из-за эффекта Доплера и трансформируются из ультрафиолетовых в инфракрасные. Во-вторых, расширение Вселенной приводит также к ослаблению интенсивности света, т.к. по мере ее расширения каждому последующему испущенному фотону требуется большее время, чем предыдущему, чтобы вернуться в галактику.

Важной особенностью рассматриваемой гипотезы являются пульсации пространства, способные не только объяснить существование протонов и необходимость их плотности, но также генерацию крупномасштабных периодических неоднородностей в виде скоплений и сверхскоплений галактик. Подобные периодические неоднородности проявляются в наблюдаемом пространственном распределении галактик и квазаров. Наличие таких скоплений приводит к тому, что при возвращении излучения в исходную галактику оно испытывает гравитационное фиолетовое смещение. Совместно с эффектами покраснения света из-за расширения это приводит к тому, что вернувшиеся кванты света трансформируются в инфракрасное излучение, а его мощность составляет около 10^{40} Вт.

Но наиболее интересна и необычна фокусировка вернувшегося инфракрасного излучения в область с размерами, сравнимыми с размерами Солнечной

системы. Напомним, что типичный размер области, охваченной мощным процессом звездообразования в галактиках, - 3-30 тыс. св. лет, т.е. излучение фокусируется в область в миллионы раз меньшую, чем первоначальный размер области генерации излучения.

Возможность фокусировки (линзирования) излучения гравитационным полем небесных тел является одним из важных эффектов, предсказанных общей теорией относительности. Действительно, геометрия пространства в окрестностях массивного тела отличается от евклидовой, поэтому прямая линия - линия наименьшей длины, по которой движется световой луч, - отличается от прямой в евклидовом пространстве: луч искривляется. Наблюдателю вдали от массивного тела будет казаться, что свет от далекой звезды вблизи массивного тела распространяется по искривленной траектории, и наблюдаемое положение звезды бу-



Искривление луча света в окрестностях Солнца.

дет отличаться от истинного. Это предсказание ОТО впервые подтвердил А. Эддингтон точными измерениями положения звезд у края солнечного диска во время полного затмения Солнца 29 мая 1919 г. и положения этих звезд через полгода вдали от Солнца. Теория предсказывала отклонения в $1.74''$, наблюдения дали $1.61'' \pm 0.30''$. Таким образом, гравитационное поле массивных тел действует как преломляющая линза, и поэтому должны наблюдаться эффекты, связанные с линзированием излучения. В настоящее время наблюдения подтвердили существование сложной картины распределения изображений далеких объектов, свет которых на пути к нам проходил вблизи массивных галактик и других небесных тел.

Ситуация, с которой мы сталкиваемся при фокусировке возвращающегося излучения гравитационным полем скопления галактик, скорее похожа на фокусировку излучения в центр стеклянного шара, освещенного со всех сторон. Известно, что кривизна поверхности шара обратно пропорциональна квадрату его радиуса. С другой стороны, согласно ОТО, скалярная кривизна гравитационного поля сферически симметричного скопления галактик пропорциональна

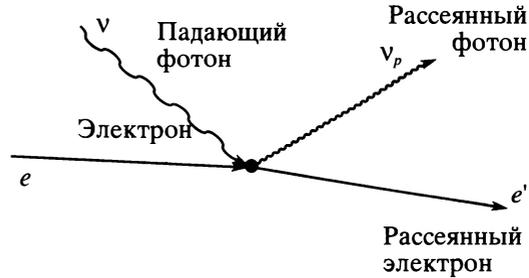
средней плотности скопления (ρ). Имеется в виду плотность, которая получится, если суммарную массу всех галактик скопления распределить по всему объему скопления. В богатых скоплениях эта средняя плотность зависит от расстояния от центра скопления (r). Оказывается, что $\rho \sim r^{-2}$. Таким образом, скалярная кривизна гравитационного поля богатого скопления влияет на распространение лучей света так же, как и кривизна сферически симметричной линзы. В этом случае фокусировка гравитационным полем настолько сильна, что все приходящее излучение фокусируется в область с размерами, сравнимыми с размерами Солнечной системы.

Сфокусированное в ядре мощное инфракрасное излучение приводит к эффективному и быстрому нагреву плазмы до релятивистских температур и ускорению частиц до скоростей, близких к скорости света за счет эффектов индуцированного комптоновского рассеяния. Это связано со специфической фотонной переносчиков электромагнитного взаимодействия. Как показали С. Бозе и А. Эйнштейн (в 1924 г.), фотоны при электромагнитном взаимодействии имеют тенденцию накапливаться в

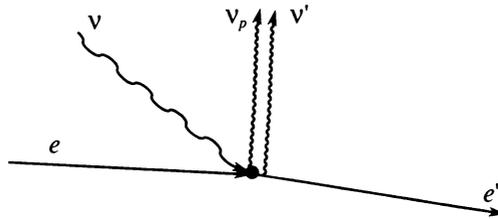
состояниях с меньшей частотой, причем этот процесс идет более эффективно при наличии высокой плотности низкочастотного излучения за счет индуцированного процесса взаимодействия. Он хорошо знаком нам по работе мазеров и лазеров, в которых пролетающий мимо возбужденного атома фотон индуцирует излучение атомом фотона с той же частотой и летящим в том же направлении, что и пролетающий. В квазарах ситуация похожа на ту, что имеется в мазерах. Фотон при взаимодействии (рассеянии) с электроном, в первую очередь, отдает ему часть своей энергии, уменьшая свою частоту. Это взаимодействие получило название эффекта Комптона — в честь ученого, открывшего его в 1922 г. Во-вторых, при высокой интенсивности излучения этот фотон индуцирует такое же рассеяние других фотонов. В результате происходит эффективная передача энергии от излучения к электронам.

Сфокусированное инфракрасное излучение за несколько часов нагреет плазму ядра галактики до температуры порядка 10^{12} К. Подобный же эффект приводит к быстрому нагреву и испарению частиц с поверхности звезд, находящихся в ядре галактики. Нагретая до столь высокой температуры плазма начинает эффективно передавать свою энергию падающему излу-

чению, переводя часть инфракрасных квантов в оптический, ультрафиолетовый, рентгеновский и гамма-диапазон. Это излучение покидает ядро. В ядре галактики формируется "комптоновский котел", в котором уравновешены два процесса: индуцированный нагрев плазмы инфракрасным излучением и охлаждение нагретой плазмы при ее взаимодействии с этим же излучением. Оба процесса основаны на рассеянии фотонов заряженными частицами. Спектр излучения "комптоновского котла" похож на излучение квазаров. Таким образом, под действием вернувшегося излучения в ядре галактики вспыхивает квазар. Мы назвали его "фокус-квазар". Он будет существовать около 10^8 лет – столько, сколько идет процесс звездообразования в галактике. Причем, для его существования не нужен внутренний источник энергии, она поступает извне. Поскольку квазар вспыхивает в ядре обычной галактики, химический состав соответствует современному химическому составу галактики. Поэтому не нужно придумывать массивные сверхплотные тела для удержания плазмы. Внешнее давление излучения и без них вполне обеспечивает равновесие из-за малых размеров области фокусировки. Высокая степень фокусировки и высокая мощность излучения создаются не во всех скоплениях. Поэтому только в са-



При спонтанном рассеянии образуется фотон с произвольной частотой ν_p , удовлетворяющий законам сохранения.



При индуцированном рассеянии пролетающий рядом фотон с частотой ν' стимулирует рассеяние с образованием фотона с частотой $\nu_p = \nu'$ и летящего в том же направлении, что и фотон с частотой ν' . Этот процесс эффективен при высокой плотности излучения.

мых массивных может "вспыхнуть" ядро. Это согласуется с наблюдаемым обилием квазаров (один квазар на несколько миллионов галактик), а их распределение коррелирует с распределением скопленных галактик.

Итак, наблюдаемый едва ощутимый эффект искривления световых лучей Солнцем в масштабах скопленных галактик оказывается настолько сильным, что в компактном пространстве может привести к образованию квазаров – самых мощных источников энергии в наблюдаемой Вселенной!

В компактной Вселенной взаимосвязанными оказались фундаменталь-

ные свойства – ограниченность объема пространства, закон сохранения электрического заряда, постоянство скорости света, масса протона и наличие квазаров. Времени (10^{10} лет) достаточно для образования и эволюции звезд, а также для появления и эволюции жизни во Вселенной. По нашему мнению, предлагаемая компактная модель Вселенной довольно естественно связывает существование Вселенной, ее основных космических объектов и человека. Получается, что и антропный принцип – следствие определяющей роли симметрии физических полей во Вселенной.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: МАРТ–АПРЕЛЬ 2002 г.

Таблица 1

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В МАРТЕ–АПРЕЛЕ 2002 г.

Дата	Время УТ	Событие
Март 1		Юпитер – стояние, переход к прямому движению
Март 5		Покрытие Луной звезды β Скорпиона (2.6 ^m)
Март 6	1 ^h 24 ^m	Луна в последней четверти
Март 8		Максимум долгопериодической переменной χ Лебеля (3.3 ^m)
Март 14	1 ^h 10 ^m	Луна в апогее (406707 км)
Март 14	2 ^h 02 ^m	Новолуние
Март 15	6 ^h	Луна на 4° южнее Венеры
Март 18	1 ^h	Луна на 4° южнее Марса
Март 20	19 ^h 16 ^m 00.5 ^s	Весеннее равноденствие
Март 20	8–10 ^h	Покрытие Сатурна Луной, видимое на Урале и в Сибири
Март 22	12 ^h	Луна на 1° севернее Юпитера
Март 22	2 ^h 28 ^m	Луна в первой четверти
Март 28	18 ^h 25 ^m	Полнолуние
Март 28	7 ^h 42 ^m	Луна в перигее (357010 км)
Апрель 4	15 ^h 29 ^m	Луна в последней четверти
Апрель 7	9 ^h	Меркурий в верхнем соединении
Апрель 10	5 ^h 30 ^m	Луна в апогее (406408 км)
Апрель 12	19 ^h 21 ^m	Новолуние
Апрель 14		Луна на 3° южнее Венеры
Апрель 15	23 ^h	Луна на 2° южнее Марса
Апрель 16	19–21 ^h	Покрытие Сатурна Луной, видимое в Европейской части России
Апрель 18	23 ^h	Луна на 2° севернее Юпитера
Апрель 20	12 ^h 48 ^m	Луна в первой четверти
Апрель 22	10 ^h	Максимум активности метеорного потока Лирид
Апрель 25	16 ^h 24 ^m	Луна в перигее (360085 км)
Апрель 27	3 ^h 00 ^m	Полнолуние

СОЛНЦЕ

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Восход	Заход	Восход	Заход
			$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 50^\circ)$		$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Март 1	22 ^h 46 ^m 57.29 ^s	-7°41'10.9"	6 ^h 44 ^m	17 ^h 42 ^m	6 ^h 52 ^m	17 ^h 34 ^m
11	23 24 05.98	-3 52 10.3	6 23	17 58	6 27	17 55
21	0 00 43.13	+0 04 40.6	6 01	18 14	6 00	18 15
31	0 37 07.19	+3 59 58.1	5 40	18 30	5 34	18 36
Апрель 10	1 13 39.87	+7 47 56.4	5 18	18 46	5 08	18 56
20	1 50 39.39	+11 22 53.0	4 58	19 01	4 43	19 17

Пример: вычислить время восхода Солнца в Воронеже ($\omega = 51^\circ 40'$, $\lambda = 2^\circ 36.8''$) 8 марта 2002 г. Начнем с интерполяции на дату. На широте 50° восход Солнца в этот день произойдет в $6^{\text{h}}44^{\text{m}} + 0.7 \times (6^{\text{h}}23^{\text{m}} - 6^{\text{h}}44^{\text{m}}) = 6^{\text{h}}29.3^{\text{m}}$. Аналогично найдем для широты 56° : время восхода – $6^{\text{h}}34.5^{\text{m}}$. Теперь интерполируем по широте: $6^{\text{h}}29.3^{\text{m}} + 0.28 \times (6^{\text{h}}34.5^{\text{m}} - 6^{\text{h}}29.3^{\text{m}}) \approx 6^{\text{h}}30.8^{\text{m}}$ UT. Приведем к поясному времени: $6^{\text{h}}30.8^{\text{m}} + 3^{\text{h}} - 2^{\text{h}}36.8^{\text{m}} = 6^{\text{h}}54^{\text{m}}$.

Информация о планетах, видимых в марте – апреле 2002 г.

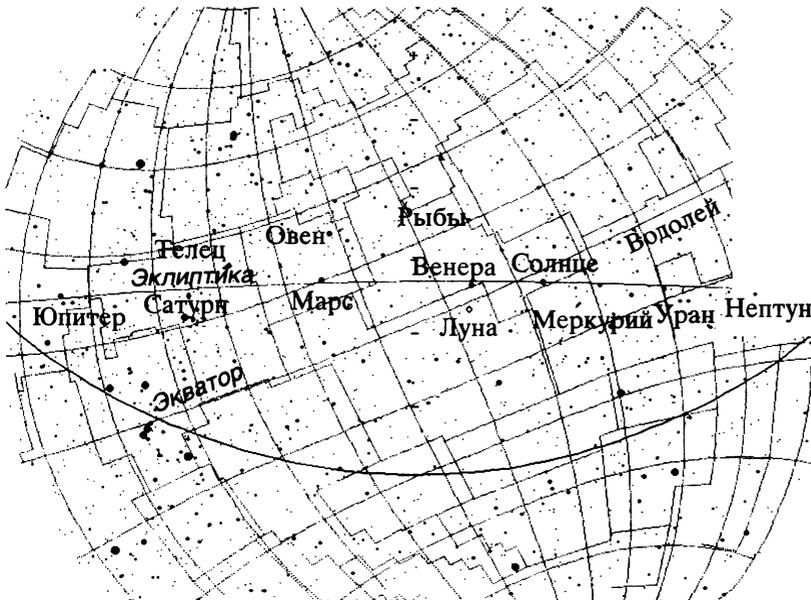
Меркурий – можно наблюдать по вечерам в конце апреля. Пройдет по созвездиям Козерога, Водолея, Рыб.

Венера – вечерняя видимость. Созвездия Рыб и Овна.

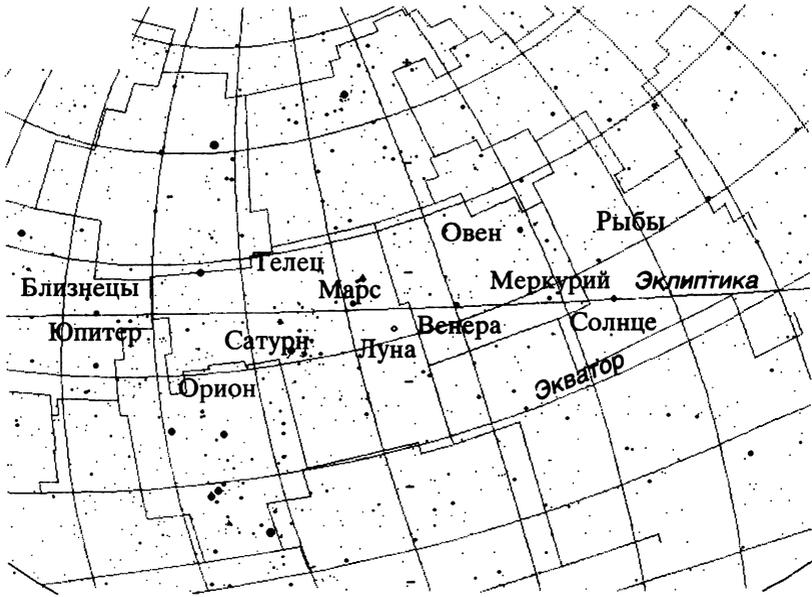
Марс – вечерняя видимость заканчивается в апреле. Созвездия Овна и Тельца.

Юпитер – вечерняя видимость. Созвездие Близнецов.

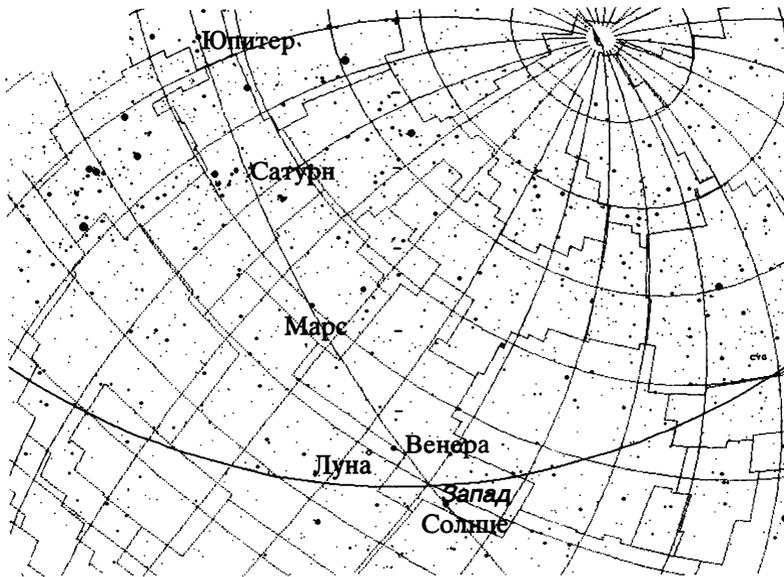
Сатурн – вечерняя видимость. Созвездие Тельца.



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Марс, Венера, Меркурий, Уран и Нептун на эклиптике 15 марта 2002 г.



Солнце, Луна и планеты Юпитер, Сатурн, Марс, Венера, Меркурий на эклиптике 15 апреля 2002 г.



Венера, Марс, Сатурн, Юпитер и Луна на небе при заходе Солнца 15 марта 2002 г. (широта Москвы).

Меркурий

Дата	Прямое восхождение	Склонение	Видимый диаметр	Блеск	Восход	Заход
					$(\lambda = 0^h \quad \varphi = 56^\circ)$	
Март 1	21 ^h 09 ^m 41.7 ^s	-17°24'02"	6.2"	0.0 ^m	6 ^h 21 ^m	14 ^h 51 ^m
11	22 05 30.2	-13 50 14	5.6	-0.2	6 12	15 34
21	23 06 32.3	-8 11 00	5.2	-0.5	5 58	16 33
31	0 12 33.0	-0 35 52	5.0	-1.2	5 39	17 46
Апрель 10	1 25 12.3	+8 25 11	5.1	-1.9	5 18	19 16
20	2 41 46.9	+17 04 28	5.7	-1.2	4 57	20 51

Венера

Март 1	23 ^h 29 ^m 49.0 ^s	-4°46'17"	10.0"	-3.9 ^m	7 ^h 19 ^m	18 ^h 34 ^m
11	0 15 18.3	+0 20 13	10.1	-3.9	6 55	19 10
21	1 00 38.2	+5 27 02	10.2	-3.9	6 30	19 47
31	1 46 29.1	+10 21 58	10.4	-3.9	6 06	20 24
Апрель 10	2 33 28.7	+14 52 43	10.7	-3.9	5 43	21 02
20	3 22 04.3	+18 46 55	11.0	-3.9	5 24	21 40

Марс

Март 1	1 ^h 49 ^m 34.7 ^s	+11°33'03"	4.8"	1.3 ^m	7 ^h 59 ^m	22 ^h 30 ^m
11	2 16 38.8	14 04 34	4.6	1.3	7 30	22 35
21	2 44 04.2	16 23 12	4.5	1.4	7 02	22 39
31	3 11 51.8	18 27 00	4.4	1.5	6 35	22 43
Апрель 10	3 40 02.0	20 14 21	4.2	1.5	6 09	22 44
20	4 08 33.3	21 43 52	4.1	1.6	5 46	22 47

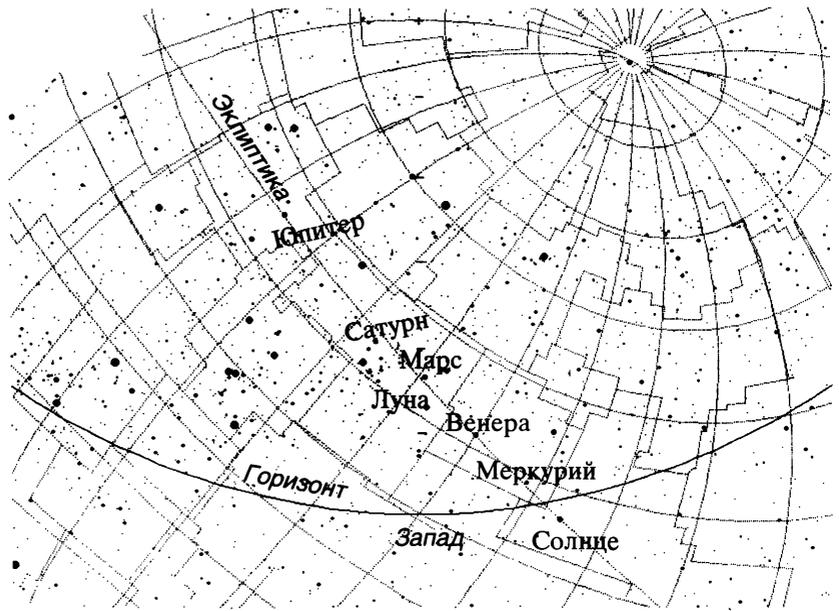
Юпитер

Март 1	6 ^h 24 ^m 31.7 ^s	+23°26'46"	42.0"	-2.4 ^m	11 ^h 02 ^m	4 ^h 31 ^m
11	6 25 09.3	23 27 23	40.7	-2.3	10 24	3 53*
21	6 27 10.4	23 27 02	39.4	-2.3	9 46	3 16*
31	6 30 29.3	23 25 36	58.2	-2.2	9 11	2 39
Апрель 10	6 34 58.3	23 22 54	37.0	-2.1	8 36	2 04*
20	6 40 29.8	22 18 41	36.0	-2.1	8 03	1 30*

Сатурн

Март 1	4 ^h 27 ^m 51.8 ^s	+20°09'57"	18.4"	0.1 ^m	9 ^h 35 ^m	2 ^h 07 ^m *
11	4 29 49.8	20 16 44	18.1	0.1	8 56	1 30*
21	4 32 29.5	20 24 45	17.8	0.1	8 19	0 55*
31	4 35 46.8	20 33 44	17.5	0.1	7 41	0 20*
Апрель 10	4 39 37.3	20 43 20	17.2	0.1	7 05	23 46
20	4 43 56.8	20 53 17	17.0	0.1	6 28	23 12

Примечание: В таблицах II, III прямое восхождение и склонение даются на 0^h UT, время восхода и захода светила указано в UT. Звездочкой * отмечены сведения, относящиеся к последующей дате.



Меркурий, Венера, Марс, Сатурн, Юпитер и Луна на небе при заходе Солнца 15 апреля 2002 г. (широта Москвы).

Таблица IV

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

Название потока	Созвездие	Радант		V, км/с	Часовое число	Даты видимости
		α	δ			
Виргиниды	Дева	13 ^h 00 ^m	-4°	30	10	1.02-30.05
Лириды	Лира	18 06	34	56	20	16-25.04
Геркулиды-I	Геркулес	18 12	17	61		9-23.04
η -Аквариды	Водолей	22 32	-1	66	60	19.04-28.05

В.А. ЮРЕВИЧ

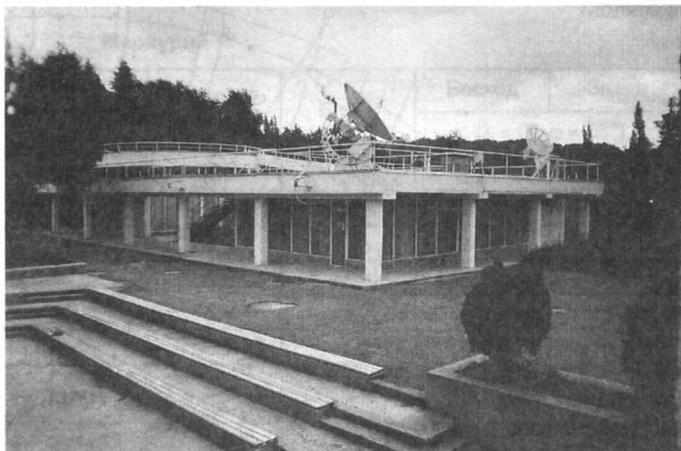
Как отметили День астрономии в “Орлёнке”

28 апреля 2001 года с волнением и нетерпением ждали сотрудники астрономической обсерватории ВДЦ “Орлёнок” и юные любители астрономии, которые приехали отдохнуть в этот лагерь.

А как же не волноваться? Ведь в этот день педагоги астрономической обсерватории решили впервые выехать с мобильными телескопами на открытые смотровые площадки детского лагеря “Стремительный”, чтобы показать Луну в телескоп всем желающим! Теперь многое зависело от погоды...

Утро 28 апреля было по-весеннему теплым и солнечным. На небе ни одного облачка. Но когда приблизился час наблюдений, всем пришлось поволноваться. Небо неожиданно затянуло облаками. Луна еле просвечивала сквозь них. Неужели праздник не получится? К великой радости детей и педагогов, все обошлось. После захода Солнца облака, словно по мановению волшебной палочки, исчезли. Праздник состоялся! Более 400 мальчишек и девчонок в этот вечер смогли полюбоваться Луной. Активными наблюдателями стали не только ребята, но и их наставники – вожатые, гости Центра. Как бы прощаясь с нами до осени, продемонстрировал свои облака и спутники Юпитер, а в юго-западной части неба, уже невысоко над морем, весело подмигивал Сириус!

Да, не скоро теперь по вечерам они будут украшать звездное небо “Орлёнка”!



Астрономическая обсерватория ВДЦ “Орлёнок”.

С самого утра 28 апреля в обсерватории работала выставка фантастической живописи. Экспозиция включила произведения профессиональных художников научно-фантастического и космического жанров: Г. Тищенко, В. Хакимова, А. Климова, Д. Рахманинова, А. Андреева, С. Гавриша, В. Бурмистрова, Г. Покровского, В. Иващенко, Г. Голобова, А. Простева, А. Ульянова, В. Смолича, Ю. Глущенко. Все картины – с передвижной выставки “Время. Пространство.

Человек” журнала “Техника молодежи”, который в 1989 г. перешел им в дар ВДЦ “Орлёнок”.

Ребята, принявшие участие во встречах “Звучащие краски”, познакомились с творчеством знаменитых мастеров живописи, прослушали музыкальные космические произведения, а затем попытались передать состояние своей души на листе бумаги с помощью красок и кисти. Вот фамилии юных художников, чьи рисунки были отмечены авторитетным жюри и заня-



Во время беседы в астрономической обсерватории.

ли почетное место в выставочном зале: Толкачева Светлана (г. Новосибирск), Орешкина Анастасия (г. Рязань), Туманова Алена (г. Рязань), Коробейникова Татьяна (г. Рязань), Немцова Анна (г. Новосибирск), Ченга Анна (Ростовская область), Ларина Наталья (г. Тверь), Школьникова Анна (г. Чита).

Дети сотрудников, учащиеся школы ВДЦ “Орлёнок”, сражались за победу в астрономическом КВНе, его девиз – “Дружим со звездами”. Ребята детского лагеря “Стремительный” – участники интеллекту-

альной игры по астрономии “Звезды зовут” – отвечали на различные вопросы по темам: “Планеты Солнечной системы”, “Люди – звезды”, “Космонавтика”, “Созвездия”, “Космический адрес “Орлёнка”.

Финалисты игры: Смирнов Дмитрий (г. Тверь), Майсигов Магомед (Ингушетия), Орешкина Анастасия (г. Рязань), Никитина Марина (Татарстан), Сентеева Олеся (г. Свердловск), Кашках Андрей (г. Ростов), Калугин Максим (г. Самара), Жучков Сергей (Челябинская область), Огулова Наталья (Кал-

мыкия), Бобылева Алевтина (г. Тула), Желябин Евгений, Павленко Артем и Зиза Алексей (г. Ставрополь) – решали астрономический кроссворд, проверяли знание карты звездного неба, принимали участие в различных конкурсах. Лучшим оказался экипаж № 2 во главе с капитаном Смирновым Дмитрием.

*А.А. ЛАРИНА,
педагог дополнительного
образования, сотрудник
астрономической обсерватории
“Орлёнка”*

Информация

Суперкомета

В 2000 г. астрономы во главе с Х. Левинсоном из Юго-Западного исследовательского института в Боулдере (штат Колорадо) открыли крупнейшую комету, диаметр ядра которой достигает, вероятно, 400 км. После проверки их данных, “новому” небесному телу было присвоено наименование 2000 CR₁₀₅. Оно принадлежит к многочисленному семейству транснептуновых объектов – в основном ледяных “остатков”, сохранившихся после формирования Солнечной системы и ныне сотнями населяющих пояс Койпера (плоская дискообразная область пространства, лежащая за далеким Нептуном). Некоторые специалисты относят даже Плутона к представителям этой популяции.

Часть “транснептуновцев” перемещается по весьма длинным и сильно вытянутым орбитам. До последнего времени астрономы полагали, что эти

тела когда-то были выброшены на такие орбиты и рассеяны там под действием тяготения Нептуна. Из этого предположения следует, что перигелии орбит таких объектов должны находиться на расстоянии примерно 4.5 млрд. км от Солнца. Какой же оказалась орбита 2000 CR₁₀₅?

Обработав данные наблюдений, астроном Б. Гладман из Обсерватории Лазурного берега в Ницце (Франция) с коллегами получили период обращения кометы 3175 земных лет, а расстояние от Солнца в перигелии – 6.6 млрд. км, т.е. больше, чем расстояние до Нептуна.

Орбита 2000 CR₁₀₅ невероятно вытянута – наиболее удаленная от Солнца ее точка расположена от него в 58.2 млрд. км, т.е. в 13 раз дальше, чем у Нептуна.

Согласно одной из гипотез, необычная орбита этой кометы возникла в прошлом постепенно, в результате слабого, но периодически повторяющегося притяжения Нептуна. Построив математическую модель, специалисты пришли к выводу, что этот сценарий маловероятен. Другое предположение сводится к тому, что суперкомету “перетащил” на ее

нынешнюю траекторию некий неизвестный и очень далекий массивный объект. Впрочем, не исключается, что это мог быть все тот же Нептун: согласно некоторым предположениям, он когда-то обладал еще более вытянутой орбитой, чем ныне.

По мнению Б. Гладмана и его сотрудников, во внешних областях Солнечной системы может быть невидимая нами планета размером примерно с Марс. Если она находится, например, в 15 млрд. км от Солнца, то она способна бросить такое тело, как 2000 CR₁₀₅, на его наблюдаемую теперь орбиту. Состоять эта планета, в отличие от каменистого Марса, должна в основном из льда. А огромные расстояния, отделяющие ее от давно известных членов солнечной семьи, не позволяют ей заметно искажать их движения, по которым мы могли бы раньше ее открыть.

Хотя Х. Левинсон, первооткрыватель суперкометы, и не разделяет подобное мнение, но и он допускает, что нельзя полностью исключить существование далеко за Плутоном “нового Марса”.

Science, 2001, 292, 33

И платформы подвержены землетрясениям

С 1 февраля по 15 августа 2001 г. отдел срочного оповещения о сильных и ощутимых землетрясениях Геофизической службы РАН обработал информацию о более чем 980 землетрясениях в разных регионах земного шара. Наиболее интересно сообщение о землетрясении небольшой силы (магнитуда $M = 4.8$), произошедшем 22 мая на юго-западе России, в зоне сочленения двух платформ: древней докембрийской (Восточно-Европейской) и более молодой эпигерцинской (Предкавказской). Его эпицентр – в 60 км восточнее г. Сальска Ростовской области. Подземные толчки ощущались в ряде городов области, а также в Краснодарском и Ставропольском краях: в г. Сальске силой 4–5 баллов, в Кропоткине, Армавире, Новокубанске – 4 балла, в Ставрополе, Невинномысске – 3–4 балла, в Пятигорске – 2 балла. Жертв нет.

Это землетрясение возникло в зоне Новочеркасского глубинного разлома,

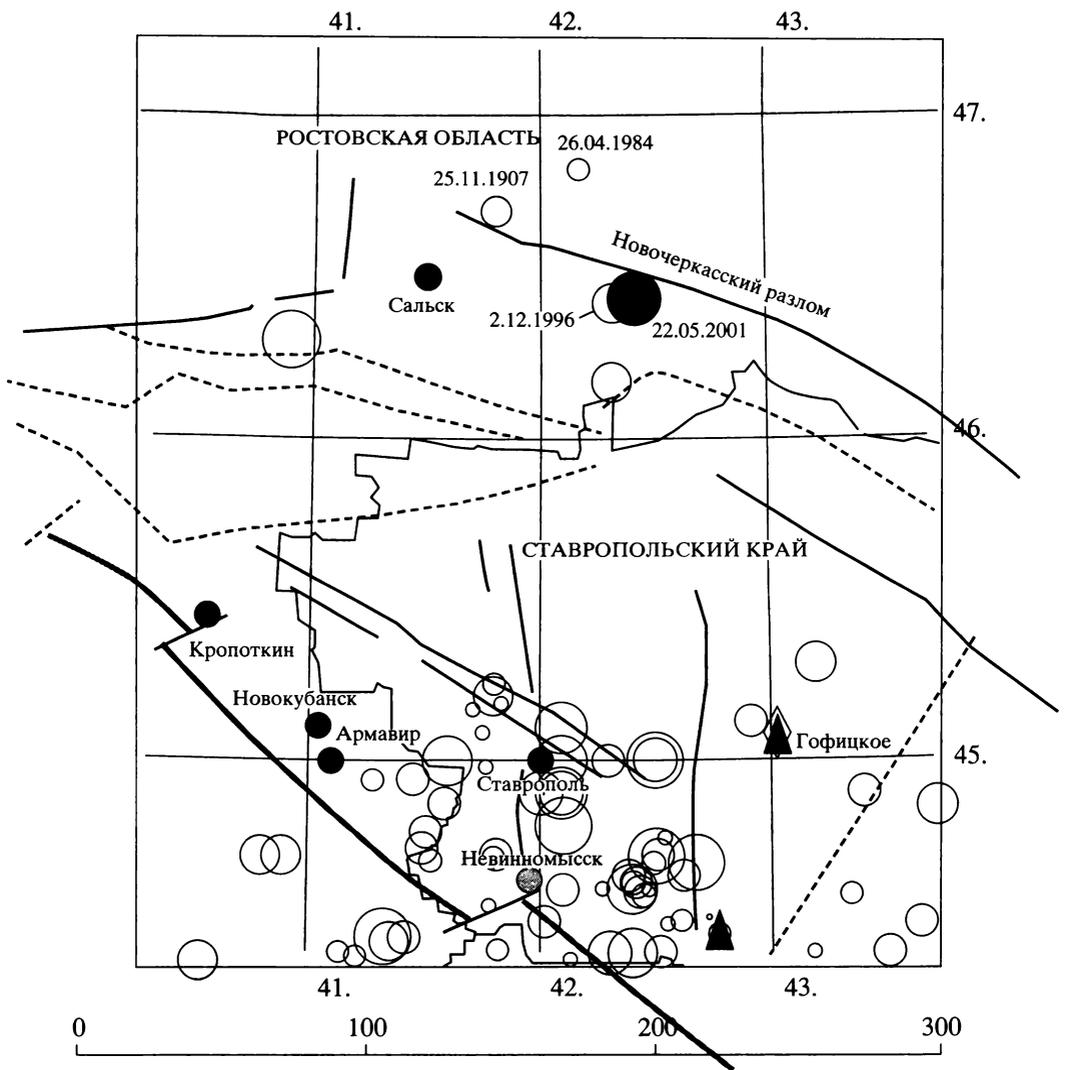
где редко проявляется сейсмотектоническая активность. Так, имеются сведения о землетрясении 25 ноября 1907 г. с магнитудой $M = 3.2$ в северо-западной оконечности разлома (толчки ощущались в станице Пролетарская (Великокняжеская) силой 5 баллов: в домах сдвигалась мебель, жители в страхе выбегали на улицу. В “инструментальный” период, когда мониторинг сейсмичности Северного Кавказа стала осуществлять сеть сейсмических станций, оснащенных высокочувствительной аппаратурой, в зоне разлома зафиксированы более слабые проявления сейсмичности в 1984 г. и 1996 г. с магнитудами 2.7 и 3.3 соответственно, не вызвавшие макросейсмических эффектов.

Как и в прежние годы, на земном шаре наиболее активным был Тихоокеанский сейсмический пояс. Здесь отмечено свыше 670 землетрясений, среди которых шесть (из 14 наиболее сильных по всему зем-

ному шару) имели магнитуду более 6.5.

В пределах России этот пояс представлен Дальневосточным регионом (Курило-Камчатская дуга, о. Сахалин). На южных Курилах (в 120 км юго-восточнее острова Итуруп) 25 мая произошло землетрясение силой 3 балла с магнитудой $M = 7.0$. Многие жители поселков Курильск и Южно-Курильск в страхе покидали помещения, т.к. у всех еще были на памяти разрушительные землетрясения октября 1994 г. на Курильских островах и мая 1995 г. в Нефтегорске. Однако на этот раз не произошло значительных разрушений, люди не погибли.

По-прежнему на Сахалине фиксируются подземные толчки силой до 3–4 баллов, эпицентры которых находятся в очаговой области сильного Углегорского землетрясения ($M = 7.1$, 4 августа 2000 г.). Кроме того, в августе активизировалась сейсмичность на юге Сахалина в районе г. Долинска (эпицентр подземных толчков – в 36 км се-



Условные обозначения

- ○ ○ ○ ○ Магнитуда землетрясений
- ● ● Ощутимость землетрясений в баллах
- ▲ Сейсмические станции
- — — — — Глубинные разломы в земной коре

Расположение очагов землетрясений в сейсмически спокойной (платформенной) области Северного Кавказа. Землетрясения "привязаны" к глубинным разломам земной коры.

вернее Южно-Сахалинска). Здесь за период со 2 по 11 августа отмечено шесть толчков (магнитуда не более 4.5). Их сила – до 5 баллов в г. Долинске, поселках Сосновка, Быков, Синегорск; до 3 баллов – в Холмске и до 2–3 баллов – в Южно-Сахалинске.

В Камчатском регионе 2 августа произошло землетрясение с магнитудой $M = 6.5$. Его эпицентр находился в Камчатском проливе на глубине около 30 км, и подземные толчки ощущались в поселках Ключи и Усть-Камчатск (сила от 3.5 до 5 баллов). Сведений о жертвах и разрушениях не поступало.

Тихоокеанский сейсмический пояс включает также Алеутские острова, Аляску, Японию, Тайвань, Индонезию, Филиппины, Марианские острова, острова Тонга, Кермадек, Новые Гебриды и др. В Индонезии, составляющей одно из звеньев Тихоокеанского огненного кольца, зарегистрировано несколько сильных землетрясений. Наиболее мощное ($M = 6.9$) произошло 13 февраля на южной оконечности острова Суматра (провинция Бенгкулу), где в прошлом году землетрясения с $M = 7.6$ и $M = 7.7$ привели к человеческим жертвам и вызвали большие разрушения. Через несколько дней (24 февраля) – новая “подземная буря” с эпицентром в Молуккском море между островами Сулавеси и Молуккским архипелагом. Спустя месяц (24 марта) в юго-восточной части Японии произошло землетря-

сение с $M = 6.7$, сопровождавшееся многочисленными афтершоками. Подземные толчки ощущались в префектурах Хиросима, Эхиме и Ямагути. Погибло два человека, число раненых достигло 183 человек, разрушено более семи тысяч построек. Возникли пожары, на дорогах образовались провалы и трещины. Однако работа двух крупных АЭС в районе, охваченном стихийным бедствием, не прерывалась.

Повышенная сейсмическая активность характерна в этом году на Американском континенте. Основной удар землетрясения с $M = 6.4$, произошедшего на северо-западном побережье США в районе Сиэтла 28 февраля, пришелся на штат Вашингтон, но ощущалось оно также в штате Орегон и в юго-западных районах Канады, в том числе в Ванкувере. Ни одно из зданий Сиэтла не рухнуло, сравнительно небольшие повреждения получили главным образом высотные дома, расположенные в деловой части Сиэтла и Олимпии. Серьезный урон нанесен испытательному полигону аэрокосмической корпорации “Боинг”, расположенной в штате Вашингтон. Пострадала и штаб-квартира компании “Майкрософт” в Сиэтле. Около 300 пострадавших были доставлены в больницы в тяжелом состоянии. Несмотря на достаточную большую магнитуду землетрясения, имеется информация лишь об одном случае со смертельным исходом (от сердечного приступа, вызванного

всеобщей паникой, умерла в Сиэтле 66-летняя женщина). Следует отметить, что юго-западное побережье Северной Америки относится к районам высокой тектонической и сейсмической активности, ежегодно сейсмологи отмечают в этом регионе свыше тысячи подземных толчков. Произошедшее землетрясение сравнимо по мощности с землетрясением 1994 г. вблизи Лос-Анджелеса (США), когда погибло 72 человека, а общий ущерб превысил 40 млрд. долларов. Многочисленная серия землетрясений зарегистрирована на границе Перу и Чили в конце июня – начале июля, из них три имели магнитуду более 7.0 (наисильнейшее – $M = 8.2$). Подземные толчки стали причиной гибели 115 человек и привели к значительным разрушениям. В ряде городов прекращено электро- и водоснабжение, прервана телефонная связь. Землетрясения затронули также Боливию, вызвав панику среди населения.

Остальные сейсмические регионы земного шара были относительно спокойны. Разрушительные землетрясения здесь не зафиксированы, хотя ощутимые колебания с небольшими магнитудами отмечены в Центральной Азии и Средиземноморском Альпийском поясе. 16 июля слабые подземные толчки ощущались в столице Пакистана Исламабаде и нескольких городах на севере страны. На востоке Турции в провинции Эрзурум 10 июля зем-

летрясение с $M = 4.4$ сопровождалось повторными толчками. В результате пострадали 45 человек, незначительно разрушены жилые строения. На севере Италии 17 июля погибли два человека, есть раненые. Эпицентр стихии ($M = 4.2$) находился в горах близ австрийской границы в районе курортного города Мерано. Отголоски земле-

трясения ощущались за несколько сот километров – от Венеции до Швейцарии.

Информация обо всех 980 землетрясениях представлена на информационном сервере Геофизической службы РАН и передана в МЧС России и другие заинтересованные организации. Данные международных сейсмологических центров, работаю-

щих в срочном режиме, оперативно приводятся на информационном сервере Швейцарии.

О.Е. СТАРОВОЙТ,

кандидат

физико-математических наук

Л.С. ЧЕПКУНАС,

кандидат

физико-математических наук

И.П. ГАБСАТАРОВА

Геофизическая служба РАН

(г. Обнинск)

Информация

Загрязнение атмосферы влияет на осадки

Поступающие в воздух в результате человеческой деятельности разного рода частицы могут вызвать сдвиг к югу областей выпадения тропических осадков. Эту гипотезу проверял метеоролог Леон Ротстайн из Отдела атмосферных исследований Австралийского управления науки и техники в г. Дарвине (Северная территория).

Полученные им данные говорят о том, что антропогенные аэрозольные частицы в Австралии и Азии вызывают некоторый рост муссонных осадков в северной (тропической) Австралии и уменьшение

их объема над большей частью Индостана. Не исключено, что одновременно сокращается количество осадков в Китае и Юго-Восточной Азии.

Основная часть антропогенных аэрозолей – это продукты сжигания ископаемых топлив и биомассы. Образующиеся частицы становятся ядрами конденсации влаги, образующей облачность. В сильно загрязненной атмосфере промышленного Северного полушария изобилие крупных капель придает облакам большую отражательную способность. В результате количество солнечной энергии, уходящей обратно в космическое пространство, возрастает, и температура подстилающей поверхности снижается. Такое относительное похолодание значительно изменяет характер осадков.

Как считает Л. Ротстайн, аэрозольность в состоянии

влиять даже на явление Эль-Ниньо (резкое потепление вод центральной части Тихого океана и атмосферы над ним), а тем самым и на погодные условия Австралийского континента. По мере того как в развивающихся странах растут промышленность и транспорт, возникают условия для дальнейших изменений в распределении осадков.

Локальный эффект похолодания вступает в “противостояние” с глобальным потеплением, связанным с “парниковыми” газами. Эта проблема сейчас числится среди основных объектов изучения австралийскими специалистами, пользующимися также поддержкой со стороны американских ученых из Университета штата Мичиган в Анн-Арборе (США).

Ausgeo, 2001, 10, 4
(Австралия)

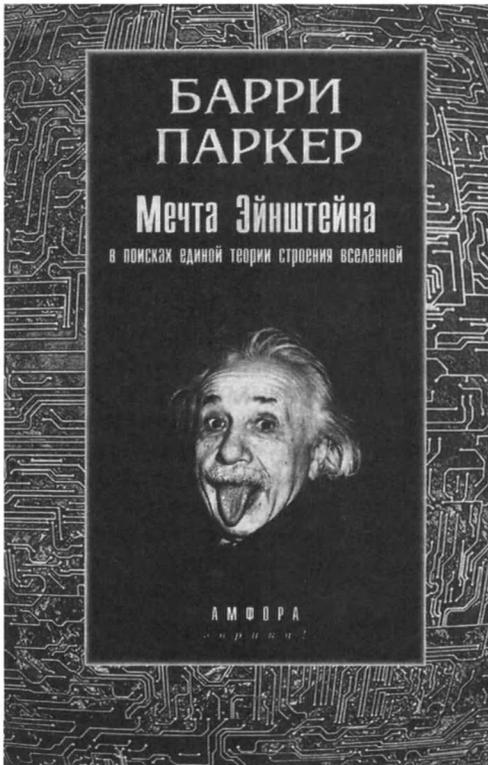
Неосуществленная мечта Эйнштейна

“Грандиозной цели – создания теории, объединяющей все физические явления и преодолевающей разрыв между общей теорией относительности и квантовой теорией, дающей простое и единое толкование всех полей и их взаимодействий с элементарными частицами, – Эйнштейн так и не достиг. Последние 30 лет своей жизни он отдал поискам такой теории; другие крупные ученые – Гейзенберг, Эддингтон и Паули – также посвятили остаток дней достижению этой, по-видимому, недостижимой цели”.

Барри Паркер

О ЧЕМ КНИГА?

Приведенный выше эпиграф в значительной степени отвечает на этот вопрос. Но прежде, чем дать более развернутый ответ, хочется отметить, что очень приятно писать об интересной и полезной книге. Именно такова книга Барри Паркера “Мечта Эйнштейна. В поисках единой теории строения Вселенной” (Перевод с английского В. и О. Мацарских. Под редакцией Я.А. Смородинского. Санкт-Петербург, “Амфора”, 2001). Со времени выхода в свет оригинального издания книги прошло более 15 лет. Поэтому, естественно, русскоязычная версия содержит научную информацию, относящуюся к середине 80-х гг. минувшего века. Но, несмотря на отсутствие в книге новейших данных, полученных наблюдателями и теоретиками в последние годы, издательство “Амфора” сделало правильный выбор, выпустив в России книгу Б. Паркера. Дело в том, что ее автор рассматривает не сиюминутные вопросы физики, астрофизики и космологии, а фундаментальные проблемы



этих областей науки. Эйнштейну не довелось дожить до открытия квазаров, пульсаров и, тем более, черных дыр. В середине 50-х гг. еще не наступило время серьезных разработок проблем сингулярности, Большого взрыва и самых ранних стадий существования нашей системы. Все это, а также учение о кварках, сильных взаимодействиях, теории супергравитации и суперструн и другие теории появились позже и, как представляется, позволяют приблизиться к созданию единой теории. О том, как возникла идея создать такую теорию и как близко подошли ученые к ней в середине 80-х гг., читатели получили возможность узнать из книги Б. Паркера.

ЛОГИКА ИЗЛОЖЕНИЯ

Интересно проследить, как реализуются замысел книги, в какой последовательности и что именно рассказывается читателю.

В книге 10 глав. Им предшествует краткое авторское предисловие, а за ними следуют “Эпилог” и список рекомендуемой литературы. К сожалению, читатель почему-то лишен предисловия (или послесловия) редактора перевода, в котором можно было дать необходимые разъяснения и уточнения и очень кратко информировать читателя о самых последних явлениях в описываемой “драме идей”.

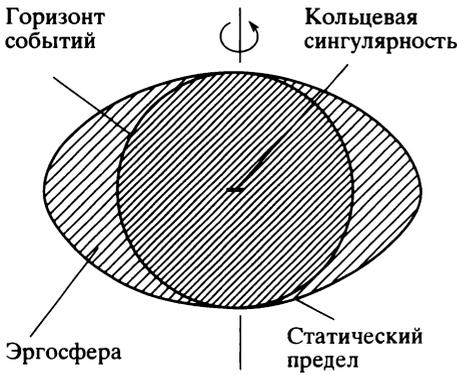
Первая глава (“**Цель**”) открывается небольшим обзором двух миров (мегамира и микромира, от скоплений галактик – до “неделимых” лептонов и кварков) и фундаментальных взаимодействий (электромагнитное, сильное, гравитационное и слабое ядерное). Описание “поиска сути” ведется от экспериментов Галилея и основополагающих трудов Ньютона, работ Планка, де Бройля и Бора к идеям, теориям, сомнениям и мечте Эйнштейна. Мечтая о единой теории, Эйнштейн сначала “собирался... объединить гравитационное и электромагнитное поле” (с. 28). Но это ему не удалось.



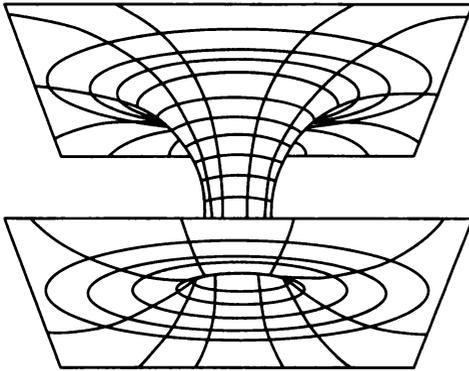
Вторая глава (“**Искривление пространства-времени**”) погружает читателя “в глубины общей теории относительности” (с. 31), знакомя его с представлениями о пространстве и времени, работой Эйнштейна над специальной и общей теорией относительности. Первое астрономическое подтверждение ОТО было, как известно, получено англичанами в 1919 г., хотя еще в 1914 г. в Россию направилась немецкая экспедиция, но ей помешала начавшаяся первая мировая война (с. 55). Это и последующие подтверждения ОТО прославили Эйнштейна, хотя разобраться в его теории могли немногие. Однажды молодая американка спросила Эйнштейна: “А кто вы по профессии?” – “Я занимаюсь физикой”, – ответил убежденный сединами ученый. “Вы хотите сказать, что до сих пор изучаете физику? – поразила его собеседница. – Я с ней разделалась еще год назад” (с. 60).

Третья глава (“**Ранние единые теории поля**”) – экскурс во времена создания теории электромагнетизма (от Эрстеда до Максвелла) и описание первых попыток объединения гравитационного и электромагнитного полей (Вейль, Эйнштейн, Клейн). Эйнштейн начал работать над единой теорией поля еще в 1925 г. и занимался этим до конца дней, причем ему не нравилась квантовая механика с ее статистическим подходом к проблемам микромира (с. 85).

Четвертая глава (“**Гибель звезды**”) вновь переносит читателя в область ас-



Вращающаяся черная дыра Керра (Техасский университет, 1963 г.). Приближающийся к такому объекту наблюдатель начнет вращаться вокруг черной дыры, причем, по мере сокращения расстояния между дырой и наблюдателем, скорость вращения может стать релятивистской (вблизи "статического предела"). Как и в невращающейся ("шварцшильдовской") черной дыре, здесь тоже есть сферический "горизонт событий", с которым "статический предел" соприкасается только у полюсов. Обратите внимание на сингулярность (в форме кольца) и на эргосферу. В принципе, из такой дыры можно извлекать энергию (это показал английский теоретик Роджер Пенроуз в 1971 г. Важно, что для прохождения сквозь "кротовую нору", связанную с керровской черной дырой, может оказаться достаточной скорость, меньшая световой.



"Кротовая нора" в пространстве-времени – мостик Эйнштейна – Розена.

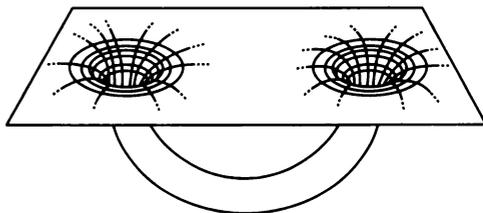
трофизических проблем (внутреннее строение звезд, их жизненный цикл, белые карлики, взрывы сверхновых и образование тяжелых элементов, ней-

тронные звезды, пульсары). Подчеркивается, что для изучения обычных звезд достаточно ньютоновой теории. Разобраться в природе белых карликов удалось благодаря применению квантовой теории и специальной теории относительности. Но, начиная с нейтронных звезд, ощущается необходимость в общей теории относительности. А черные дыры, которым посвящена пятая глава ("**Абсолютная бездна: черная дыра**"), являются первым связующим звеном между квантовой теорией и общей теорией относительности (с. 117). Более того, общая теория относительности предсказывает существование черных дыр (Шварцшильд), хотя о возможности существования столь необычных объектов догадывались лет двести назад (Митчелл, Лаплас). Однако не только это, но и открытие "постоянно коллапсирующей звезды" (Оппенгеймер, с. 127) не очень заинтересовали астрофизиков середины прошлого века. Ситуация изменилась в 60-е гг. после открытия квазаров и пульсаров (с. 128). Коллапсом звезды, ее превращением в черную дыру, физической черных дыр, поиском кандидатов в черные дыры занялись многие астрономы и физики в разных странах. Б. Паркер не только достаточно подробно описывает картину коллапса, но и старается показать внутреннее устройство черной дыры (с. 132). Читатель знакомится с невращающимися и вращающимися черными дырами, с идеями, лежащими в основе поиска черных дыр, с возможностью "прохождения материи сквозь пространственно-временные туннели" (с. 145). И оказывается, что многое из всего этого имеет отношение к созданию всеобъемлющей теории поля. Ведь, например, в веществе, продолжающем коллапсировать после прохождения горизонта событий, должны проявляться квантовые эффекты. Отсутствие квантового варианта ОТО становится очень ощутимым: приходится лишь догадываться, как меняется топология пространства, которое причудливо перекручивается, разрывается на части, порождая множество "кротовых нор" в этой смеси пространства и времени (с. 153). Одним из заключительных параграфов

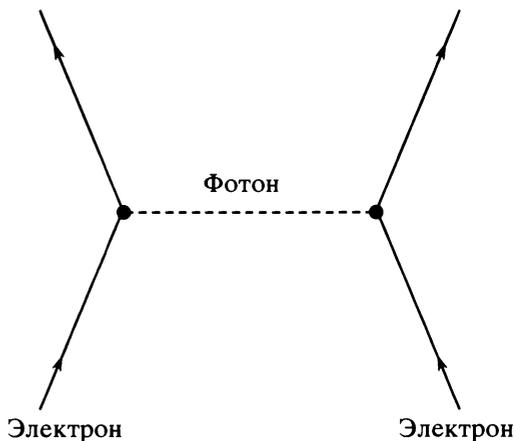
пятой главы посвящен открытию испарения различных черных дыр (Хокинг). Однако черные дыры “нужны” не только для создания единой теории, поскольку центром Большого взрыва могла быть “сингулярность того же типа, что и в черной дыре” (с. 161). Поэтому далее (шестая глава – “**Ранняя Вселенная**”) Б. Паркер переходит к процессам, происходившим сразу после Большого взрыва и, возможно, имеющим неожиданное сходство с явлениями при испарении черных дыр (с. 161). Но если ранняя Вселенная представляла из себя сингулярность, то для нее, как и для черных дыр, уже не годится общая теория относительности. Примерно половина шестой главы посвящена теории горячей Вселенной (в первой части этой главы подробно рассказывается о том, как было открыто расширение Вселенной).

Глава седьмая называется “**Космологический парадокс**”. Обсуждая известные трудности теории Большого взрыва, автор книги рассказывает о теории раздувания, проблемах с определением возраста Вселенной, альтернативных космологиях (Голд, Бонди и Фрейд; Иордан; Клейн и Альвен) и проблеме множества вселенных.

О последующей участи нашей Вселенной речь идет в восьмой главе (“**Дальнейшая судьба Вселенной**”). И в связи с этим возникает вопрос о “скрытой массе” и ее возможных составляющих (барионы, лептоны и различные экзотические частицы – нейтрино с массой покоя, гравитоны, аксионы и др. (с. 245) и реликтовые черные дыры). Анализируются открытый и закрытый варианты Вселенной. В последние мгновения коллапсирующей Вселенной, когда она уже близка к сингулярности, произойдет “большой пшик” (с. 252), для описания которого пока нет теории. Согласно одной из гипотез, здесь возможны внезапное прекращение сжатия, новый Большой взрыв и новое расширение (идея “отскока”, с. 259). В противоположность всему этому открытую Вселенную ждут гибель и распад всех небесных тел, черных дыр и элементарных частиц (“во Вселенной не будет ничего, кроме излучения”, с. 255).

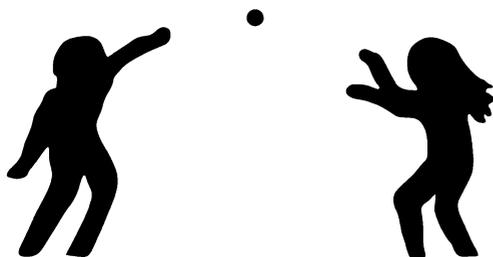
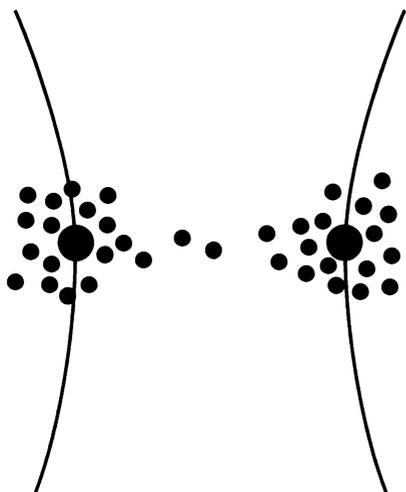


Пространственно-временной мост из двух удаленных друг от друга “кратовых нор” (с. 120). Заманчиво (хотя и смертельно опасно!) совершить путешествие через подобный туннель (горловину между черной и гипотетической белой дырами). Риск такого мероприятия несколько уменьшится, если лететь сквозь черную дыру, которая в миллионы раз массивнее Солнца. В этом случае приливные силы не столь опасны. И тогда астронавт, если ему повезет, может очень быстро оказаться в отдаленной от нас точке Вселенной, либо попасть в другую вселенную...

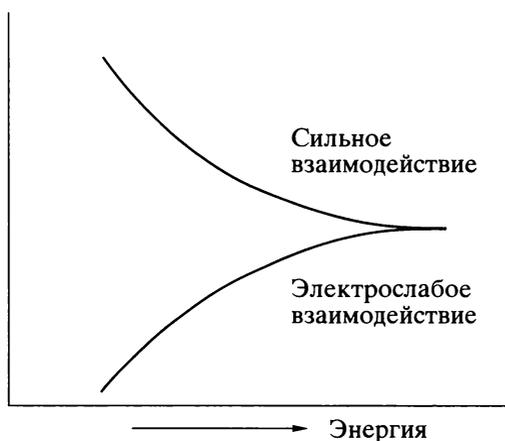


Диаграмма, поясняющая взаимодействие двух электронов (обмен фотонами). Этот способ графического изображения взаимодействий предложил Ричард Фейнман.

Глава девятая – “**Мир частиц и полей**”. Здесь автор пытается объяснить, “что мешает включить микромир в единую теорию” (с. 256), и читатель получает представление о физике элементарных частиц, их видах, механизме взаимодействия. Особо подчеркивается роль различных видов симметрии (с. 278–281) и возможности ее наруше-



Взаимодействие двух облаков виртуальных фотонов, окружающих электроны.



Так можно себе представить слияние констант сильного и электрослабого взаимодействий при высоких энергиях.

ния в мире элементарных частиц. По сути дела, читатель знакомится с основными понятиями квантовой электродинамики и квантовой хромодинамики (с присущими им необычными явлениями и частицами). На читателя, незнакомого с этим, данная глава должна произвести весьма большое впечатление...

“Единая теория строения Вселенной” – десятая глава. В ней говорится о первой попытке объединения теории сильных взаимодействий (квантовая хромодинамика) и теории электрослабых взаимодействий (квантовая электродинамика) в “теорию великого объединения” (Джорджи – Глэшоу, с. 301). Это произошло в начале 70-х гг., после чего данной проблемой занимались многие физики. О самых интересных работах Б. Паркер тоже рассказывает в заключительной главе книги. Однако создание единой теории предусматривает включение в нее тяготения (супергравитация, суперструны, твисторы и др.).

В **“Эпilogue”** автор вновь возвращается к неосуществленной мечте Эйнштейна и дерзким попыткам его последователей создать “теорию всего на свете”. Он подчеркивает, что, “по мере того как Вселенная удаляется от наших ощущений, становится очевидной заключенная в ней глубокая гармония. В ней обнаруживаются... новый порядок, новое единство” (с. 323). Похоже, что это единство распространяется и на жизнь во Вселенной (Хокинг, Картер). Пока трудно сказать, “появится ли новый Эйнштейн, который сведет все воедино, или же окончательная теория станет плодом усилий многих людей, каждый из которых внесет свой небольшой вклад” (с. 327).

ДОСТУПНОСТЬ И ОБРАЗНОСТЬ

В этой книге нет даже самых простых формул, не говоря уж об уравнениях Эйнштейна. Однако о решении именно этих уравнений там сказано немало, причем доходчиво и убедительно. Потому что “математика по сути очень проста”, ее уравнения “сводятся к виду $A = B$ ” (с. 64). В уравнениях Эйнштейна A и B довольно сложные (тензор A – кривизна

пространства, тензор В – описывает материю, вызывающую данную кривизну). Эйнштейн говорил: “Левая часть – это дворец из мрамора, а правая – хижина из дерева и бумаги”, потому что правая включает “то, что не может быть пока объединено в единой теории поля” (с. 65). Зная это, легко понять, что “уравнение в целом не является чисто полевым”, вызывая тем самым чувство отращения у Эйнштейна. А далее в соответствующих местах книги рассказывается о различных решениях уравнения (Шварцшильд, Керр) и следующих из них физических (и космологических) заключениях. Специалист мог бы обвинить автора книги в упрощенчестве. Но был бы не прав, потому что речь идет о поиске способа популяризации очень трудных идей физики XX в. Ведь даже Эйнштейну приходилось не без труда преодолевать математические трудности (“осваивать” тензоры, безуспешно искать решения собственных уравнений).

Увлекательны описания коллапса и приближения к горизонту событий (как будто наблюдается результат замедленной съемки, с. 130–132), путешествия внутрь черной дыры (с. 133–134), пролета через пространственно-временную горловину (с. 146–149), хаоса в первые мгновения после начала времени (с. 191). Абстрактные, кажущиеся игрой воображения гениальных людей, идеи квантовой электродинамики и квантовой хромодинамики объясняются образно и доходчиво (см. разделы “Калибровочная теория”, с. 278, и “Квантовая хромодинамика”, с. 287). Взаимодействия между элементарными частицами становятся более понятными и наглядными благодаря представлению о том, что частицы окружены “виртуальными облаками” (с. 293).

Интересно и ясно изложены трудные для восприятия идеи квантового варианта ОТО (с. 313), а также таких теорий, как супергравитация и суперструны (с. 312–318), теории тристоров Пенроуза и N-пространства Ньюмена (с. 319–320). Далеко не всякий популяризатор науки сумеет (если решится!) доступно для непосвященных рассуждать о подобных вопросах, объяснять, как обретали мас-

су “безмассовые” частицы, рассказывать о многомерных пространствах...

ШТРИХИ К ПОРТРЕТАМ УЧЕНЫХ

Поразительно и то, что в книге, посвященной проблемам, весьма абстрактным для “человека с улицы”, нашлось место своего рода “лирическим отступлениям”. Их вполне можно назвать штрихами к портретам многих ученых. Причем речь идет не о биографических справках о людях науки, а о различного рода замечаниях, касающихся характера или, например, образа жизни этих людей. Великие были разными: одни – нелюдимы и замкнуты, другие – дружелюбны и открыты; путь одних к вершинам науки был тернист и долог, у других – краток, как озарение, и почти счастлив; одни, появившись на свет, скоро проявили себя вундеркиндами, другие были в детстве (и даже в юности!) такими, что в них трудно было заподозрить наличие гениальности...

Маленький **Альберт Эйнштейн** долго не говорил. Это беспокоило родителей, но не помешало бабушке и дедушке обнаружить в колыбели будущего гения. Вот слова деда: “Я его обожаю, вы и вообразить не можете, какой это славный и умный мальчик” (с. 41). Пятилетнего Альберта привел в восторг подаренный ему компас (как и книга по геометрии – в 11 лет). Но учиться в гимназии ему не нравилось, да и в Цюрихский политехникум он поступил лишь со второй попытки, а поступив, так и не стал идеальным студентом (его в студенческие годы, а потом и в годы зрелости неоднократно выручал Марсель Гроссман – математик). Но и после получения диплома А. Эйнштейн месяцами искал себе работу. И нашел: сначала недолго был школьным учителем, а потом не без удовольствия работал в Бернском патентном бюро. В этом “светском монастыре” у него “вылупились самые замечательные идеи” (с. 45). А затем – появление первых работ по специальной теории относительности и борьба за их признание, через несколько лет – начало работы над общей теорией относительности (с любопытными подробностями, которые

Б. Паркер заимствовал из “Автобиографии” Чарли Чаплина, с. 51–52), известные астрономические подтверждения ОТО и последующее постепенное восхождение к вершинам славы...

Как известно, появлению работ Эйнштейна предшествовали труды многих гениальных физиков. Среди них – Эрстед, Фарадей, Максвелл. **Майкл Фарадей** добился успеха благодаря своему упорству и трудолюбию. Вырос он в бедности, долгое время не умел ни читать, ни писать, рано начал работать (посыльный, переплетчик, подмастерье, ассистент лектора, а уж затем – физик-экспериментатор и лектор). Он до конца дней оставался “просто Майклом Фарадеем”, отказавшись стать президентом Королевского общества... (с. 69–70).

Иными были детство и вся жизнь **Джеймса Максвелла**. Он рос в поместье родителей, в 14 лет получил медаль Эдинбургской академии, отметившей его математические способности, был блестящим студентом, старавшимся как можно меньше спать, чтобы не терять драгоценного времени, необходимого для занятий (с. 71). Увлечшись трудами Фарадея, он создал основу для описания электрических и магнитных явлений. В уравнениях Максвелла электричество и магнетизм слились воедино. На созданную Максвеллом теорию электромагнетизма и представление об электромагнитном поле опирался Эйнштейн, да и каждый из нас, включая телевизор или радио, мог бы добрым словом вспомнить о человеке, который когда-то удивлял одноклассников своими странностями.

Впрочем, как неоднократно отмечает Б. Паркер в своей книге, странными были и многие другие физики и астрофизики. Например, знаменитый английский астрофизик **Артур Эддингтон** (с. 91). Одаренный математическими способностями, Артур увлекся астрономией и “ночи напролет просиживал у телескопа, зачарованный открывавшимся зрелищем” (с. 92). Спустя несколько лет юноша “с удивлением узнал, что слишком молод для того, чтобы стать студентом (ему было пятнадцать лет)”, но он им не просто стал, а был признан “старшим

рэнглером” (так величали особо отличившихся на экзаменах студентов Кембриджского Тринити-колледжа). Далее – работает экспериментатором в Кэвендишской лаборатории, астрономом-наблюдателем в Гринвичской обсерватории, профессором в Кембриджском университете. Астрономы знают, что Максвелл свыше двух лет успешно трудился над решением задачи о природе колец Сатурна (он один из первых доказал, что они не могут быть сплошными и состоят из множества мелких фрагментов).

Читая книгу Б. Паркера, в который раз убеждаешься в том, как важно в детском и юношеском возрасте определить область применения своих интересов и знаний. При этом, конечно, большую роль играют “начальные условия” и различные случайности. Ведь, можно сказать, случайно молодой индеец **Субраманьян Чандрасекар** заинтересовался белыми карликами после того, как среднюю школу, в которой он учился, посетил немецкий физик Арнольд Зоммерфельд (с. 106). А через несколько лет его работой серьезно заинтересовался Эддингтон (впрочем, это не помешало последнему публично выступить против идеи Чандрасекара о релятивистском вырождении электронов в сжимающейся звезде, с. 108)...

Выдающимися способностями с детства отличался **Роберт Опенгеймер**. В классе он всегда был первым, но общаться с резким, капризным и красивым юношей было нелегко. И хотя черноволосые красавцы с голубыми глазами нравятся многим девушкам, Роберт не тратил время ни на них, ни на занятия спортом (даже в Гарвардском университете он за три года “ни разу не ходил на свидания”, успев досрочно закончить четырехлетний курс, с. 123). Не довольствуясь карьерой химика, занялся физикой, добившись больших успехов в области квантовой механики и физики коллапсирующих звезд, прославился своими работами над созданием атомной бомбы...

С большим уважением и теплотой Б. Паркер говорит о **Стивене Хокинге** (с. 155–156), об уникальных работах которого сейчас информированы многие лю-

ди, интересующиеся проблемами теоретической физики и космологии (Земля и Вселенная, 2001, № 5). Интересны и биографические зарисовки, относящиеся к жизни и деятельности **Эдвина Хаббла** (с. 167–179).

О **Георгии Гамове**, родившемся в России в 1904 г., автор книги пишет, что тот “в семь лет зачитывался Жюлем Верном и мечтал о полетах на Луну” (с. 181). Получить необходимое физико-математическое образование в Одессе оказалось почти невозможно. Гамову пришлось отправиться в Ленинградский университет, а затем и в такие европейские центры теоретической физики, как Геттинген и Копенгаген. Нильс Бор предложил Гамову поработать у него хотя бы год, но Гамов отказался. А приехав в Россию, не нашел в ней для себя места. Он даже дважды пытался бежать за границу (сначала в Турцию – на байдарке, затем в Финляндию – на лыжах...). А оказался за границей совершенно официально (как представитель СССР на Сольвеевском Конгрессе в Брюсселе), “с удовольствием прокатился по Европе на мотоцикле, а потом отправился в США” (с. 183), где и стал всемирно известным ученым и блестящим популяризатором науки.

Повествуя об альтернативных теориях Большого взрыва, Б. Паркер рассказывает о дружбе и совместной работе **Томми Голда, Германа Бонди и Фреда Хойла**. Отмечается, в частности, что Хойл – не только крупный специалист в области космологии, но и автор “отличных научно-фантастических романов” (с. 225), а также “заядлый шахматист и автор музыкальной комедии”. Однажды (в 1964 г.) троица отправилась на фильм ужасов, который заканчивался тем же, чем начинался (подробно стишку “У попа была собака...”). После этого Голд задал друзьям вопрос: “А что если так устроена и Вселенная?” (с. 226).

Ричард Фейнман не был похож на замкнутого и ушедшего в свои мысли человека (таким был, например, **Юлиан Швингер** – один из талантливых физиков, с. 268). Жизнелюбивый Фейнман не очень ограничивал себя, охотно посещал увеселительные заведения, включая стриптизбары, в атмосфере которых

ему легче думалось (с. 268). Будущий Нобелевский лауреат в детстве был вундеркиндом (дифференциальное исчисление освоил в 13 лет). Молодой Фейнман участвовал в создании атомной бомбы, хотя отдавал себе отчет в ужасных последствиях ее применения (с. 269). Он любил повторять, что “занимается вычислениями из любви к искусству”, а к своим многочисленным наградам относился спокойно, ибо не любил почести и считал, что истинная награда – “удовлетворение от открытия и от того, что им пользуются другие” (с. 269).

Жизнь французского математика **Эвариста Галуа**, создавшего основы теории групп, была очень короткой и трагичной. Новизна его гениальных идей отпугивала современников. Невезение преследовало его со школьной скамьи (из школы его вообще исключили, а математические работы, написанные подростком, публиковать не хотели, причем “статьи загадочно исчезали”, с. 280). Дуэль из-за девушки стала поводом для заключения в тюрьму, где он был убит. В ночь перед трагической гибелью Галуа успел изложить на бумаге основы своей теории групп. Эваристу не исполнилось еще и 21 года... (с. 280). Это случилось в 1832 г. Тогда никому в голову не могла прийти мысль о том, что абстрактные работы Галуа понадобятся физикам во второй половине XX в.

Впрочем, идеи основоположников современных теорий элементарных частиц тоже весьма абстрактны. Их создатели – необыкновенные люди. К ним, несомненно, относится американский физик **Мюррей Гелл-Ман**, который, как и Швингер и Фейнман, был вундеркиндом. Он в 21 год защитил докторскую диссертацию, а к 27 годам стал профессором Калифорнийского технологического института. Прекрасно владел он не только математикой. Было известно, например, такое высказывание о нем: “Профессор Гелл-Ман говорит на всех существующих языках и даже по-собачьи...” (с. 288). В начале 50-х гг. Гелл-Ман занялся изучением поведения столь необычных частиц, что их пришлось назвать “странными”. По праву одного из первооткрывателей он дал в начале 60-х гг. имя и

другим частицам – кваркам – и разработал теорию кварков трех типов (“ароматов”), объясняющую и предсказывающую многие особенности строения известных частиц.

Приведенных примеров – биографических “жемчужин”, содержащихся в книге Б. Паркера, – более чем достаточно. Надеюсь, что и они привлекут внимание читателей к рецензируемой книге.

ИЛЛЮСТРАЦИИ

Их в книге мало (примерно полсотни на 330 с. текста). В основном – простые рисунки, схемы, диаграммы (*примеры, пожалуй, наиболее привлекательных здесь воспроизведены*). Они не очень украшают книгу, но в какой-то мере помогают читателю представить себе те, весьма далекие от наглядности, явле-

ния и процессы, о которых повествует автор. Особенно это полезно при описании различных взаимодействий в мире элементарных частиц. Используются, конечно, известные фейнмановские диаграммы, изображающие подобные взаимодействия.

Вообще говоря, существует довольно непростая проблема иллюстрирования научно-популярных произведений, посвященных космологии. Думается, что пока еще сделаны лишь первые шаги в направлении ее решения.

Конечно, можно было бы написать о книге Б. Паркера небольшую статью или просто расширенную аннотацию, но данная книга заслуживает, безусловно, более обстоятельного представления читателям.

Е. П. ЛЕВИТАН

Информация

Дрейф льда меняет направление

Группа ученых из Института им. Мориса Ламонтаня в Мон-Жоли (Квебек), Института наук об океане в Сиднее (Британская Колумбия) и Бедфордского океанографического института в Дартмуте (Новая Шотландия) исследовала циркуляцию водных масс в Северном Ледовитом океане.

Использованы данные о содержании свинца и соотношении его изотопов в осадочных породах дна в различных частях Северного Ледовитого океана. Подтвердилась гипотеза, согласно которой Евразийский бассейн океана в течение XX в. был постоянно связан с Северной Атлантикой. Установлено, что пограничное течение, включающее воды атлантического происхождения, служит важным путем поступления свинца из моря Лаптевых в поверхностные слои Трансполярного течения (дрифта). В отдельные исторические периоды

связь Канадского и Евразийского бассейнов прерывалась.

Исследователи подвергли анализу верхние 10 см осадочных пород, отложившихся до 1994 г. Если считать, что свинец проходит с течениями через океан за несколько лет (в верхних слоях моря он пребывает не менее 5 лет), то можно полагать, что большая часть этого загрязняющего агента покинула свои источники уже после второй мировой войны. Тогда циркуляция водных масс и плавучих льдов длится около 30 лет. В это время Трансполярный дрейфовый поток прямо пересекал Евразийский бассейн, направляясь в пролив Фрам между Шпицбергенем и Гренландией. Таким образом, любые частицы свинца, попавшие в море Лаптевых, должны отложиться главным образом в Евразийском, а не в Канадском бассейне.

С начала 80-х гг. состояние атмосферы привело к продолжавшемуся примерно пятнадцать лет “изгибанию” в сторону моря Бофорта Трансполярного дрейфового потока на его пути в Атлантический океан (Канад-

ская Арктика). Любые частицы свинца и других загрязнителей должны были переноситься с территории России в Канадский бассейн и море Бофорта.

При нынешнем состоянии атмосферы над Норвежским морем существуют сильные южные ветры. “Гонимые” ими теплые атлантические водные массы активно внедряются в центральный Арктический бассейн. Вместе с тем из Западной Европы в Арктику (вплоть до Канадского бассейна) проникают любые возникшие там загрязнители. В 50–80-е гг., когда преобладало противоположное направление ветров, атлантические воды далеко в Арктический бассейн не вторгались.

Анализ плавника помог в изучении длительной, охватывающей последние 8500 лет, истории изменения характера Трансполярных дрейфовых потоков. Подтвердились их высокая изменчивость и связь с долгосрочными фазовыми переменами Североатлантической и Арктической циркуляцией.

Science, 2001, 293, 1217,
1269, 1301

Таблица запусков космических аппаратов в 2000 г.*

В 2000 г. состоялись **82 запуска** ракет-носителей (из них 4 аварийных и 5 частично удачных) со 125 КА (9 спутников утрачены при авариях и 4 выведены на нерасчетные орбиты). Космические аппараты принадлежали **22 странам** (США – 49, РФ – 31, КНР – 5, Японии – 4, Англии и Италии – по 3, Люксембургу, Саудовской Аравии и ФРГ – по 2, Аргентине, Бразилии, Египту, Израилю, Индии, Индонезии, Испании, Италии, Канаде, Малайзии, ОАЭ, Франции и Швеции – по 1) и 3 международным организациям (ESA, “Eutelsat” и “Globalstar”). Запуски производились ракетами-носителями США, России, международной организации “Arianespace”, Китая и Японии. Стартовали РН с космодромов: Байконур (РФ, 27 запусков), Канаверал (США, 19), Куру (ESA, 12), Ванденберг (ВВС США, 8), Плесецк (РФ, 5), Сичан (КНР, 4), морская платформа “Одиссей” (“Морской старт”, 3), Кагосима (Япония, 1), Кваджалейн (США, 1), Свободный (РФ, 1) и Тайюань (КНР, 1).

Россия опередила США по количеству стартов и выведенных на орбиту космических аппаратов. Запущено 49 ИСЗ, из которых 22 – иностранного производства (Англия, ESA, Израиль, Индонезия, Италия, Канада, Китай, Люксембург, Малайзия, ОАЭ, Саудовская Аравия, США и ФРГ). Осуществлено 39 стартов ракет-

носителей, из них 3 аварийных. Потеряны 8 спутников (при авариях РН “Зенит-3SL”, “Космос-3М” и “Циклон-3”).

В США состоялись 28 запусков РН с 35 космическими аппаратами (в том числе 8 ИСЗ других стран – Аргентины, Испании, Швеции и международных организаций). Выполнены 4 экспедиции кораблей “Спейс Шаттл” к Международной космической станции (МКС).

Третье место по количеству запусков занимает международный западноевропейский консорциум “**Arianespace**” (включает 48 организаций из 11 европейских стран). Состоялось 12 успешных запусков РН “Ariane”, из них 4 – новым носителем тяжелого класса “Ariane-5”. На расчетные орбиты выведено 20 спутников различных стран и международных организаций.

Китай произвел 5 успешных запусков РН с 5 ИСЗ. **Япония** второй год подряд терпит неудачу в этой области – старт РН “М-V” оказался аварийным (потерян спутник).

На пилотируемый орбитальный комплекс “**Мир**” 4.04–16.06.2000 г. был осуществлен последний полет – 28-я основная экспедиция (Земля и Вселенная, 2001, № 1). На станции в течение 73 сут работали космонавты С.В. Залетин и А.Ю. Калери. Экипаж выходил в открытый космос для проведения экспериментов и инспекции внешней поверхности станции. В ходе полета использовались грузовые корабли новой серии (“Про-

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

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град.)	Период обра- щения (мин)	№ коммента- рия
01А	21 января	USA-148 ("DSCS-3B")	США	2615	Канаверал	"Atlas-2A"	35000 × 35266	0.5	1436	1
02А	25 января	"Galaxy-10"	США	3651	Куру	"Ariane-42L"	36000 × 35246	0.11	1436.68	2
03А	25 января	"Zhongxing-22"	Китай	2400	Сичан	"CZ-3A"	36000 × 41869	0.75	1638	3
04А	27 января	"JAWSat"	США	101.2	Ванденберг	"Minotaur"	749 × 801	100.2	100.4	4
04В	–	"OCS"	США	17.7	–	–	664 × 701	100.2	98.4	5
04С	–	"OPAL"	США	19.1	–	–	750 × 804	100.2	100.4	6
04D	–	"FalconSat"	США	47.2	–	–	750 × 806	100.2	100.4	7
04E	–	"Asusat"	США	5.9	–	–	750 × 805	100.2	100.3	8
04H	7 февраля	"DARPA"	США	2 × 0.25	–	–	747 × 794	100.2	100.3	9
04J	11 февраля	"JAK"	США	0.174	–	–	749 × 799	100.2	100.3	10
04K	–	"Stensat"	США	0.233	–	–	747 × 801	100.2	100.3	11
04L	12 февраля	"Thelma"	США	0.238	–	–	746 × 800	100.2	100.3	10
04M	–	"Louise"	США	0.2	–	–	748 × 802	100.2	100.4	10
05А	1 февраля	"Прогресс М1-1"	Россия	7290	Байконур	"Союз-У"	305 × 326	51.64	90.66	12
06А	3 февраля	"Космос-2369"	Россия	3250	Байконур	"Зенит-2"	845 × 857	71.01	101.9	13
07А	3 февраля	"Hispasat-1С"	Испания	3112	Канаверал	"Atlas-2AS"	35771 × 35800	0.1	1436.03	14
08А-D	8 февраля	"Globalstar-60, 62-64"	(США)	4 × 450	Канаверал	"Delta-2"	917 × 924	52.01	103.38	15
09А.В	8 февраля	"Фрегат" + груз. макет	Россия	966	Байконур	"Союз-У"	576 × 608	64.9	96.5	16
–	10 февраля	"ASTRO-E"	Япония	1676	Кагосима	"М-V"	–	–	–	17
10А	11 февраля	"Endeavour-14"	США	102363	Канаверал	STS-99	233 × 240	57.01	89.21	18

Таблица. Продолжение

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град.)	Период обращения (мин)	№ ком- ментария
11 ^А	12 февраля	"Galada-1"	Индонезия	4500	Байконур	"Протон-К"	35776 × 35798	3.02	1436.12	19
12 ^А	18 февраля	"Superbird-4"	Япония	4057	Куру	"Ariane-44LP"	35770 × 35801	0.08	1436.19	20
13 ^А	12 марта	"Экспресс-А" № 2	Россия	2600	Байконур	"Протон-К"	35779 × 35794	0.19	1436.1	21
14 ^А	12 марта	"MTI"	США	1592	Ванденберг	"Taurus"	577 × 614	96.6	97.4	22
–	12 марта	"ICO-1"	США	2750	"Одиссей"	"Зенит-3SL"	–	–	–	23
15 ^А	20 марта	"Фрегат" + "Cluster"	Россия	2382	Байконур	"Союз-У"	291 × 17882	64.8	319	16
16 ^А	21 марта	"Asiastar"	США	2777	Куру	"Ariane-5"	35783 × 35791	0.07	1436.11	24
16 ^В	–	"Insat-3B"	Индия	2070	–	–	35749 × 35822	0.01	1436.03	25
17 ^А	25 марта	"Image"	США	494	Ванденберг	"Delta-2"	1426 × 45449	89.4	853.9	26
18 ^А	4 апреля	"Союз ТМ-30"	Россия	6990	Байконур	"Союз-У"	328 × 346	51.67	91.04	27
19 ^А	17 апреля	"SESat"	(ESA)	2500	Байконур	"Протон-К"	36038 × 36090	0.02	1450.3	28
20 ^А	19 апреля	"Galaxy-4R"	США	3668	Куру	"Ariane-42L"	35765 × 35792	0.05	1435.7	2
21 ^А	25 апреля	"Прогресс М1-2"	Россия	7280	Байконур	"Союз-У"	328 × 348	51.65	91.14	12
22 ^А	3 мая	"GOES-11"	США	2218	Канаверал	"Atlas-2A"	35785 × 35794	0.25	1436.26	29
23 ^А	3 мая	"Космос-2370"	Россия	7000	Байконур	"Союз-У"	241 × 303	64.76	89.95	30
24 ^А	8 мая	USA-149 ("DSP-20")	США	2380	Канаверал	"Titan-4B"	36000 × 36000	0.01	1436	31
25 ^А	11 мая	USA-150 ("Navstar-47")	США	2032	Канаверал	"Delta-2"	20013 × 20217	54.89	715.25	32
26 ^{А,В}	16 мая	"Simsat-1, -2"	Россия	2 × 660	Плесецк	"Рокот"	538 × 539	86.4	95.6	33
27 ^А	19 мая	"Atlantis-21"	США	101834	Канаверал	STS-101	372 × 381	51.58	92.02	34
28 ^А	24 мая	"Eutelsat-4"	(ESA)	3190	Канаверал	"Atlas-3A"	34190 × 45772	0.27	1655.6	35
29 ^А	6 июня	"Горизонт" № 45	Россия	2125	Байконур	"Протон-К"	35775 × 35786	1.43	1435.79	36
30 ^А	7 июня	"TXS-5"	США	249.5	Ванденберг	"Pegasus-XL"	408.3 × 1703.3	68.95	106.3	37
31 ^А	24 июня	"Экспресс-А" № 3	Россия	2500	Байконур	"Протон-К"	35973 × 36081	0.1	1448.4	21
32 ^А	25 июня	"Fengyun-2B"	Китай	1400	Сичан	"CZ-3"	35778 × 35792	1.08	1436	38
33 ^А	28 июня	"Надежда"	Россия	800	Плесецк	"Космос-3М"	685 × 727	98.12	98.74	39

Таблица. Продолжение

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклонение (град.)	Период обращения (мин)	№ комментария
33 ^в	-	"Tinghua-1"	Китай	49	-	-	686 × 727	98.12	98.75	40
33 ^с	-	"SNAP-1"	Англия	8.3	-	-	685 × 725	98.13	98.72	41
34 ^а	30 июня	"TDRS-8"	США	3800	Канаверал	"Atlas-2A"	34396 × 36058	7.63	1407.6	42
35 ^а	30 июня	"Sirius-1"	США	3181	Байконур	"Протон-К"	24388 × 47098	63.34	1433.8	43
36 ^а	4 июля	"Космос-2371"	Россия	2300	Байконур	"Протон-К"	35330 × 36234	1.41	1435.86	44
37 ^а	12 июля	"Звезда"	Россия	19710	Байконур	"Протон-К"	352 × 380	51.6	91.78	45
38 ^а	14 июля	"EchoStar-6"	США	3700	Канаверал	"Atlas-2AS"	35652 × 35911	0.15	1435.8	46
39 ^а	15 июля	"МИТА"	Италия	169.9	Плесецк	"Космос-3М"	424 × 485	87.27	93.59	47
39 ^в	-	"CHAMP"	ФРГ	522.2	-	-	429 × 485	87.27	93.64	48
40 ^а	16 июля	USA-151 ("Navstar-48")	США	2032	Канаверал	"Delta-2"	20190 × 20421	55.06	723	32
41 ^а	16 июля	"Cluster-2" ("Samba")	ЕСА	1200	Байконур	"Союз-У"	16820 × 121157	90.43	3432.2	49
41 ^в	-	"Cluster-2" ("Salsa")	ЕСА	1200	-	-	16627 × 121343	90.48	3431.1	-
42 ^а	19 июля	"MightySat-2" ("Sindri")	США	120.6	Ванденберг	"Minotaur"	550.5 × 590	97.81	96.07	50
43 ^а	28 июля	"PanAmSat-9"	США	3659	"Одиссей"	"Зенит-2AS"	33173 × 35781	0.06	1369.7	51
44 ^а	6 августа	"Прогресс М1-3"	Россия	7281	Байконур	"Союз-У"	350 × 369.5	51.6	91.61	12
45 ^а	9 августа	"Cluster-2" ("Flumba")	ЕСА	1200	Байконур	"Союз-У"	17375 × 120481	90.79	3430	49
45 ^в	-	"Cluster-2" ("Tango")	ЕСА	1200	-	-	17449 × 120304	90.77	3426	-
46 ^а	17 августа	"BrazilSat-4"	Бразилия	1757	Куру	"Ariane-44LP"	35753 × 35824	0.1	1436.2	52
46 ^в	-	"Nilesat-2"	Египет	1827	-	-	35625 × 35869	0.01	1434.07	53
47 ^а	17 августа	USA-152 ("Lacrosse-4")	США	14500	Ванденберг	"Titan-4B"	685 × 695.3	68	98.55	54
48 ^а	23 августа	"DM-3"	США	4348	Канаверал	"Delta-2"	190 × 20655	27.62	361.2	55
49 ^а	28 августа	"Радура-1" ("Глобус-1" № 16)	Россия	2300	Байконур	"Протон-К"	36258 × 36507	1.85	1466.6	56
50 ^а	1 сентября	"Zi Yuan-2"	Китай	1450	Тайюань	"CZ-4B"	481.2 × 492.6	97.42	94.34	57
51 ^а	5 сентября	"Sirius-2"	США	3765	Байконур	"Протон-К"	35597 × 37970	0.08	1438.1	43

Таблица. Продолжение

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклоне- ние (град.)	Период обра- щения (мин)	№ ком- ментария
52 ^A	6 сентября	"Eutelsat-1"	(ESA)	3250	Куру	"Ariane-44P"	35774 × 35803	0.09	1436.1	35
53 ^A	8 сентября	"Atlantis-22"	США	115257	Канаверал	STS-106	347.2 × 369.7	51.58	91.67	58
54 ^A	14 сентября	"Astra-2B"	Люксембург	3320	Куру	"Ariane-5"	35778 × 35794	0.18	1436.07	59
54 ^B	-	"GE-7"	США	1935	-	-	35769 × 35806	0.06	1436.14	60
55 ^A	21 сентября	"NOAA-16"	США	2231	Ванденберг	"Titan-23"	856 × 859.8	97.79	102.12	61
56 ^A	25 сентября	"Космос-2372"	Россия	12000	Байконур	"Зенит-2"	220.1 × 360.1	64.78	90.0	62
57 ^A	26 сентября	"Tungsat-1"	Малайзия	54	Байконур	"Днепр"	643.8 × 670.3	64.56	97.61	63
57 ^B	-	"Megsat-1"	Италия	54	-	-	642 × 667	64.56	97.57	64
57 ^C	-	"Unisat"	Италия	10	-	-	643.7 × 688.3	64.56	97.8	65
57 ^{D, E}	-	"SaudiSat-1A, -1B"	Сауд. Аравия	2 × 10	-	-	643 × 682	64.56	97.68	66
58 ^A	29 сентября	"Космос-2373"	Россия	6500	Байконур	"Союз-У"	212 × 279	70.35	89.42	67
59 ^A	1 октября	"GE-1A"	США	3593	Байконур	"Протон-К"	35777 × 35797	0.08	1436.1	60
60 ^A	6 октября	"NSat-1"	Япония	3531	Куру	"Ariane-42L"	35775 × 35791	0.01	1435.9	68
61 ^A	9 октября	"HETE-2"	США	124	Кваджелейн	"Hbird Pegasus"	581.8 × 633.7	1.95	96.76	69
62 ^A	11 октября	"Discovery-28"	США	105125	Канаверал	STS-92	372.2 × 383.2	51.58	92.05	70
63 ^{A-C}	13 октября	"Космос-2374-2376"	Россия	3 × 1450	Байконур	"Протон-К"	19122 × 19144	64.84	675.55	71
64 ^A	16 октября	"Прогресс М-43"	Россия	6860	Байконур	"Союз-У"	327.1 × 349.4	51.67	91.18	12
65 ^A	20 октября	USA-153 ("DSCS-3")	США	2615	Канаверал	"Atlas-2A"	35000 × 35272	0.1	1436	1
66 ^A	21 октября	"Thuraya-1"	ОАЭ	5108	"Одиссей"	"Зенит-2AS"	34380 × 35769	6.37	1399.9	72
67 ^A	21 октября	"GE-6"	США	3800	Байконур	"Протон-К"	35777 × 35791	0.02	1435.9	60
68 ^A	29 октября	"EuropeStar-1"	Франция	4167	Куру	"Ariane-44LP"	35685 × 35759	0.04	1432.8	73
69 ^A	30 октября	"Beidou-1A"	Китай	2300	Сичан	"CZ-3A"	198 × 41892	24.98	753.23	74

№ КА (индекс)	Дата запуска	Название КА	Страна	Вес КА (кг)	Космодром	Тип РН	Высота орбиты (км)	Наклоне- ние (град.)	Период обра- щения (мин)	№ ком- ментария
70 ^A	31 октября	"Союз ТМ-31"	Россия	7200	Байконур	"Союз-У"	380.5 × 404.3	51.59	92.16	27
71 ^A	10 ноября	USA-154 ("Navstar-49")	США	2032	Канаверал	"Delta-2"	20177 × 20499	55.07	724.3	32
72 ^A	16 ноября	"RapAmSat-1"	США	4757	Куру	"Ariane-5G"	32597 × 39004	0.16	1436.8	51
72 ^B	–	"Amsat"	ФРГ	646	–	–	611 × 39255	6.44	707.88	75
72 ^{C.D}	–	"STRV-1c, -1d"	Англия	2 × 104	–	–	614 × 39275	6.42	708.39	76
73 ^A	16 ноября	"Прогресс М1-4"	Россия	7285	Байконур	"Союз-У"	377.9 × 397.5	51.6	92.1	12
74 ^A	20 ноября	"QuickBird-1"	США	981	Плесецк	"Космос-3М"	–	–	–	77
75 ^A	21 ноября	"EO-1"	США	566	Ванденберг	"Delta-2"	697.2 × 707.4	98.2	98.82	78
75 ^B	–	"SAC-C"	Аргентина	46.7	–	–	980.1 × 700.5	98.29	98.62	79
75 ^C	–	"Munin"	Швеция	6	–	–	697.6 × 1805.6	95.44	110.56	80
76 ^A	21 ноября	"Anik-1"	Канада	4852	Куру	"Ariane-44L"	29477 × 41231	0.13	1414.07	81
77 ^A	30 ноября	"Sirius-3"	США	3765	Байконур	"Протон-К"	12540 × 47094	63.43	1142.18	43
78 ^A	1 декабря	"Endeavour-15"	США	102739	Канаверал	STS-97	372.4 × 379.3	51.58	92.03	82
79 ^A	5 декабря	"EROS-A1"	Израиль	250	Свободный	"Старт-1"	496.1 × 534.5	97.32	94.66	83
80 ^A	6 декабря	USA-155 ("SDS-2")	США	2600	Канаверал	"Atlas-2AS"	35000 × 36000	0.5	1436	84
81 ^A	20 декабря	"Astra-2D"	Люксембург	1414	Куру	"Ariane-5G"	35785 × 35794	0.29	1436.24	59
81 ^B	–	"GE-8" ("Аурога-3")	США	2015	–	–	35780 × 35794	0.04	1436.12	60
81 ^E	–	"LDREX"	Япония	140	–	–	627 × 35581	1.9	627.32	85
82 ^A	20 декабря	"Beidou-1B"	Китай	2300	Сичан	"CZ-3A"	35768 × 35809	0.11	1436.18	74
–	27 декабря	"Гонец-Д1-3", "Стрела-3 №№ 1–3"	Россия	6 × 230	Плесецк	"Циклон-3"	–	–	–	86, 87

гресс М1-1 и -2") и старой ("Прогресс М-43"), доставившие на борт станции расходоуемые материалы и оборудование. 23 марта 2001 г. с помощью КК "Прогресс М1-5" проведен управляемый спуск ОК "Мир" после 15-летнего функционирования (Земля и Вселенная, 2001, №№ 2, 5). Станция вошла в плотные слои атмосферы и прекратила существование.

К МКС пристыкован второй российский модуль "Звезда", необходимый для работы основных экспедиций, состоящих из трех космонавтов России и США. Выполнено 5 пилотируемых полетов по программе "Спейс Шаттл" (STS-99, -101, -106, -92 и -97) с 23 астронавтами США (среди них 5 женщин) и 5 астронавтами других стран (1 из ESA, по 2 из России и Японии) (Земля и Вселенная, 2000, № 5; 2001, № 6). В первом полете проведена глобальная радиолокационная съемка земной поверхности, остальные – в рамках программы обслуживания и сборки МКС.

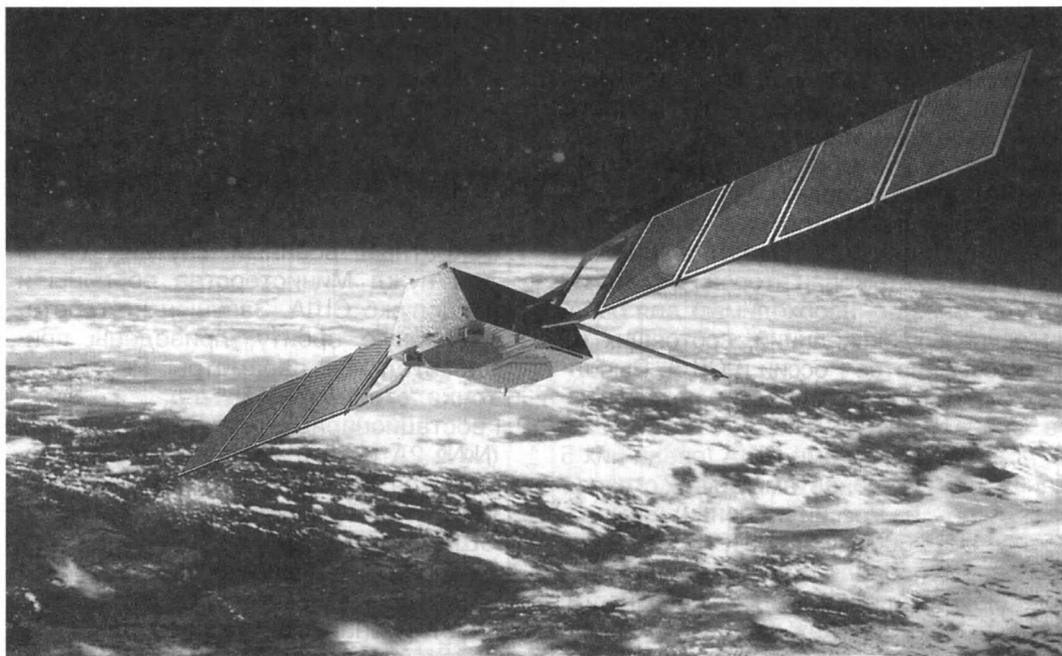
Для наблюдений объектов Вселенной стартовали **2 астрофизические обсерватории** (Япония и США, гамма- и рентгеновский диапазоны), однако японский спутник потерпел аварию. На околоземные орбиты доставлено 9 научных спутников, принадлежащих США, ESA, ФРГ, Италии и Швеции (Земля и Вселенная, 2001, № 5). На геостационарную орбиту выведены **36 спутников связи**. Стартовавшие космические аппараты по назначению распределились следующим образом: связь – 55 (международным консорциумам "Globalstar" принадлежит 4 спутника, "GE American" – 4, "Eutelsat" и "PanAmSat" – по 2), отработка новых технологий – 9, экспериментальные – 8, съемка земной поверхности – 7, навигация – 5, дистанционное зондирование Земли – 3, метеорология – 3 и военное назначение – 20 (13 российских и 7 американских). **Военные спутники:** 8 связанных, 6 навигационных, 4 разведывательных, по 1 – топографическая съемка отдельных районов и обнаружение пусков баллистических ракет.

В таблице представлены стартовые массы космических аппаратов и параметры окончательных (рабочих) орбит спутников. Запуск нескольких КА одной ракетой-носителем обозначен одинаково-

вой цифрой индекса (например, 10 американских ИСЗ №№ 4А–М). В комментариях указаны точки "стояния" спутников на геостационарной орбите.

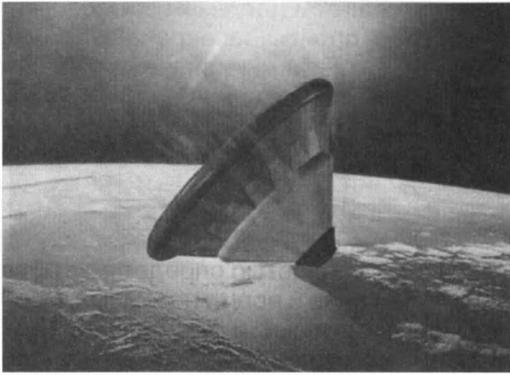
Комментарии к таблице.

1. Секретный военный спутник связи для нужд Министерства обороны и спецслужб США. Запущен на геостационарную орбиту, приведены приблизительные параметры. Расчетная точка "стояния" – 175° в.д.
2. Геостационарные спутники связи (№№ 2А и 20А) корпорации "PanAmSat" для передачи программ кабельного телевидения на территорию США и страны Центральной и Южной Америки. ИСЗ разместили в точках 233° и 261° в.д.
3. Геостационарный спутник связи китайской государственной компании ChinaSat осуществляет теле- и радиовещание, а также связь с мобильными пользователями на территории Китая. Переведен в точку 98° в.д.
4. Спутник-платформа для размещения научно-исследовательского оборудования (регистрация ионов в космосе) и 4 отделяемых малых КА созданы в Академии ВВС США и Университете Вебера.
5. Надувная сфера диаметром 3.58 м из алюминиевой фольги толщиной менее 600 мкм, используемая ВВС США в качестве мишени при эталонных измерениях в оптическом диапазоне.
6. Устройство для запуска на орбиту нескольких пикоспутников массой до 1 кг создано в Лаборатории разработки космических систем Стэнфордского университета. В 4 ячейках микроспутника размещены 6 пикоспутников.
7. Малый спутник Академии ВВС США для проведения длительного исследования накопления статического электричества на элементах конструкции космического аппарата.
8. Студенческий микроспутник оснащен 2 цифровыми камерами для получения изображений Земли в 3 диапазонах. Обеспечивал радиолобитель-



Спутник "Globalstar" на орбите. Рисунок Astrium.

- скую связь и демонстрировал ряд технологических решений. Создан в Аэрокосмическом исследовательском центре Аризонского университета. Через 14 ч работы на орбите вышел из строя.
- 2 пикоспутника Управления перспективных исследований Министерства обороны США размером $10 \times 7.5 \times 2.5$ см соединены тросом длиной 30.5 м. Проведено испытание радиочастотных электромеханических переключателей.
 - 3 пикоспутника (№№ 4J, 4L и 4M) созданы аспирантами Университета Санта-Клара для регистрации низкочастотного радиоизлучения, возникающего в атмосфере во время грозных разрядов.
 - Радиолюбительский пикоспутник связи создан группой радиолюбителей из Вашингтона.
 - С помощью транспортных грузовых кораблей на ОК "Мир" и МКС доставляют расходные материалы (вода, питание, топливо), научные приборы и сменяемые системы, обеспечивающие длительную работу экипажей. Первые КК новой серии "Прогресс М1" (№№ 5А и 21А) и старой (№ 64А) обслуживали станцию "Мир", последующие (№№ 44А и 73А) – МКС. Корабли сошли с орбиты: 26 апреля (№ 5А), 16 октября (№ 21А), 1 ноября 2000 г. (№ 44А) и 29 января 2001 г. (№ 64А).
 - 16-й КА радиотехнической разведки "Целина-2" запущен в интересах Министерства обороны РФ.
 - Геостационарный спутник связи обеспечивает передачу более 120 цифровых телевизионных каналов прямого вещания на территорию Европы, часть Северной Америки и Латинскую Америку. Запущен в точку 30° з.д.
 - Запуском 4 КА (№№ 8А–D) завершилось развертывание системы персональной спутниковой связи "Globalstar" ("Глобальная звезда"), принадлежащей одноименному международному консорциуму. Орбитальная группировка системы – 52 КА в 8 рабочих плоскостях. Наземный сегмент системы содержит более 50 приемных станций.

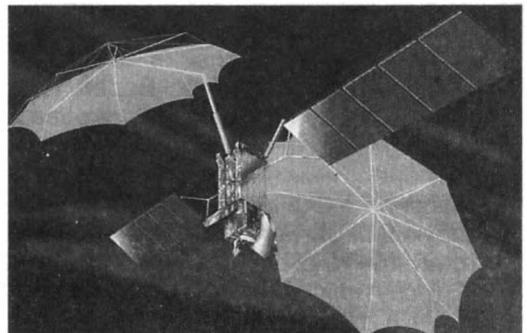


Спуск с орбиты российского разгонного блока "Фрегат" с помощью надувного тормозного устройства. Рисунок EADS.

16. Испытания нового разгонного блока (РБ) многократного включения "Фрегат" для выведения на рабочие орбиты КА. Создан в НПО им. С.А. Лавочкина (Земля и Вселенная, 1999, № 3). В первом запуске (№ 9А) от РБ отделились грузовой макет спутника (№ 9В) и демонстратор капсулы с высоким аэродинамическим качеством перспективных спускаемых аппаратов (разработан совместно с немецким концерном DASA). Демонстратор и "Фрегат" за счет надувного тормозного устройства совершили посадку на Землю. Во 2-м полете (№ 15А) выведен на орбиту габаритно-весовой макет связки из 2 КА "Cluster-2", созданный ESA для отработки технологии их запуска на орбиту.
17. Астрофизическая обсерватория для изучения небесных объектов в рентгеновском диапазоне. На борту установлены три типа приборов, созданных учеными США и Японии – рентгеновский спектрометр, 4 видовых рентгеновских спектрометра и детектор жестких рентгеновских лучей. КА не вышел на расчетную орбиту и прекратил существование, войдя в атмосферу.
18. Экипаж КК "Индевор" (STS-99) состоял из 6 астронавтов, в том числе ESA (ФРГ) и Японии. За 9 сут выполнена глобальная радиолокационная

съемка поверхности Земли и океанов. После 11 сут полета КК возвратил на Землю 332 кассеты данных о 99.98% поверхности планеты, а также результаты других экспериментов и приборы. Посадка состоялась 22 февраля.

19. Геостационарный спутник мобильной связи принадлежит индонезийской компании "Asia Cellular Satellite", обслуживает Азию, Ближний Восток, Европу и Северную Африку. Размещен в точке 123° в.д.
20. Геостационарный спутник связи принадлежит японской компании Space Communications Corp. и осуществляет прямое телевидение, сбор и передачу данных на всю Азию. Доставлен в точку "стояния" 162° в.д.
21. Геостационарные спутники связи (№№ 13А и 31А) серии из 3 КА, оборудованных французской электроникой, ретранслируют телепрограммы на территорию России, страны Восточной Европы и Центральной Азии. Размещены в точках 80° и 349° в.д.
22. Экспериментальный спутник для многоспектральной и стереоскопической съемки Земли с разрешением 5 м (в видимой части спектра) и 20 м (в инфракрасном диапазоне) в интересах Министерства энергетики США. На КА установлены телескоп, работающий в 15 спектральных диапазонах, и рентгеновский спектрометр. Пользователи данных – органи-

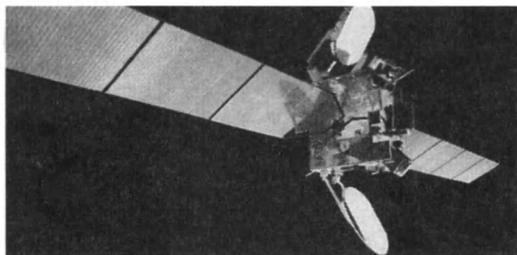


Индонезийский спутник связи "Garuda-1" на геостационарной орбите. Рисунок Lockheed Martin.

- зации, представляющие BBC, BMC, NASA, NOAA и университеты.
23. 1-й спутник мобильной связи серии из 10 КА, принадлежащий частной компании "ICO Global Communications". Потерян в результате аварии РН.
 24. Французско-американский геостационарный спутник "EuroStar 2000" для передачи цифрового радиовещания, Интернет и видеопрограмм на коммерческой основе. Выведен в точку 105° в.д.
 25. 7-й геостационарный спутник связи пятого поколения, обслуживающий территорию Индии. Занял точку "стояния" 83° в.д.
 26. Научный спутник для съемки магнитосферы в ультрафиолетовом диапазоне и радиозондирования плазменных облаков по Международной программе изучения солнечно-земных связей. На КА установлено 6 приборов.
 27. 28-я основная (последняя) экспедиция на ОК "Мир". Космонавты С.В. Залётин и А.Ю. Калери провели более 50 экспериментов и выход в открытый космос. 16 июня экипаж вернулся на Землю. Длительность полета – 73 сут.
 28. Российско-европейский геостационарный спутник непосредственного телевидения и связи создан по заказу Европейской организации "Eutelsat". Обслуживает территорию России, Африки и Азии. Выведен в точку 36° в.д.
 29. Геостационарный метеорологический спутник запущен в интересах Национального управления США по океанам и атмосфере. Ведет глобальную съемку облачного покрова и атмосферы. На КА установлен приемопередатчик системы поиска и спасения КОСПАС-SARSAT, регистрирующий сигналы бедствия. Занял точку 104° з.д.
 30. 22-й спутник пятого поколения военных КА тактической разведки типа "Янтарь-4КС1" и оптико-электронной разведки "Неман".
 31. 20-й военный геостационарный ИСЗ для обнаружения пусков баллистических ракет и ядерных взрывов. Параметры орбиты засекречены, даны их предполагаемые значения. Вероятные точки "стояния" – 38°, 145°, 165° з.д.
 32. Военные навигационные КА второго поколения (№№ 25А, 40А и 71А), входящие в спутниковую систему GPS (27 спутников в шести плоскостях). С высокой точностью определяют местоположение и время наземных, морских, воздушных и космических целей.
 33. Первый запуск РН "Рокот" с космодрома Плесецк. Испытание нового разгонного блока "Бриз-КМ". Макеты спутников связи низкоорбитальной системы (запущено 90 КА) международного консорциума "Iridium LLC",



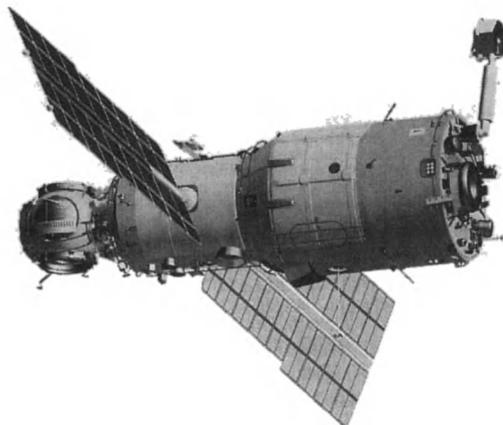
Старт американской РН "Delta-2" с космодрома Канаверал. Ракета использовалась для выведения военных навигационных КА "Navstar" (№№ 25А, 40А и 71А). Фото NASA.



Европейский многофункциональный телекоммуникационный спутник нового поколения "Eutelsat" (№№ 28А и 52А). Рисунок Aerospatiale.

- включающего 17 компаний из 8 стран (в том числе Россия).
34. 21-й полет КК "Атлантис" (STS-101). За 10 сут экипаж из 7 человек (среди них 2 женщины) выполнил ремонтно-профилактические работы и снабжение расходными материалами МКС. На станцию доставлена 2-я основная экспедиция, ее командир – российский космонавт. Посадка состоялась 29 мая.
 35. Первый запуск новой РН с российским двигателем РД-180. Геостационарные спутники нового поколения (№№ 28А и 52А) многофункциональных телекоммуникационных ИСЗ европейской организации "Eutelsat" для передачи программ цифрового телевидения на территорию Европы, Северной Африки и Ближнего Востока, выполнения там других услуг связи. Размещены в точке "стояния" соответственно 36° и 10° в.д.
 36. Геостационарный связной спутник осуществляет телефонную связь, радио- и цифровое телевидение на территорию России. Помещен в точку 145° в.д.
 37. Военно-экспериментальный КА, демонстрирующий работу аппаратуры в ИК-диапазоне и передачу информации по лазерной линии связи, а также изучающий свойства специальных материалов и окружающего космического пространства. На спутнике установлен телескоп-рефлектор для обнаружения полета самолетов и ракет.
 38. 3-й геостационарный метеорологический спутник для составления средне- и долгосрочных прогнозов погоды, мониторинга природных бедствий и изучения экологической обстановки в Китае. Доставлен в точку 105° в.д.
 39. 9-й навигационный спутник, входящий в международную космическую систему КОСПАС-SARSAT (поиск и спасение терпящих аварию судов и самолетов). Система позволяет пользователям определить с помощью радиобуев местонахождение с точностью до 80 м. В случае аварийных ситуаций сигналы ретранслируются на наземные станции, и данные передаются в службы спасения.
 40. Микроспутник многоспектральной съемки Земли в трех спектральных диапазонах с разрешением до 39 м и цифровой связи.
 41. Наноспутник (массой менее 10 кг) для отработки новой технологии и инспекции полета других КА на орбите. Снабжен 4 ультраминиатюрными видеокамерами наблюдения и навигационной системой.
 42. 8-й геостационарный спутник цифровой связи и ретрансляции данных нового поколения, запущен в интересах различных космических систем NASA и Министерства обороны США.
 43. Спутники связи (№№ 35А, 51А и 77А) принадлежат американской компании "Sirius Satellite Radio", входят в первую в мире систему цифрового спутникового радиовещания. Запущены на геосинхронные орбиты. Используются для ретрансляции радиопрограмм на территорию США.
 44. 10-й геостационарный военный спутник-ретранслятор второго поколения "Гейзер" системы специальной связи со спутниками-разведчиками "Поток", принадлежит Министерству обороны РФ. Занял место 80° в.д.
 45. Второй элемент российского сегмента МКС – служебный модуль "Звезда", обеспечивающий постоянное пребывание на станции экипажа из 3 космонавтов (Земля и Вселенная, 2000, № 6). Оснащен 4 стыковочными агрегатами для причаливания отече-

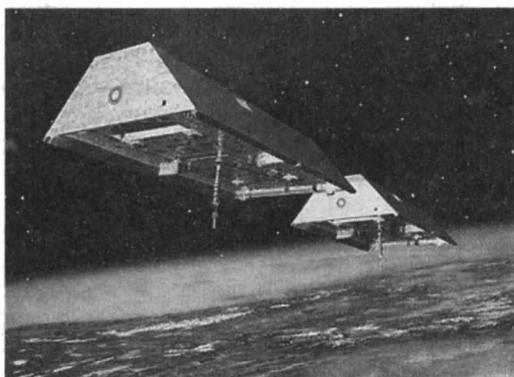
- ственных пилотируемых и грузовых кораблей.
46. Геостационарный ИСЗ связи американской корпорации "Echostar Communications" для прямого вещания до 500 цифровых телеканалов и видео-программ на территорию США. Доставлен в точку 241° в.д.
 47. Экспериментальный микроспутник перспективных технологий для проектов по изучению Земли, проведению научных и технических экспериментов.
 48. Научный спутник высокоточных измерений гравитационного и магнитного полей, а также изучения атмосферы и ионосферы Земли.
 49. Система из 4 научных спутников (№№ 41А, В и 45А, В) для изучения трехмерных характеристик мелко-масштабных процессов и структур в околоземной плазме (магнитосфере и межпланетной среде) и их изменения во времени (Земля и Вселенная, 2001, № 5).
 50. 1-й военный спутник в новой серии малых экспериментальных платформ Исследовательской лаборатории им. Филлипса ВВС США. На КА установлена аппаратура для проведения 10 экспериментов (в том числе многоспектральная съемка Земли и запуск с борта ИСЗ 2 пикоспутников, соединенных 30-см тросом).
 51. Геостационарные спутники связи американской корпорации "PanAm-Sat". КА обеспечивают вещание на страны Африки, Ближнего Востока и Азии. Выведены в точки "стояния" 302° (№ 43А) и 315° (№ 72А) в.д.
 52. Геостационарный спутник связи бразильской компании "Embratel" обеспечивает телефонную и факсимильную связь, передачу данных и телепрограмм на территорию Латинской Америки. Размещен в точке 268° в.д.
 53. Геостационарный спутник связи непосредственного телевещания и цифрового вещания на Северную Африку и Ближний Восток. Размещен в точке 353° в.д.
 54. Секретный спутник радиолокационной разведки запущен в интересах



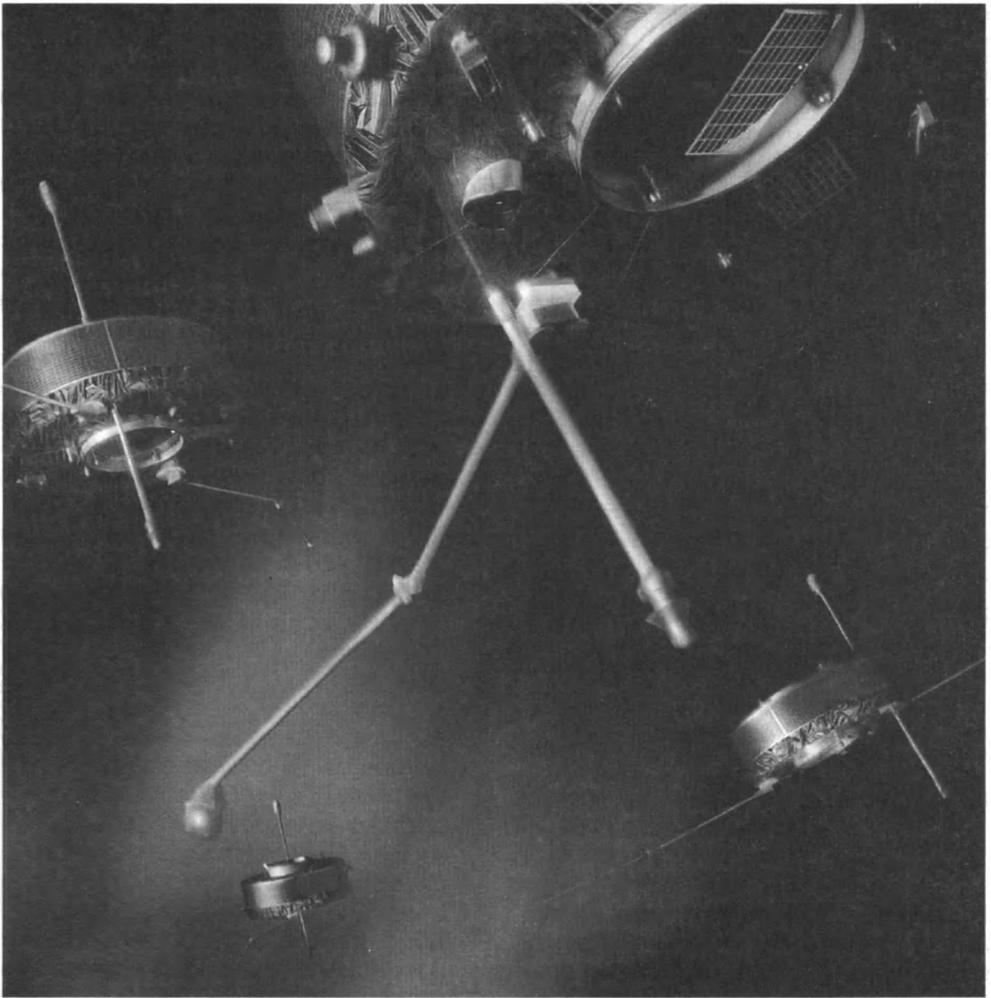
Российский служебный модуль "Звезда" – главное звено Международной космической станции. Рисунок РКК "Энергия".

Национального разведывательного управления США.

55. Демонстрационный запуск новой РН с КА-имитатором габаритно-весового макета геостационарного спутника связи "Orion-3", аварийный старт которого состоялся в 1999 г. Спутник принадлежит американской компании "Loral Skynet". Макет запущен на геопереходную орбиту.
56. Геостационарный спутник военной связи третьего поколения входит в



Немецкий научный спутник для изучения гравитационного и магнитного полей Земли "CHAMP". Рисунок Astrium.



Квартет европейских научных спутников "Cluster-2" исследует земную магнитосферу. Рисунок ESA.

единую космическую систему секретной спутниковой связи. Переведен в точку "стояния" 49° в.д.

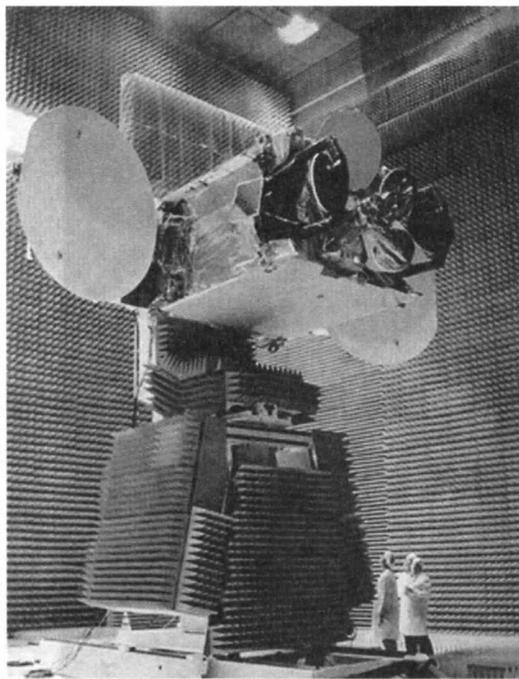
57. Спутник для проведения научных экспериментов и дистанционного зондирования Земли.

58. 22-й полет КК "Атлантис" (программа STS-106) с международным экипажем из 7 человек (среди них 2 российских космонавта). Корабль доставил на МКС оборудование для модуля "Звезда" и расходные материалы

для 1-й основной экспедиции. Посадка состоялась 20 сентября.

59. 8-й и 9-й спутники (№№ 54А и 81А) непосредственного телевидения (аналоговые и цифровые каналы), принадлежащие компании Люксембурга, созданы американской фирмой "Hughes Space & Communications". Доставлены в точку 28.2° в.д.

60. 4 коммерческих спутника (№№ 54В, 59А, 67А и 81В) международной компании "GE American Communications", используются для телефонной связи, телевидения и передачи сообщений в пределах США и Канады. Точки "стояния" соответственно – 223° ; 108.2° ; 258.3° и 28.2° в.д.

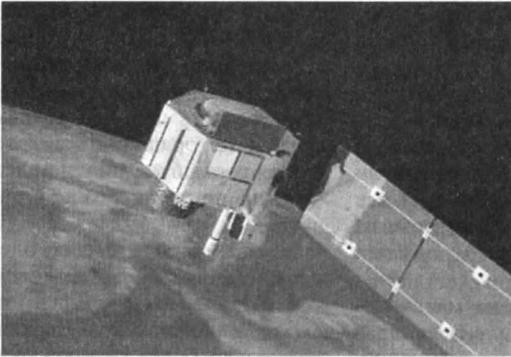


Спутники непосредственного телевидения "Astra-2B и -2D" (№№ 54А и 81А), принадлежащие компании Люксембурга (во время сборки). Фото "Astrium".

61. 2-й в серии из 5 оперативных полярных спутников наблюдения окружающей среды, запущен в интересах Национального управления США по океанам и атмосфере (NOAA).
62. Военный спутник широкополосного детального и обзорного фотонаблюдения с повышенной оперативностью доставки информации на втором этапе развертывания "Орлец".
63. 1-й малазийский микроспутник для съемки Земли с помощью 4 фотокамер и мониторинга радиационной обстановки, оснащен навигационной системой.
64. Научный микроспутник измерил УФ-излучение северного полярного сияния и изучил микрогравитацию, осуществил мобильную телефонию и ретрансляцию сигналов в коммерческих целях.
65. Научный микроспутник исследования микрочастиц и съемки Земли с помощью телекамеры разрешением 5 км создан студентами Римского университета.
66. Первые 2 микроспутника Саудовской Аравии для научных исследований и радиолокационной связи.
67. Военный топографический КА "Комета" типа "Янтарь-1КФТ".
68. Геостационарный спутник связи ретрансляции телепрограмм, мультимедиа и Интернет на территории Японии. Выведен в точку 110° в.д.
69. Научный спутник для изучения гамма-всплесков и обзора рентгеновского неба (Земля и Вселенная, 2001, № 5). Запуск КА произведен над ракетным полигоном Кваджалейн Армии США в Тихом океане.
70. 100-й полет по программе "Спейс Шаттл". 28-й полет КК "Дискавери" (программа STS-92) с 7 астронавтами (в том числе японский астронавт). Доставка на МКС модуля Z1 и адаптера РМА-3. Посадка состоялась 24 октября.
71. Военные навигационные спутники (№№ 63А-С) входят в космическую систему ГЛОНАСС (глобальная навигационная спутниковая система) из 24 КА, обращающихся в трех орбитальных плоскостях. Система обеспечивает высокоточное определение местоположения объектов и их привязку к шкале единого времени.
72. 5-й запуск по программе "Морской старт" вблизи о. Рождества в Тихом океане. Геостационарный спутник связи с помощью двухрежимных (спутниковый и сотовый) мобильных телефонов и таксофонов, передачи данных и услуг навигационной системы. Обслуживает страны Европы, Северной и Центральной Африки, Ближнего Востока и Центральной Азии. Занял точку 44° в.д.
73. 100-й запуск РН "Ариан-4". Геостационарный спутник связи непосредственного телевидения и интерактивных услуг в сельских районах Европы, Южной Азии и Африки. Доставлен в точку 45° в.д.
74. Первые китайские навигационные геостационарные спутники (№№ 69А

и 82А). Выведены в точки “стояния” 140° и 80° в.д.

75. Радиололюбительский спутник с цифровой системой связи и измерения космических лучей.
76. Военно-исследовательские микро-спутники для изучения поведения в космосе новых материалов в интересах Министерства обороны Великобритании.
77. Спутник высокодетальной съемки Земли (в том числе стереоскопической) с разрешением до 3.2 м американской компании “Earth Watch”.
78. Экспериментальный КА перспективных технологий и дистанционного зондирования Земли создан NASA в рамках программы “New Millennium”.



Экспериментальный КА для изучения перспективных технологий и дистанционного зондирования Земли “Earth Observing-1”. Рисунок NASA.

79. 3-й аргентинский экспериментальный микро-спутник дистанционного зондирования Земли.
80. Наноспутник для изучения полярных сияний и “космической погоды” над Северным и Южным полушариями создан Шведским институтом косми-

ческой физики и студентами Университета Умеа и Лулеа.

81. Геостационарный спутник связи обеспечивает передачу данных и радиопередач в Северной Америке, принадлежит канадской компании “Telesat Canada”. Переведен в точку 252.7° в.д.
82. 15-й полет КК “Индевор”. Экипаж состоял из 5 астронавтов (в том числе астронавт Канады). За 11 сут экспедиция провела монтаж модуля Р6 для энергопитания и терморегулирования МКС. Посадка состоялась 11 декабря.
83. Самый легкий в мире КА детального наблюдения и съемки Земли с разрешением до 1.8 м создан на израильском предприятии “Мабат”.
84. Секретный геостационарный спутник ретрансляции специальной информации третьего поколения в интересах Национального разведывательного управления США. Параметры орбиты засекречены, даны их предполагаемые значения. Вероятная точка “стояния” 63.4° в.д.
85. Экспериментальный антенный модуль демонстрировал развертывание антенны для перспективного японского спутника связи.
86. Спутники электронной почты низкоорбитальной системы связи. Не вышли на заданную орбиту из-за аварии РН.
87. Военные спутники связи запущены в интересах Главного разведывательного управления Генерального штаба Министерства обороны РФ. Потеряны в результате аварии РН.

(По материалам NASA, ESA, “Astrium”, DASA и CNES, бюллетеня “COSPAR” и журналов “Spaceflight”, “Flieger Revue” и “Новости космонавтики” за 2000–01 гг.)

С.А. АСТРОВ

Быстро ли рождаются планеты?

Как известно, приборы, установленные на борту Космического Телескопа им. Хаббла (КТХ), зарегистрировали не один газопылевой торообразный диск. Считается, что в таких дисках содержится “сырье”, из которого предстоит возникнуть планетам. Одновременно открывались внесолнечные планеты. Однако до сих пор было не ясно, как в действительности скопление протопланетных веществ превращается в “готовую продукцию” – новое небесное тело. Похоже, такой процесс удалось зарегистрировать и объяснить группе научных сотрудников Юго-Западного исследовательского института в Боулдере (штат Колорадо) во главе с Г. Троопом и Университета штата Колорадо во главе с Дж. Балли.

Вначале, ученые заметили, что шесть известных ранее протопланетных дисков в созвездии Ориона в радиодиапазоне 1.3 мм почему-то не наблюдаются. Они предположили: частицы, составляющие диск, обладают необычно низкой общей поверхностной площадью (для этого диаметры их не должны превышать несколько сантиметров).

Просмотрев множество изображений, полученных с КТХ, ученые установили, как излу-

чение в видимой и инфракрасной полосах спектра проникает сквозь крупнейший околозвездный диск туманности Ориона, именуемой 114-426. Измерения степени рассеяния этого излучения данным диском в различных диапазонах частот показали, что средний диаметр частиц в нем составляет, по меньшей мере, 5 мкм, т.е. в 25–50 раз больше, чем в обычных околозвездных дисках.

Отсюда был сделан вывод: за 100 тыс. лет со времени образования туманности 114-426 многие частицы успели слиться, что необходимо для последующего рождения планеты. Но как объединяющиеся частицы сохранились под мощным воздействием ультрафиолетового излучения, идущего от наиболее раскаленных и массивных молодых звезд Ориона? Особенно велико это излучение у звезд *O* и *B*, способное разорвать в клочья газопылевые диски, не давая им превратиться в планетезимали (“зародыши” планет)... И все же мы видим, что некоторые из дисков “выживают” и нормально развиваются.

Была построена математическая модель, учитывающая все известные факторы подобных процессов, в том числе типичную массу диска, изначальный размер входящих в его состав частиц, источники ионизации и т.п. В результате удалось установить степень распространности различных газов, ледяных частиц и силикатов и их распределение по размерам в то или иное время существования диска. Оказалось, что всего за время порядка 1 млн. лет “сырье”, пригодное для “изготовления” планет, испарилось из области, отстоящей более

чем на 40 а. е. от звезды, расположенной в центре диска. Напомним, что именно таковы размеры области Солнечной системы, простирающейся до орбиты Плутона.

Однако во внутренних кольцах диска, где силы тяготения особенно велики, а пылевые скопления отличаются большей плотностью, сталкивающиеся частицы способны, как оказалось, образовывать сравнительно прочные зерна, а те – состоящие из силикатов более крупные, метровые в поперечнике, соединения всего за 100 тыс. лет. Именно такие космические “булыжники” в состоянии “выживать” даже в условиях мощной фотонной бомбардировки со стороны звезды, хотя спустя 1 млн. лет, ни лед, ни газ в этой области уже не встречаются. Словом, как говорит Г. Трооп, “если вы намерены создать планету, то вам следует поторапливаться, а то спустя первый же миллион лет от диска почти ничего не останется”.

Новые данные высоко оценены известным планетологом Дж. Марси из Университета штата Калифорния в Беркли. Несколько более осторожно о них высказался видный астрофизик Р. О’Делл из Вандербиловского университета в Нешвилле (штат Теннесси). По его мнению, прежде всего необходимо получить более убедительные доказательства, что новые небесные тела могут рождаться столь быстро даже в тяжелых для них условиях воздействия внешних факторов.

Science, 2001, 292, 618

Роль вулканов в жизни Марса

Самая заметная деталь Западного полушария Марса – грандиозная возвышенность Тарсис, высота которой достигает уникальных и для Земли 10 км. Площадь этого поднятия близка к 30 млн. км², т.е. втрое больше всей “земной” Европы. Установлено, что в центре Тарсиса некогда существовал действующий вулкан. Выброшенные им породы создали вокруг него это нагорье и образовали чрезвычайно сильно пересеченную местность, включающую многочисленные разломы, вызванные мощной “добавочной” нагрузкой на литосферу под давлением обильных излияний лавы.

Исследования того, в какой мере и как влияло это горное сооружение на общее строение, поле тяготения, климат и фигуру Марса, провели под руководством Р.Дж. Филлипа из Центра космических наук им. МакДоннелла при Университете им. Вашингтона в Сент-Луисе (штат Миссури) М.Т. Зубер из Массачусетского технологического института в Кембридже (США) и Ш.С. Соломона из Института им. Карнеги в Вашингтоне, сотрудники Лаборатории реактивного движения NASA (Пасадена, штат Калифорния) и Университета штата Колорадо в Боулдере. Их работа основана на анализе данных, полученных с борта космического аппарата “Mars Global Surveyor”, сфотографировавшего почти всю поверхность планеты.

Ученые приняли, что толщина внешней, подверженной деформации, оболочки Марса

составляет около 100 км, а толщина его коры близка к 50 км. Наблюдениями установлено, что вокруг возвышенности Тарсис существует кольцо аномалий силы тяжести, причем на северо-запад, северо-восток и восток от него она отличается низкими показателями, а на юг – относительно высокими. Вокруг почти всего Тарсиса идет глубокий трог (корытообразная в сечении долина), что и предсказывало математическое моделирование.

Эта депрессия простирается также на восток, достигает бассейна Аргир, порожденного некогда падением небесного тела, затем касается равнин Хриза и Асидалия и выходит к Северному Полярному бассейну. На северо-запад от возвышенности в систему этого трога включены равнины Аркадия и Амазонис. К юго-западу же депрессия становится все менее ярко выраженной.

Тот факт, что кольцо отрицательных аномалий силы тяжести превалирует на юго-запад от Тарсиса, говорит в пользу предположения, согласно которому здешняя гравитационная характеристика зависит не только от топографии. Возможно, трог заполнялся осадочными породами, обладавшими меньшей плотностью, чем у среднего материала коры.

Большой интерес вызывает антипод Тарсиса – крупная возвышенность Аравия, располагающаяся точно напротив него на обратной стороне Марса. Она протягивается вплоть до бассейна Утопия на севере планеты.

Известная двойственность топографии Марса, состоящая в том, что на его севере в основном расположены низменности, а на юге – возвышенности, очевидно, не связана с нагрузками, вызванными появлением Тарсиса. Но аномально широкая западная кромка бассейна Утопия все же может быть результатом воздействия его нагрузки. Не исключено, что именно

она породила характерный, обращенный в сторону южного полюса, склон ударного бассейна Эллада.

В любом случае, авторы работы считают, что все гравитационное поле Красной планеты в значительнейшей мере формировалось под влиянием возвышенности Тарсис и связанной с ним глобальной деформацией Марса, произошедшей на ранней стадии его существования...

На основании подсчета числа ударных кратеров и анализа их расположения геологическую историю планеты можно разделить на следующие эпохи: наиболее древнюю нойскую (от имени библейского пророка Ноя), гесперийскую (в честь героинь античного мифа, сестер-хранительниц яблок бессмертия) и, последнюю по времени, амазонскую (чье название, естественно, произведено от легендарного племени женщин-воительниц)...

Как радиальные, так и концентрические структуры, относящиеся к Тарсису, образуют основные тектонические черты всего региона. Примерно половина из них датируется нойской эпохой. Границы этих эпох пролегают примерно между 3.5–3.8 млрд. лет назад для нойско-гесперийской и 1.8–3.55 млрд. лет назад – для гесперийско-амазонской.

Очевидно, пик вулканической активности на Красной планете приходился на ранний период. Лишь к концу нойской эпохи существенная нагрузка, связанная с возникновением Тарсиса, начала глобально ощущаться. Именно с тех пор и существуют Тарсисский трог и Аравийский выступ планетарной коры.

В последние годы внимание привлекают характерные для Марса системы долин и “каналов”. Их сходство с руслами земных рек обычно объясняют эрозией, вызванной потоками влаги. Большая часть этой системы располагается среди юж-

ных возвышенностей нойской возраста. Здесь наблюдаются следы крупных русел рек и их многочисленных притоков. Почти все истоки находятся на возвышенности Тарсис, а “падают” реки в его троп.

Самого высокого уровня эрозия на Марсе достигла в конце нойской эпохи. Это был, очевидно, период интенсивнейших преобразований тамошнего ландшафта, в которых активную роль могли играть поверхностные или близкие к поверхности воды. Если это так, то на Красной планете климат был значительно более теплым и влажным, чем ныне.

Возможно, на климат нойской эпохи повлияли массовые выбросы в атмосферу CO_2 и H_2O , связанные с излиянием магмы, породившей возвышенность Тарсис.

Учитывая 100-км толщину упругой литосферы, исследователи дают оценку объему изверженных тогда пород ($3 \cdot 10^8 \text{ км}^3$, что при равномерном распределении по всей поверхности планеты образовало бы слой толщиной в 2 км). Если содержание воды в этих породах было таким же, как в базальтовых лавах Гавайских вулканов, то на Марсе могли возникнуть атмосфера с давлением около 1.5 бар

CO_2 и глобальный океан глубиной 120 м. Летучих веществ было бы достаточно, чтобы температура атмосферы поднялась до уровня, при котором вода существовала бы на поверхности.

Такие условия могли быть там, скорее всего, в конце нойской эпохи, после чего излияние вулканического вещества пошло на убыль, CO_2 и H_2O стали покидать атмосферу и воздушная оболочка менее чем за несколько миллионов лет резко сократилась.

Science, 2001, 291, 2587

Информация

Климат прошлых тысячелетий

Научные сотрудники Университета штата Калифорния в Санта-Барбаре Д.У. Ли, Д.К. Пак и Х. Дж. Сперо в 70–90-х гг. выполнили исследования по международному проекту “CLIMAP” (Climate Long-Range Investigation Mapping and Prediction – Исследование долгосрочных тенденций климата, его картирование и прогноз). На основании статистики изменений в отложениях ископаемых остатков микропланктона они впервые реконструировали глобальный процесс динамики физического состояния поверхностного слоя морей в период максимума последнего оледенения. Но некоторые полученные тогда выводы оказались

противоречивыми. Соотношения различных изотопов кислорода в ископаемых микроскопических организмах зависят, как выяснилось, не только от температуры, но и от интенсивности осадков и испарения.

Д.У. Ли с коллегами использовали относительно новую методику палеотермометрии. Она основана на определении соотношения магния и кальция, а также стабильных изотопов кислорода в ископаемом планктоне. Кальциевые раковины тропического происхождения содержат магния больше, чем субполярные. Лишь недавно установлена четкая экспоненциальная связь подобных пропорций с температурой в пределах одного вида фораминифер.

Новый палеотермометрический метод обеспечивает точность примерно до 0.5°C , что до сих пор было невозможно. В результате установлено: в период последнего оледенения поверхностный слой экваториальных

вод Тихого океана охладился на $2.9^\circ (\pm 0.4^\circ)\text{C}$ и максимальное похолодание за последние 450 тыс. лет составило 4°C . В тропиках охлаждение шло синхронно с температурными изменениями в атмосфере над Антарктидой, о чем свидетельствуют данные измерений содержания дейтерия во льду, полученные на российской южно-полярной станции Восток.

Потепление же поверхностного слоя воды в тропиках началось еще за 3–5 тыс. лет до исчезновения ледникового покрова в Северном полушарии. Поэтому авторы особенно подчеркивают роль тихоокеанской тропической зоны в происходивших тогда климатических изменениях.

Новая методика позволит проверить выводы калифорнийских ученых и выяснить возможность ее применения в иных географических и климатических зонах Земли.

Science, 2000, 489, 1698, 1719

Ф.СП-1

АБОНЕМЕНТ

70336

(индекс издания)

на газету
на журнал

Земля и Вселенная

(наименование издания)

Количество
комплектов

на ___ 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

(индекс издания)

на газету
на журнал

ПВ место литер

Земля и Вселенная

(наименование издания)

Стои- мость	подписки пере- адресовки	___ руб. ___ коп.	Количество комплектов
		___ руб. ___ коп.	

на ___ год по месяцам:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Куда

(почтовый индекс)

(адрес)

Кому

(фамилия, инициалы)

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу зеленого цвета “Пресса России” (I полугодие 2002 г., с. 197) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

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

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

Сдано в набор 05.11.2001 Подписано в печать 05.01.2002. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать Уч.-изд. л. 12.2 Усл.печ. л. 9.1 Усл.кр.-отт. 9.2 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 897 экз. Заказ № 4865

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

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





“Наука”
Индекс 70336