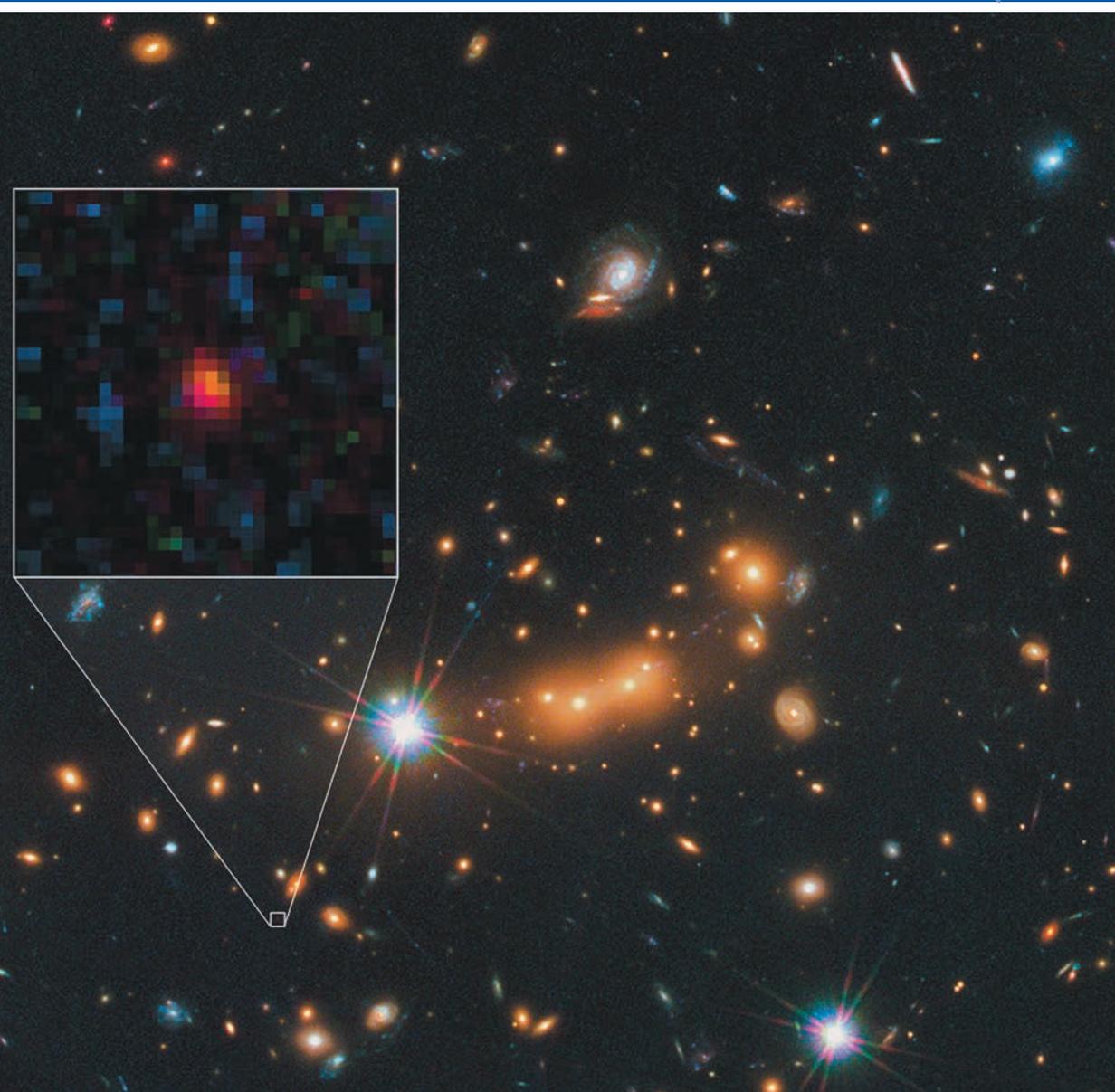


ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАРТ-АПРЕЛЬ 2/2013





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

Земля и Вселенная

2/2013



Новости науки и другая информация: Солнце в октябре – ноябре 2012 г. [33]; «Кассини»: фотографии Дионы и Мефоны [45]; Необычная галактика [50]; «Радиоастрон»: конкурс проектов [58]; Найдена землеподобная планета [70]; Открыта самая древняя галактика [82]; Два события в один день [88]; Российские школьники – победители олимпиады [96]; Ураган Сэнди [101]; Астероид или комета? [103]; Полет МКС в августе – декабре 2012 г. [104]; «Вояджер-1» за пределами Солнечной системы [108]; Прыжок из стратосферы [109]; Северная Корея – десятая космическая держава [111]

В номере:

- 3 ЛУКАШ В.Н., МИХЕЕВА Е.В., СТРОКОВ В.Н. Черно-белые дыры и космогенезис
21 ДУБИНИН М.Н., САВРИН В.И. Новая частица – бозон Хиггса?

ЛЮДИ НАУКИ

- 36 КОЗЕНКО А.В., ГЕРАСИУТИН С.А. Эммануэль Сведенборг (к 325-летию со дня рождения)
46 ПАНАСЮК М.И., РОМАНОВСКИЙ Е.А. Дмитрий Владимирович Скобельцын (к 120-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 51 САХИБУЛЛИН Н.А., НЕФЕДЬЕВ Ю.А. Международная конференция по астрофизике

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 59 ПЕЧЕРСКИЙ Д.М. Магнитные минералы из космоса
71 СИНЯВСКИЙ В.В. Перспективы освоения Луны

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 83 КУЗНЕЦОВ А.В. Небесный календарь: май – июнь 2013 г.

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 89 ГЕРАСИУТИН С.А. Земляне исследуют Марс

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

- 97 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Сейсмичность Земли в марте – декабре 2012 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 Science; popular, current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Edition V.K. Abalakin; Deputy Editor V.M. Kotlyakov

На стр. 1 обложки: Сверхмассивное скопление галактик MACS J0647+7015 в созвездии Жирафа. Во врезке: галактика MACS 0647-JD (13,3 млрд лет), самая древняя в этом скоплении. Снимки сделаны 5 октября и 29 ноября 2011 г. KTX. Фото NASA (к стр. 82).

На стр. 2 обложки: Спутник Сатурна Диона. Изображение составлено из снимков, полученных в апреле 2010 г. АМС «Кассини». Фото NASA (к стр. 45).

На стр. 3 обложки: Вверху: планетарная туманность Fleming 1 (10 тыс. св. лет от нас в созвездии Центавра), открытая в 1910 г. шотландским астрономом В. Флемингом. Газовые облака вокруг двух белых карликов (в центре туманности) светятся за счет излучения звезд. Снимок получен 8 ноября 2012 г. с помощью телескопа VLT Европейской Южной Обсерватории. Фото ESO. Внизу: спиральная галактика NGC 660 с перемычкой и полярным кольцом (20 млн св. лет от нас в созвездии Рыб). Снимок получен 18 октября 2012 г. с помощью 8,1-м телескопа Джемини Обсерватории Мауна Кеа (Гавайи). Фото Гавайского университета (к стр. 50).

На стр. 4 обложки: Экипаж МКС-34/35: К. Форд (США) и К. Хадфилд (Канада), во втором ряду – О.В. Новицкий, Е.И. Тарелкин, Р.Ю. Романенко (Россия) и Т. Маршбёрн (США). Фото NASA (к стр. 104).

In this issue:

3 LUKASH V.N., MIKHEEVA E.V., STROKOV V.N. Black/White Holes and Cosmogogenesis

21 DUBININ M.N., SAVRIN V.I. New Particle – Higgs Boson?

PEOPLE OF SCIENCE

36 KOZENKO A.V., GERASYUTIN S.A. Emanuel Swedenborg (to the 325th Anniversary of Birth)

46 PANASYUK M.I., ROMANOVSKY E.A. Dmitry Vladimirovitch Skobeltsyn (to the 120th Anniversary of Birth)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

51 SAKHIBULLIN N.A., NEFEDYEV Yu.A. International Conference of Astrophysics

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

59 PECHERSKY D.M. Magnetic Minerals from Space

71 SINYAVSKY V.V. Perspectives of Development of a Moon

AMATEUR ASTRONOMY

83 KUZNETSOV A.V. Celestial Calendar: May–June 2013

ON THE EXHIBITIONS AND MUSEUMS

89 GERASYUTIN S.A. People of Earth exploring Mars

CHRONICLES OF THE EARTH'S SEISMICITY

97 STAROVOYT O.E., CHEPKUNAS A.S., KOLOMIETS M.V. Seismicity of the Earth in March – December 2012

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,

доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,

кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,

член-корр. РАН А.А. МАЛОВИЧКО, доктор физ.-мат. наук И.Г. МИТРОФАНОВ,

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 физ.-мат. наук М.В. РОДКИН, доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,

член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,

кандидат физ.-мат. наук О.С. УГОЛЬНИКОВ, член-корр. РАН В.П. САВИНЫХ,

академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Черно-белые дыры и космогенезис

В.Н. ЛУКАШ,
доктор физико-математических наук
Е.В. МИХЕЕВА,
кандидат физико-математических наук
В.Н. СТРОКОВ,
кандидат физико-математических наук
Астрокосмический центр ФИАН



В статье предложена новая концепция генерации вселенных, основанная на моделях черно-белых дыр с интегрируемыми сингулярностями. Эти геометрические структуры формируются в родительской внешней вселенной как обычные черные дыры в Общей теории относительности (ОТО), но их внут-

ренние области эволюционируют с течением времени в расширяющиеся белые дыры, которые и есть дочерние вселенные. В рассматриваемых нами моделях внутри сжимающейся черной дыры возникает динамический поток эффективной материи. После прохождения промежуточной кратковременной стадии эво-

люции с ограниченными приливными силами и конечным гравитационным полем, но расходящимся продольным натяжением материи (интегрируемая сингулярность), поток эволюционирует в стадию объемного расширения внутри белой дыры. Пространственно-временная область белой дыры порождается ма-

териальным потоком, имеющим все признаки однородной космологии, начавшей свое расширение от момента возникновения интегрируемой сингулярности. Физической причиной образования интегрируемой сингулярности является квантово-гравитационный эффект параметрического рож-

дения материи в быстропеременном гравитационном поле черной дыры. В результате этого процесса новая материя гравитационно воздействует обратно на метрику и перестраивает ее таким образом, что сохраняется понятие среднего пространства-времени всюду, в том числе и в самой

сингулярности. В предложенной нами концепции Гипервселенной (астрогенной космологии) прародителями новых вселенных являются коллапсирующие компактные системы, например звезды, закончившие свою эволюцию в родительской вселенной и образовавшие черные дыры.

ПРОБЛЕМА КОСМОГЕНЕЗИСА

Данная проблема одна из важнейших в космологии. Традиционно она понимается как проблема происхождения Вселенной или, более широко, вообще вселенных. Содержание такого определения зависит от космологической картины мира, которая долгое время оставалась неоднозначной. Развитие инструментальных и наблюдательных воз-

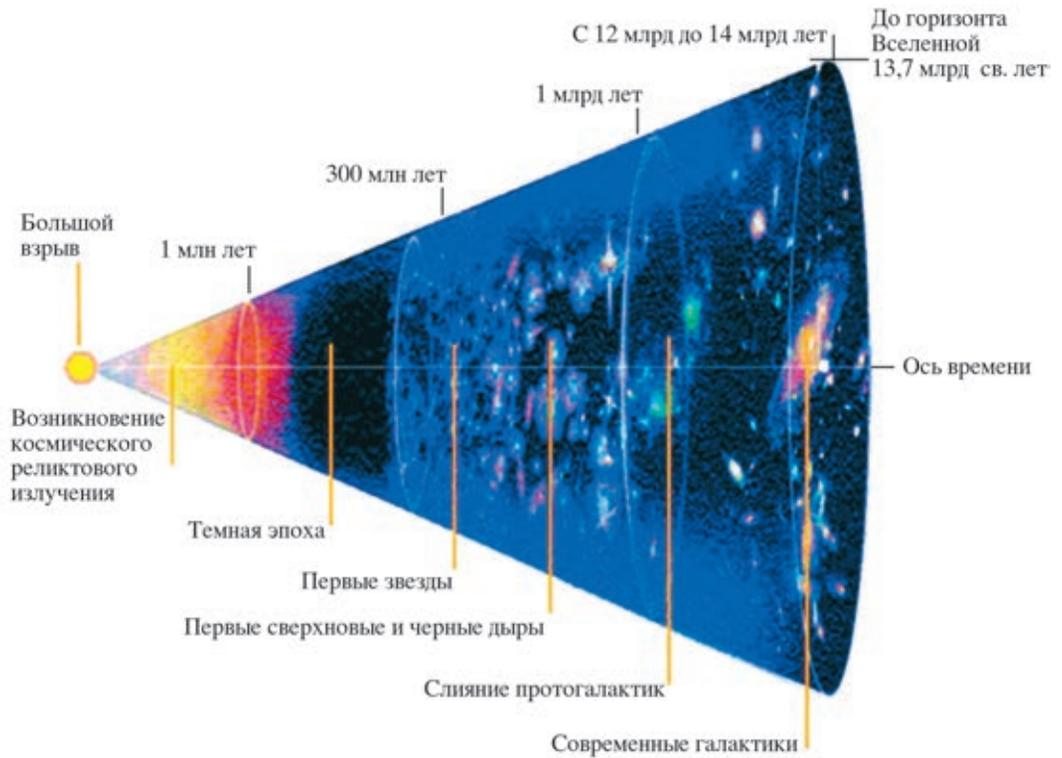
можностей привело к созданию на рубеже XX–XXI вв. космологической стандартной модели Вселенной (КСМ), тем самым проблема космогенезиса обрела наконец строгую научную постановку. Если экстраполировать КСМ в прошлое, считая, что ОТО остается верна при больших энергиях, выясняется, что ранняя Вселенная находилась в определенном эволюционном состоянии, требующем задания внеш-

них начальных условий, а именно в состоянии объемного расширения от сверхбольших плотностей (Земля и Вселенная, 2009, № 2). Как реализовались такие начальные условия? На этот вопрос и должна отвечать любая концепция космогенезиса.

В контексте КСМ речь идет о возникновении расширяющегося потока материи, имеющего большой размер (далее горизонта видимости), наблюдаемую симметрию (слабовозмущенная модель Фридмана) и относительно малое время существования (около 13 млрд лет). Внутреннюю, доступную наблюдению часть этого потока мы и называем Вселенной. Сразу оговоримся, что размер и симметрия не связаны с космогенезисом, а являются следствием инфляции – про-



Гравюра К. Фламариона, как нельзя лучше отражающая извечное стремление человека продвинуться за грань известного.



Стандартный сценарий эволюции Вселенной. Вдоль оси времени слева направо указаны основные этапы от Большого взрыва до современности.

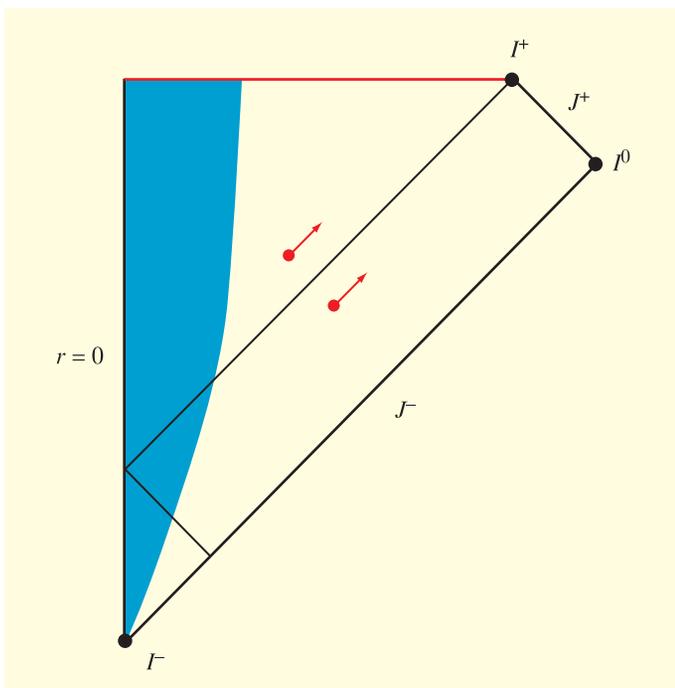
межучетной стадии ускоренного расширения, которая на раннем этапе эволюции Вселенной (по оценкам, около 10^{-35} с) растянула и сгладила поток материи, а также сделала его в высокой степени изотропным. Что же касается доинфляционной эпохи, то остается невыясненным, с чего началось расширение этого потока с одновременным уменьшением с течением времени его плотности.

Таким образом, размер и симметрия не столь важны для характеристики космогенезиса, как начальная однородность и конечный возраст космологического потока (иначе говоря, возраст Вселенной), говорящий о факте его рождения в некоторый момент времени. Мы можем предположить, что такое событие – прохождение системой сверхбольших плотностей с последующим расширением – не уникально и должно естественно возникнуть в результате действия некоего общего механизма гравитационной генерации вселенных. Тот факт, что мы не видим другие вселенные, можно объяснить сложной

топологией геометрического устройства мира и большим размером наблюдаемой Вселенной.

СИНГУЛЯРНОСТЬ – КЛЮЧ К КОСМОГЕНЕЗИСУ

Вплоть до недавнего времени существовало две основные концепции рождения Вселенной. Согласно первой, наш мир возник из “точки” – сингулярности, которая характеризуется бесконечно высокой плотностью энергии и бесконечной пространственно-временной кривизной. Такая сингулярность неизбежно возникает математически, если мысленно обратить вспять наблюдаемое расширение Вселенной, предполагая, что



Геодезическая карта пространства-времени коллапсирующей звезды с образованием черной дыры (диаграмма Пенроуза). Траектории света на ней – линии, наклоненные под углом 45° , время отсчитывается по вертикали снизу вверх от прошлого к будущему, расстояние от центра звезды – по горизонтали. Голубая область занята материей звезды, красная линия – сингулярность черной дыры, стрелки – частицы от звезды, находящиеся вне (уход в бесконечность) и внутри (падение на сингулярность) черной дыры, буквы (см. также последующие рисунки) – границы пространства-времени для внешнего наблюдателя.

ее симметрия сохраняется. Поскольку, согласно принципу Коперника, наше существование в этом мире ничем не выделено, эту простейшую картину рождения Вселенной пытались “доработать”, стараясь каким-то образом обойти сингулярность.

Так, уже более 40 лет развивается концепция осциллирующей, или циклической Вселенной, основанная на гипотезе отскоков (например, модель английского математика-космолога Р. Пенроуза). В соответствии с данной концепцией Вселенная проходит в своей истории бесконечное число циклов: расширение вещества в некоторый момент времени сменяется сжатием почти до син-

гулярности, затем опять наступает расширение. Ряд таких циклов повторяется множество раз, в прошлом и будущем. Эта концепция, несмотря на наглядность, имеет серьезные недостатки. Во-первых, предположение о том, что однажды расширение нашего мира сменится сжатием, противоречит современным наблюдательным данным. Во-вторых, в ней отсутствует физический механизм, который позволил бы Вселенной совершать такие колебательные движения.

Пионерская работа члена корреспондента РАН И.Д. Новикова об эволюции коллапсирующего электрически заряженного шара продемонстрировала принципиальную возмож-

ность отскока материи от сверхплотного состояния (смены сжатия на расширение) и вдохновила поколения исследователей на поиск более простых режимов отскока от сингулярности. Однако попытки обойти сингулярность не привели к успеху, поскольку взамен приходилось постулировать определенные свойства вещества в экстремальных условиях, например ограничение плотности или, для рождения Вселенной из “ничего”, существование сверхплотного вакуума высокой симметрии. Такие дополнительные требования подменяли начальные условия в ранней Вселенной.

Другой подход к проблеме космогенезиса – это гипотеза самовоспро-

изводящихся вселенных, предложенная российским физиком-космологом, профессором Стэнфордского университета США А.Д. Линде. Согласно его идее, мир можно представить как кипящий в котле бульон высокой плотности. В бульоне возникают пузыри, которые могут снова схлопнуться в сверхплотное состояние или же начать расширяться, причем расширение будет длительным, в зависимости от начальных условий. Предполагается, что характеристики пузырей (включая значения фундаментальных констант), представляющих собой новые миры, обладают некоторым спектром и меняются в широком диапазоне. В рамках этой гипотезы остается неясным происхождение бульона и то, насколько часто реализуются начальные условия, приводящие к появлению вселенных нашего типа. По сути, гипотеза “бульона” – это реинкарнация “любимой” идеи человечества о стационарной и вечной вселенной (вспомним хотя бы “величайшую ошибку” А. Эйнштейна о лямбда-члене или модель “steady-state” Ф. Хойла, предполагающую, что во Вселенной непрерывно генерируется вещество посредством некоторого неизвестного механизма).

Предпринимались и другие попытки “уйти” от сингулярности, но цена всегда была высо-

кой. Приходилось постулировать либо наличие сверхплотных (субпланковских) состояний материи, либо возникновение “отскоков” с фридмановской симметрией от состояний высокой плотности, требующих введения дополнительных гипотез о поведении вещества в экстремальных условиях ранней Вселенной.

По нашему мнению, остается единственная возможность: предположить, что временная сингулярность на самом деле неизбежна и жизненно необходима для космогенезиса. В этом случае наличие сингулярности превращается из недостатка в преимущество, а ее образование и эволюция дают ключ к разгадке проблемы космогенезиса! Следовательно, теперь надо не изгонять сингулярности из космологических моделей, а, наоборот, искать гравитационные механизмы их воспроизводства. В том числе необходимо понять, как через них можно продлить пространство-время и что скрывается в будущем за этими особыми областями.

ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ И ТЕОРЕМЫ О СИНГУЛЯРНОСТЯХ

Именно в этом русле и лежит третья концепция космогенезиса, предложенная авторами статьи. Как образовать сингулярность и где ее найти? Ответ прост. Сингулярность образуется в результате гравитационно-

го коллапса какого-либо компактного объекта и находится внутри возникшей черной дыры. Самый простой пример коллапса – массивная звезда на конечной стадии ее эволюции (Земля и Вселенная, 2010, №№ 1, 3).

Итак, коллапс заканчивается сингулярностью, а космология начинается с сингулярности. Не есть ли это одна и та же сингулярность, наблюдаемая с разных сторон: в прошлом это черная дыра, а в будущем – космология? Тогда сингулярность – лишь промежуточное звено в едином процессе эволюции, начинающемся со сжатия и трансформирующемся в расширение. Своего рода инверсия коллапса или гравитационная приливная осцилляция – экстремальное проявление гравитационного прилива и отлива. Если это так, то сингулярность можно пройти, пользуясь лишь локальными законами сохранения энергии-импульса, и увидеть, как зарождается космологический поток в результате релятивистского коллапса.

Но как пройти сингулярность, если давление или плотность материи (а точнее, пространственно-временная кривизна, связанная с материей уравнениями ОТО) в момент образования сингулярности устремляется в бесконечность?

Хорошо известны теоремы о сингулярностях, доказанные в 1960-х гг.,



Рентгеновская двойная система. Так может выглядеть дисковая аккреция вещества оптической звезды-донора на черную дыру. Вблизи черной дыры видны релятивистские выбросы (джеты). Рисунок NASA.

утверждающие, что сингулярности пройти нельзя, поскольку в них приливные силы расходятся и потому невозможно продлить некоторые мировые линии пробных частиц, на которых строятся системы отсчета в ОТО. Эти теоремы ничего не говорят о структуре самих сингулярностей. А это немаловажный вопрос, поскольку величина приливных сил определяется тензором Римана, в то время как траектория частицы – метрикой. Это разные, хотя и связанные понятия.

Мы исследовали этот вопрос более подробно, и нам удалось обнаружить класс решений уравнений ОТО (которые мы назвали черно-белыми дырами с интегрируемыми сингулярностями) со всюду непрерывным метрическим пространством-временем. При этом, однако, некоторые инварианты кривизны (например, квадрат приливного тензора Римана) расходятся там, где

определитель метрики обращается в ноль (то есть в момент образования сингулярности). Выяснилось, что расходятся не все компоненты тензора Римана. Некоторые из них остаются конечными, и, следовательно, имеется непустое семейство геодезических мировых линий, которые проходят сингулярную область. К этим геодезическим относятся и мировые линии материи, что достаточно для аналитического продолжения во времени системы отсчета, сопутствующей потоку материи, за область сингулярности.

Итак, отталкиваясь от неизбежного факта образования сингулярности в ходе гравитационного коллапса, мы приходим к классу материальных систем, которые в своей эволюции за очень короткий интервал времени проходят через сверхплотное состояние (интегрируемую сингулярность) и продолжают существование в иные метриче-

ские домены пространства-времени, являясь их материальным источником. Это, естественно, заставляет нас полагать, что вселенные, подобные нашей, могут быть продуктом коллапса столь простого астрофизического объекта, как звезда.

Заметим, что мысль о возможной связи космогенезиса с черными дырами высказывали в 1968 г. член-корреспондент РАН И.Д. Новиков, в 1970–1990-х гг. академики А.Д. Сахаров, М.А. Марков и Н.С. Кардашёв, а также американский ученый Ли Смолин в книге “Три дороги в квантовую гравитацию” (2001). Конкретные модели сводились к вышеупомянутым первым двум гипотезам, апеллирующим к экзотическим свойствам вещества в экстремальных условиях (Земля и Вселенная, 2005, № 3; 2009, № 5). Никому в голову не приходило принять наличие сингулярности как данность. Это было своего рода табу для исследователей, настолько устоялась точка зрения, что физическое решение не должно содержать сингулярностей.

ЧЕРНО-БЕЛЫЕ ДЫРЫ

Согласно современной теории, звезды с массой около трех масс Солнца и более в конце своей эволюции коллапсируют, вспыхивают как сверхновые и превращаются в черные дыры. Каждый год в галактиках регистрируются десятки сверхновых. Обнаружить черную дыру внутри остатка сверхновой сложно, но возможно – по косвенным признакам (Земля и Вселенная, 2005, № 4).

Главный, но не единственный признак, по которому можно догадаться о присутствии черной дыры, – это вращающийся вокруг нее газовый или газовой-звездный диск. Причина его возникновения – отток вещества от звезды-компаньона, входящего вместе с черной дырой в одну из множества двойных звездных систем, либо прямая аккреция (падение) газа и звезд из окружающего дыру скопления, расположенного в центральной области галактики или группы галактик. Теряя угловой момент, газ

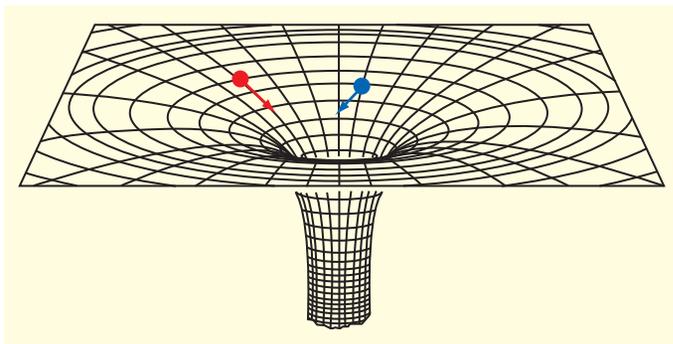
нагревается до высоких температур и начинает излучать, в том числе в рентгеновском диапазоне, что позволяет наблюдать такие объекты на космических обсерваториях, как, например, “Беппо-Сакс” (“Верро-SAX”, Италия – Голландия, 1996–2003 гг.). Перспективы исследования ближайших окрестностей черных дыр связывают с наблюдениями в радиодиапазоне, наиболее многообещающий из таких проектов – запущенная в 2011 г. российская космическая обсерватория “Радиоастрон” (Земля и Вселенная, 2011, № 6).

Иногда поток газа на черную дыру бывает так велик, что вещество, не успевая в нее провалиться, выстреливается в виде джетов вдоль оси вращения, или, иначе говоря, в виде “фонтана”, и тогда мы становимся свидетелями космического салюта. Пример такого рода – хорошо исследованный компактный объект SS-433 (микроквazar) массой в десяток солнечных масс (Земля

и Вселенная, 1986, № 5). Джеты космологических размеров могут генерироваться сверхмассивными черными дырами в активных ядрах галактик (Земля и Вселенная, 2010, № 3). По оценкам астрофизиков, суммарная масса черных дыр может достигать процента от всей массы звезд, то есть их достаточно много. Часто можно услышать утверждение, что черные дыры – могильники материи и что мы живем на кладбище черных дыр. Так ли это? Не лежат ли за горизонтами событий черных дыр другие области мироздания? Не являются ли черные дыры прародителями иных вселенных?

Для ответа на эти вопросы рассмотрим внутреннее устройство простейшей черной дыры без вращения. Теоретически известно, что в центре такой сферически-симметричной системы находится особая (сингулярная) точка, в которую попадает вещество коллапсирующей звезды и в которой плотность и гравитационный

Искривление внешнего пространства черной дыры. Трехмерное пространство изображено в виде двумерного листа, покрытого сферической сеткой. Красный шарик со стрелкой – пробная частица, падающая вдоль радиуса в черную дыру, синий – частица, движущаяся по нерадиальной траектории.





потенциал устремляются в бесконечность. Но гораздо важнее, что пространство-время внутри черной дыры устроено весьма нетривиальным образом. Оказывается, часть сингулярности лежит вне звездного вещества, а сама сингулярность имеет форму протяженной открытой линии, возникающей в момент “схлопывания” вещества. Появление этой сингулярной одномерной структуры можно объяснить неограниченно нарастающими приливными силами, развивающимися в ходе коллапса под горизонтом событий черной дыры. Вакуум “растягивается” в продольном (от звезды) направлении и “сжимается” в двух поперечных, имеющих в сечении фор-

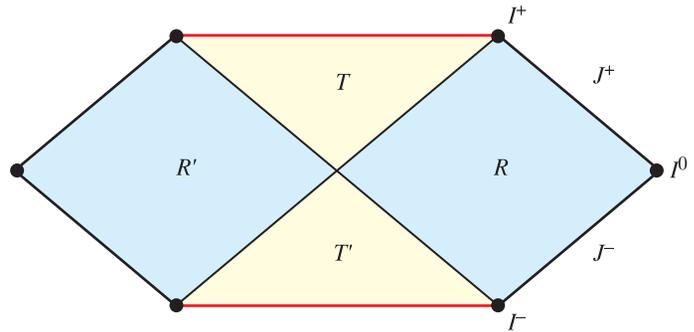
му двумерной сферы. В тот момент, когда радиус сферы обращается в ноль, и возникает сингулярная нить. Трехмерное пространство вблизи такой сингулярности напоминает поверхность бесконечно длинной трубки. Если это пространство заполнить частицами, получится бесконечный мир (анизотропный и в целом сжимающийся), который уместится внутри черной дыры звездной массы!

Внутри черной дыры располагается протяженная сингулярность, и коллапс звезды – причина ее образования. Такие структуры генерируются в ходе эволюции обычной материи в слабом поле (процесс гравитационной неустойчивости), и их логично называют аст-

Российская космическая обсерватория “Спектр-Р” с радиотелескопом “Радиоастрон”. Одна из его научных задач – исследование структур вещества (в режиме интерферометра) в непосредственной близости от черных дыр в ядрах галактик. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

рофизическими черными дырами. Интересно, что существуют и другие решения ОТО “чистых” или “вечных” черных дыр, не требующие для своей реализации коллапсирующей звезды. Источником такой геометрии должна быть материя, скрытая в сингулярных образованиях, согласно классической ОТО, что

Геодезическая карта вечной черной дыры. Красные линии соответствуют сингулярностям черной (вверху) и белой (внизу) дыр, T' и T – внутренние нестационарные области дыр, наклонные перекрещивающиеся линии – их границы (горизонты событий), R' и R – статические области для внешних наблюдателей.



подтверждает присутствие эффективной материи в окрестности сингулярностей!

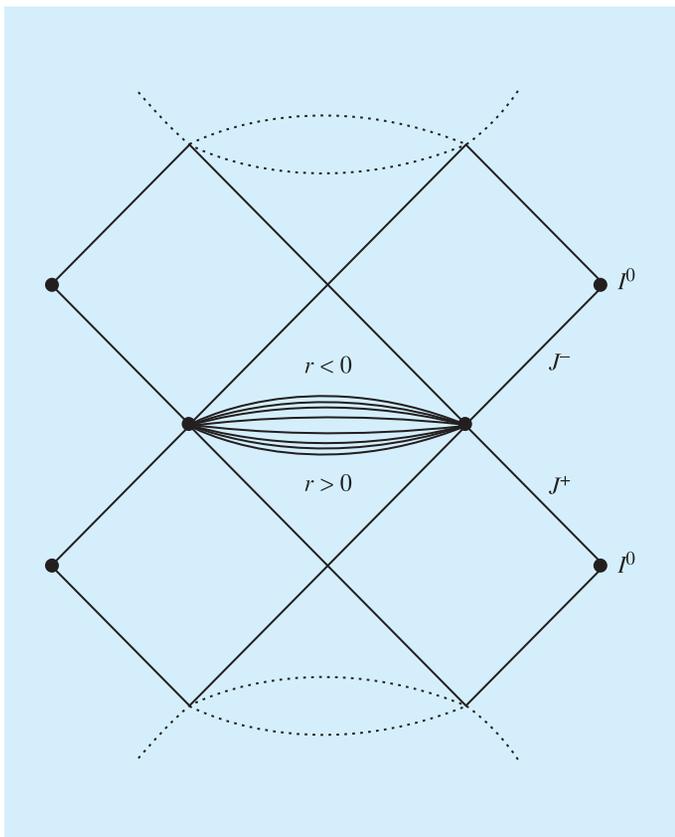
Анализировать структуру сингулярности, как и любую другую область пространства-времени, удобно с помощью траекторий свободных пробных частиц (геодезических мировых линий), не оказывающих обратного влияния на геометрию мира, в котором они движутся. Такие частицы используются в системах отсчета ОТО. В традиционном понимании сингулярность черной дыры – особая область, которую геодезические пройти не могут, поскольку на сингулярности расходятся метрические потенциалы. Другими словами, в ней отсутствует метрическое пространство-время, по которому могли бы бежать частицы. При этом, как правило, ссылаются на отсутствие проработанной квантовой теории гравитации, которая могла бы прояснить ситуацию с поведением свободных полей вблизи сингулярности.

Мы полагаем, что можно обойтись и без кван-

товой гравитации, оставаясь лишь в рамках геометрической теории. Выполненные расчеты показали, что радиальные геодезические могут проходить через сингулярные области, но это должны быть сингулярности, окруженные материей. Ключом, открывающим двери сингулярностей, стало требование конечности гравитационного метрического потенциала, то есть сохранение непрерывного пространства-времени. Компоненты же кривизны, связанные с продольным натяжением материи, расходятся. (Поскольку, согласно уравнениям ОТО, гравитационное поле получается путем интегрирования расходящегося натяжения материи, такие сингулярности мы назвали интегрируемыми.) Материя возникает до появления сингулярности и эволюционирует во времени, причем мировые линии потока материи и радиальные геодезические пробных частиц совпадают. Физической причиной такого совпадения является пространствен-

ная однородность возникающего потока внутри черной дыры. В силу этого отсутствуют пространственные градиенты давления, которые могли бы отклонить поток материи от свободного геодезического движения.

Итак, приливные силы на радиальных геодезических и линиях потока ограничены, что позволяет частицам и потоку материи свободно распространяться по непрерывному пространству-времени. Остается лишь выяснить, куда они устремляются после прохождения через сингулярную зону. Попадаюи они в область белой дыры, которая обладает главными космологическими признаками – объемным расширением пространственно однородного потока в направлении времени от сингулярного состояния. Таким образом, пользуясь методом пробных частиц, мы установили, что белая дыра может быть временным продолжением черной и вместе они образуют единую геометрию черно-белой дыры с интегрируемой сингуляр-



Геодезическая карта черной дыры. Эффективная материя (в центре) свободно распространяется через интегрируемую сингулярность ($r = 0$) из сжимающейся области черной дыры ($r > 0$) в расширяющуюся область белой дыры ($r < 0$).

зический вакуум и “разрывает” его, приводя к поляризации и параметрическому рождению частиц. Эффективная материя (в ее состав, помимо физических полей, входят гравитационные степени свободы), в свою очередь, воздействует тяготением на породившую ее метрику и преобразует последнюю таким образом, чтобы прекратить расходимость метрических потенциалов и, следовательно, устранить причину безудержного рождения новой материи. Здесь мы сталкиваемся с хорошо известной в физике ситуацией обратной связи, описываемой классическим принципом Ле-Шателье: природа реагирует на внешнее воздействие так, чтобы его нейтрализовать.

Важно отметить: понятие “рождение частиц” имеет здесь условный характер, поскольку физические процессы при тех энергиях, что имеют место вблизи сингулярности, пока не в состоянии описать на микроскопическом уровне ни

ностью. В связи с этим возникают сопутствующие вопросы, на которые мы попытаемся ответить в последующих разделах.

ИНТЕГРИРУЕМАЯ СИНГУЛЯРНОСТЬ И АСТРОГЕННАЯ КОСМОЛОГИЯ

Предлагаем иначе взглянуть на проблему сингулярности и обратить внимание на тот факт, что вещество в черных дырах существует в сверхплотном состоянии и при определенных условиях находится в динамической гравитационно-взаимодействующей системе (в простейшем

случае это коллапсирующая звезда). Сингулярные области служат своего рода временными мостами, соединяющими между собой отдельные части мира, одной из которых и может быть наша Вселенная. Если это так, то надо понять, какие процессы идут на границе и как материя ее проходит.

Картина складывается следующая. Вещество коллапсирующей звезды, падая на черную дыру и создавая центральную сингулярность, генерирует вне звезды интенсивное быстропеременное гравитационное поле, которое “деформирует” фи-

Галактика Туманность Андромеды (около 2 млн св. лет от нас) – партнер Млечного Пути по Местной группе. В ее центре находится черная дыра с массой около $10^8 M_{\odot}$. Снимок сделан в 1996 г. КТХ. Фото NASA.



одна теория. Тем не менее результаты, полученные в квазиклассическом пределе квантовой гравитации, позволяют угадать тенденцию: появление дополнительных геометрических слагаемых в уравнениях. В рамках ОТО эти слагаемые можно включить в тензор энергии-импульса в правой части уравнений Эйнштейна, обобщающий такие характеристики физических сред, как давление, плотность и движение. Поэтому такой тензор энергии-импульса называется эффективным. В отсутствие общепринятой квантово-гравитационной теории подобный феноменологический подход представляется наиболее продуктивным, позволяя моделировать физические процессы в окрестности сингулярности в широком диапазоне состояний эффективной материи, не налагая на нее каких-либо ограничений.

Таким образом, цена, которую необходимо заплатить, чтобы в процессе коллапса сохранить

метрику, – это рождающаяся материя, закрывающая сингулярную область, преобразуя ее в более мягкую структуру. Эффективная материя словно сглаживает сингулярность: ослабляет ее, не ликвидируя при этом полностью. Такую интегрируемую сингулярность можно сравнить с каспом (особенностью): плотность в каспе расходится, но масса его равна нулю из-за того, что он занимает бесконечно малый объем. (Отметим только, что касп внутри черной дыры возникает не в пространстве, а как событие во времени, поэтому роль плотности здесь играет продольное натяжение или давление.) Отсюда конечность приливных сил, поскольку они зависят от полной массы, воздействующей на частицы, а не от плотности (вспомним приливы на Земле от воздействия гравитации Луны). Это и позволяет частицам сво-

бодно проходить интегрируемую сингулярность, так как они распространяются по непрерывному пространству-времени и для их движения информация об эволюции плотности или давления не требуется. С помощью пробных частиц, сопутствующих материи, можно описывать геометрию: строить системы отсчета и измерять пространственные и временные интервалы между событиями.

Родившаяся таким образом материя проходит сингулярную стадию и является источником другой, дочерней вселенной, которая расширяется за счет энергии и импульса протекающего вещества. Как связаны между собой черная и белая дыры? Если черные дыры активно изучаются, то белые – их во многом антиподы – забыты. Пройдя **черную дыру**, пробные частицы оказываются в про-

странственно-временной области **белой дыры**, обладающей всеми признаками космологического потока. Причинно-следственная цепочка “звезда – черная дыра – новая вселенная” позволяет нам ввести новое понятие – астрогенная вселенная, то есть вселенная, порожденная коллапсом астрофизической системы, например звезды. Возникший космологический поток расположен в абсолютном будущем по отношению к родительской черной дыре, то есть белая дыра – естественное продолжение и порождение черной. Эта пространственно-временная геометрия едина, и ее логично определить как **черно-белую дыру**.

Итак, есть способ пройти сингулярность, поэтому можно “посмотреть”, что находится за ней. Общая картина следует из полученных решений уравнений гравитации. Родительская звезда коллапсирует в материнской вселенной и образует черную дыру. В процессе коллапса вокруг звезды возникают разрушительные приливные силы, которые деформируют и разрывают вакуум. Происходит пробой вакуума, и до того пустое пространство заполняется эффективной материей. В результате этой реакции физического вакуума на интенсивное воздействие быстропеременного поля гравитационные

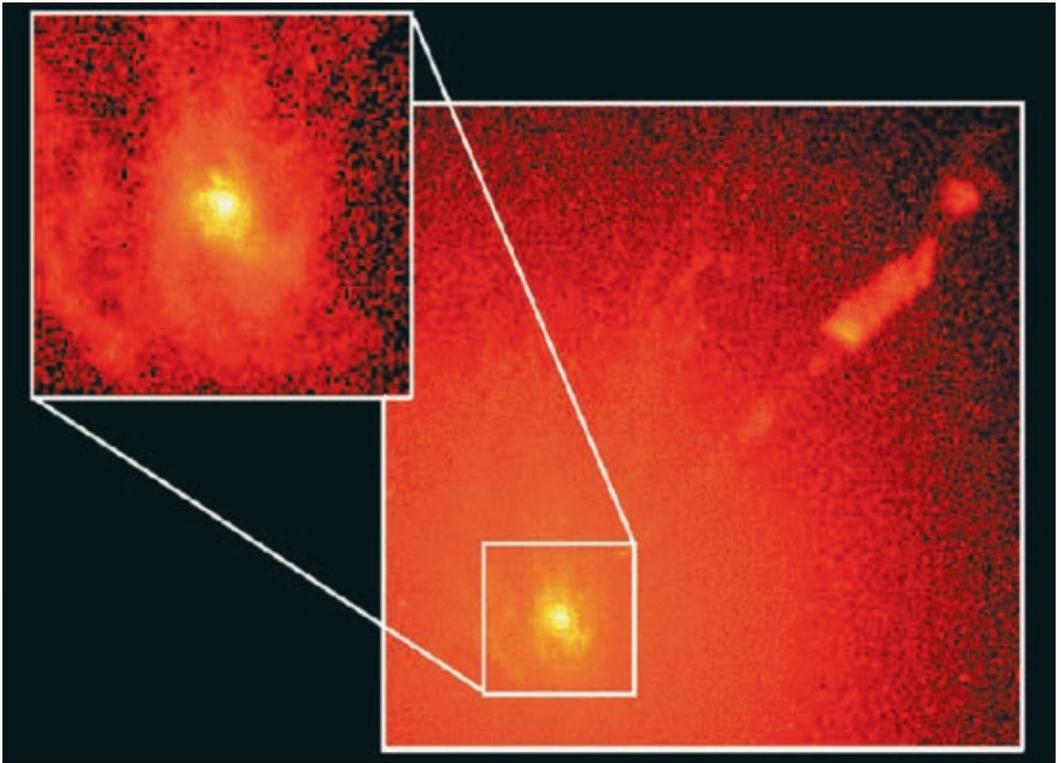
степени свободы перемешиваются с материальными. Сегодня физики умеют считать такие эффекты в приближении слабого поля. В нашем же случае речь идет о мощных нелинейных квантово-гравитационных процессах, где необходимо принимать во внимание обратное гравитационное влияние рожденной эффективной материи на эволюцию средней метрики. Квантовые эффекты определяют состояние сверхплотной материи в течение небольшого интервала времени. Конечно, сегодня мы не знаем всех свойств эффективной материи в экстремальных условиях. Но, учитывая краткий период этого этапа, мы можем описать весь динамический процесс, опираясь лишь на известные законы сохранения энергии и импульса и считая, что они всегда выполняются в среднем метрическом пространстве-времени, независимо от того, какая квантовая “теория всего” будет создана в будущем.

Рожденная материя из сингулярной области черно-белой дыры попадает в другую вселенную, где начинает расширяться. Дело в том, что полный импульс сохраняется и коллапс неизбежно переходит в антиколлапс (расширение). Импульс не спрячешь! Полная масса частиц в новой вселенной может быть сколь угодно большой. При этом масса ро-

дительской черной дыры, измеренная наблюдателем, находящимся во внешнем пространстве материнской вселенной, конечно и близка к массе сколлапсировавшей звезды. Здесь нет парадокса, поскольку разница масс компенсируется гравитационной энергией связи, имеющей отрицательный знак. Кроме того, новая вселенная находится в абсолютном будущем по отношению к родительской (старой) вселенной, то есть в новую вселенную можно послать информацию, а обратно в родительскую уже никакая информация поступить не может.

СПИРАЛЬНЫЕ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ
И СИГНАТУРА

Заметим, что не все геодезические мировые линии пробных частиц оказываются в области конечных приливных сил. Кроме радиальных геодезических, которые проникают в космологическую область, имеются еще и спиральные траектории пробных частиц. Они как бы наматываются на сингулярную линию, совершая бесконечное количество оборотов за конечное аффинное время в пределах исчезающе малого объема. Это значит, что понятие классической траектории для них более не приемлемо и, чтобы корректно описать их распространение, необходимо пользоваться языком квантовой



Центральная часть радиогалактики M87 (скопление галактик в Деве). Длинный выброс вещества (джет) из яркого ядра галактики с газовым диском размером несколько десятков парсек (во врезке) – одно из проявлений его активности. Измерения скорости его вращения (550 км/с) подтвердили существование массивной черной дыры в центре ядра с массой в несколько миллиардов масс Солнца. Снимок сделан в 2001 г. КТХ. Фото NASA.

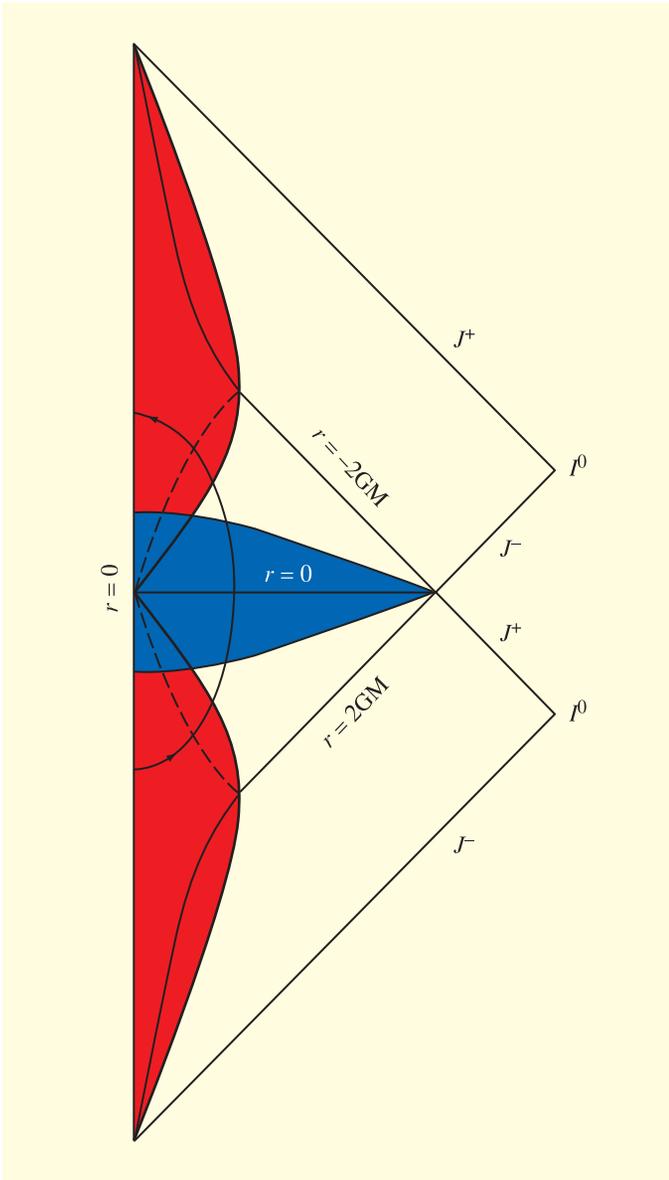
теории. Эти исследования еще впереди, но уже сейчас можно выдвинуть интересные гипотезы о том, куда могли бы пройт-

ти спиральные геодезические.

Действительно, если формально продлить спиральные геодезические по собственному аффинному параметру (метка вдоль мировой линии частицы, часто в качестве аффинного параметра используют собственное время частицы) через сингулярный горизонт, то они попадают в протяженный метрический домен с иной сигнатурой (вид записи интервала), чем та, в которой существует наш мир. (В нашем мире – три пространственных измерения и одно время, а в мире за горизонтом – два пространственных и два временных.) Частицы рас-

пространяются по этому домену некоторое время (оно единственное и свое для каждой частицы!) и попадают из него сразу в белую дыру. С точки зрения собственного времени материального потока черной дыры эти спиральные геодезические словно исчезают из его поля зрения (их время не измеряется временем потока) и пропадают на сингулярности черной дыры, как в “Бермудском треугольнике”, а затем вновь возникают, постаревшие на некоторое конечное время, но уже в белой дыре.

Отсюда следует, что построенная нами гравитационно-приливная модель черной дыры,



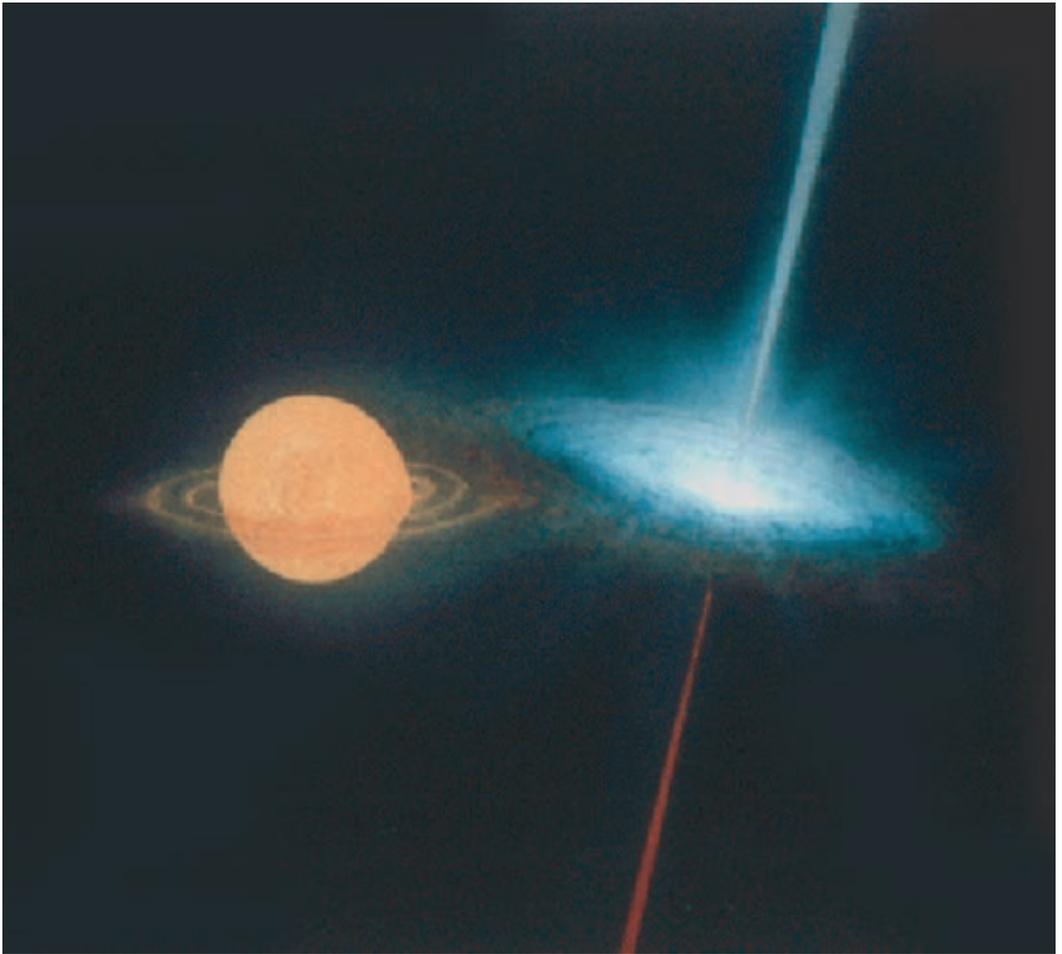
Геодезическая карта астрофизической черно-белой дыры. Красная область занята материей звезды, синяя – эффективная материя в окрестности сингулярности. Сжимающаяся (расширяющаяся) область черной (белой) дыры находится ниже (выше) горизонтальной линии $r = 0$ интегрируемой сингулярности. Масса обращается в ноль при $r = 0$ и изменяется вдоль контура (со стрелками), горизонт событий черной (белой) дыры $r = \pm 2GM$ (M – внешняя масса черно-белой дыры, G – гравитационная постоянная), буквы – бесконечно удаленные границы для внешних наблюдателей.

попытаться перебросить из черной дыры в белую, оно будет разрушено приливными силами при пересечении сингулярной гиперповерхности. Это никак не противоречит тому, что информация из черной дыры все же может попасть в белую, если ее передавать с помощью истинно точечных частиц. Отметим, что в рамках теории элементарных частиц некоторые частицы таковыми являются. Между тем пока неизвестно, сохранится ли это понятие в более общей теории.

Приведенные изображения указывают на нетривиальную структуру геометрий с интегрируемой сингулярностью, но высказанные в этом разделе гипотезы требуют, конечно, дальнейшего изучения.

в свою очередь, погружена в геометрию с более сложной топологией: она отделена сингулярным световым горизонтом событий от “соседнего” пространства-времени с иной сигнатурой. Такое возможно благодаря тому, что при переходе через границу, на кото-

рой определитель метрики обращается в ноль, сигнатура может изменяться. Но тела, возникшие и существующие в нашем мире (например, составные элементы обычного вещества), не могут жить в мире с иной сигнатурой. Если тело конечного размера



Микроквazar SS-433, находящийся на расстоянии 18 тыс. св. лет от нас в созвездии Орла. Компоненты пары – обычная звезда и черная дыра с массой около $20 M_{\odot}$. Рисунок NASA.

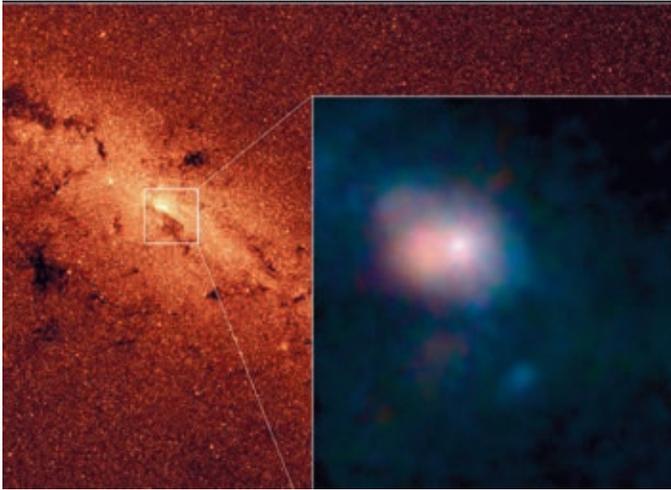
СТРЕЛА ВРЕМЕНИ И ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Гравитационно-приливные модели черных дыр, содержащие космологические потоки материи, позволяют

ответить на многие фундаментальные вопросы, не имеющие пока ясных ответов в современной физике. Один из них – принцип причинности, ставящий причинно-следственную цепочку событий в соответствие со стрелой времени. В контексте наших исследований речь идет о происхождении космологической стрелы времени, под которой мы понимаем ориентацию светового конуса будущего в направлении объемного расширения круп-

номасштабного потока материи.

Динамические уравнения описывают локальные физические процессы, инвариантные относительно изменения знака времени. Локальную динамику приходится дополнять внешней по отношению к ней стрелой времени, поскольку при предельном переходе к глобальной геометрии инвариантность относительно направления времени теряется. Геометрии с интегрируемыми сингулярностями дают



Сверхмассивная черная дыра Стрелец А* в центре Млечного Пути (27 тыс. св. лет). Во врезке – рентгеновские лучи излучаются веществом, нагретым выше 10^7K и ускоряющимся при падении на центральную черную дыру почти до скорости света. Синтезированное изображение составлено 24 октября 2012 г. из снимков космических рентгеновских обсерваторий “Нустар” и “Чандра”. Фото NASA/JPL.

нам подсказку о происхождении стрелы времени. Они содержат разные пространственно-временные домены, отделенные друг от друга горизонтами событий. Здесь реализуются все возможности. Есть свои времена у коллапсирующей области (черной дыры) и у антиколлапсирующей (космологической). Статические области не зависят от времени, но они пространственно неоднородны. Очевидно, что существует единая геометрия, разделенная на секторы с разной временной и пространственной четностью. При пересечении любого из горизонтов событий изменяется смысл координаты, от которой зависит метрика. В одних доменах это временная координата (и тогда получаем черные дыры и/или однородные космологические модели), в других – пространственная (статические зоны). При этом

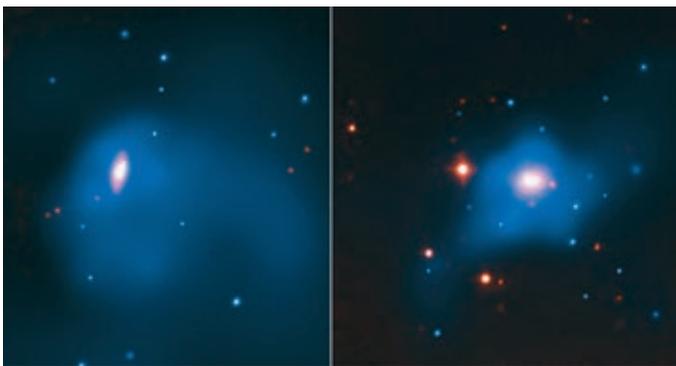
полная геометрия может оставаться инвариантной относительно изменения знака координат.

Таким образом, ответ на вопрос о происхождении космологической стрелы времени кроется в начальных условиях и положении наблюдателя. Мы, наблюдатели, принадлежим космологическому потоку материи, который существует уже 13 млрд лет, и живем по его собственному времени. Временную координату нашей Вселенной можно продлить в прошлое в докосмологическую эпоху, где по ней шел отсчет сжатия родительской черной дыры. Еще раньше она представляла собой радиальную координату асимптотически плоского пространства родительской вселенной, в котором находилась звезда до того, как сколлапсировала и образовала черную дыру. Возникшая в ходе коллапса интегрируемая сингу-

лярность “зажгла” нашу Вселенную, и через миллиард лет начала развиваться нелинейная крупномасштабная структура, запустившая процесс звездной активности. В результате возникли новые черные дыры, которые могут быть входными в новые вселенные.

Этот процесс эволюции многолистного пространства-времени, или, как его еще можно называть, Гипервселенной, напоминает рост дерева (генеалогического древа, если угодно). Такое дерево может зачахнуть, если в дочерних вселенных не окажется новых черных дыр. Критическая ситуация возникает, когда условия развития не обеспечивают производство затравочных возмущений плотности для формирования гравитационно-связанных сгустков материи и их коллапса в черные дыры. Но всемирная история может пойти и по другому

Сверхмассивные черные дыры в центрах галактик NGC 4342 и NGC 4291, находящиеся на расстояниях 75 млн и 85 млн св. лет от нас соответственно. Снимок сделан 11 июня 2012 г. космической обсерваторией «Чандра». Фото NASA.



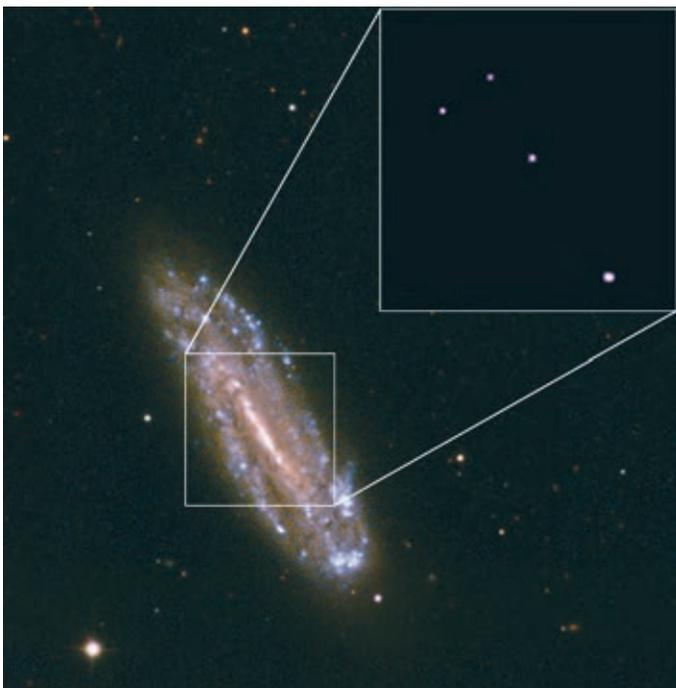
пути: одно событие коллапса при благоприятных обстоятельствах (возможность инфляции и фазовых переходов в белой дыре) может привести к развитию могучей ветви с незатухающими цепочками новых вселенных. Благодаря этим процессам работает космологический естественный отбор: выживают и развиваются те вселенные, в которых образуются черные дыры, а для этого предпочтителен определенный набор параметров, мировых констант и т.д.

Базис нашей концепции Гипервселенной –

процессы гравитационной неустойчивости, которые сродни приливам. Антикллапсирующие пространственно-временные области (белые дыры) развиваются из коллапсирующих систем черных дыр, и наоборот, расширяющийся квазиоднородный поток материи белой дыры распадается на сгустки, коллапси-

рующие в черные дыры. Если первый процесс связан со световым горизонтом интегрируемой сингулярности, то второй – с горизонтом событий черной дыры (шварцшильдовский горизонт). На обоих горизонтах гравитационный потенциал релятивистский, и необходимо учитывать квантово-гравитационные

Самая малая из сверхмассивных черных дыр массой $2 \times 10^5 M_{\odot}$ в центре спиральной галактики NGC 4178, расположенной от нас в 55 млн св. лет в скоплении Дева. Во врезке: на рентгеновском изображении обнаружены еще три источника – двойные системы, содержащие черные дыры или нейтронные звезды. Снимки получены в 2012 г. в ходе цифрового обзора неба Слоан и космической обсерваторией «Чандра». Фото NASA/JPL.



процессы поляризации вакуума и рождения частиц. Но если на шварцшильдовском горизонте эти эффекты ограничены массой черной дыры и малы (испарение Хокинга – квантово-гравитационный процесс рождения материи в нестационарном гравитационном поле черной дыры, приводящий к испарению частиц материи в статическую область и уменьшению внешней массы черной дыры), то на сингулярном горизонте они доминируют и создают интегрируемую сингулярность.

О НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПРЕДСКАЗАНИЯХ ГИПЕРВСЕЛЕННОЙ

В рамках предложенной нами концепции интегрируемых сингулярностей мы получили новый класс геометрических моделей черно-белых дыр в ОТО, который проливает свет на решение проблемы космогенезиса. Интегрируемую сингулярность можно сравнить с классическим каспом, в котором плотность или продольное натяжение материи расходится, но масса каспа равна нулю и гравитационный потенциал конечен. В силу этого свойства приливные силы, действующие на эффективную материю внутри черно-белой дыры, ограничены,

и поток материи свободно протекает через таковой временной “касп” из области черной дыры в белую. Область же белой дыры, заполненная материей, эквивалентна расширяющейся однородной космологической модели.

Масса частиц новой материи, рожденной в белой дыре, и вообще масса любого листа Гипервселенной не связана с массой родительской черной дыры и может быть сколь угодно большой. Она компенсируется отрицательной гравитационной энергией связи и никак не влияет на внешнюю (шварцшильдовскую) массу родительской черной дыры. Эффект рождения новой материи не является пороговым и не ограничен законами сохранения. Локальные законы сохранения энергии и импульса выполняются в окрестности любой точки этой сложной геометрии, но глобальная или полная энергия дыр имеет смысл и может быть измерена только в статических зонах. Там она остается постоянной и неизменной и своя в каждой из статических зон.

Интегрируемые сингулярности напоминают машины по переработке гравитации в материю. Однако количественные характеристики этого

квантово-гравитационного процесса перераспределения физических степеней свободы могут подвергаться нелинейным фазовым переходам и носить бифуркационный характер.

Пожалуй, самый интересный вопрос состоит в том, как проверить эту астрогенную концепцию космогенеза. Теория в том простейшем варианте, который был здесь изложен, имеет следствием то, что пространственная симметрия Вселенной глобально не фридмановская (трехмерная сфера), а анизотропная (топологическое произведение двухмерной сферы на прямую). И хотя в ходе инфляционной стадии ранней Вселенной анизотропное расширение пространства было сильно подавлено, остаточную анизотропию можно и должно искать. Это может быть что-то вроде обсуждавшейся в прессе “оси зла” (по наблюдениям анизотропии реликтового излучения на космической обсерватории “WMAP”; Земля и Вселенная, 2004, № 3, с. 110).

Сегодня мы можем констатировать, что строгих указаний в пользу глобальной анизотропии Вселенной нет. Возможно, после повышения точности измерений такие указания появятся.

Новая частица – бозон Хиггса?

М.Н. ДУБИНИН,
доктор физико-математических наук
В.И. САВРИН,
доктор физико-математических наук
НИИЯФ МГУ

История разработки стратегии и экспериментальных поисков бозона Хиггса стандартной модели взаимодействий частиц на Большомадронном коллайдере (БАК) Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН, Швейцария) насчитывает более 20 лет. В 2009–2012 гг. международные группы ученых провели эксперименты на детекторах БАК: CMS (Compact Muon Solenoid – компактный мюонный соленоид) и ATLAS (A Toroidal LHC ApparatuS – тороидальный детектор БАК). В результате была открыта новая частица – бозон с массой 125 ГэВ (Земля и Вселенная, 2012, № 6).



Свойства этой частицы не противоречат гипотезе о бозоне Хиггса – единственном и важнейшем недостающем компоненте стандартной модели.

Каждый коллектив (“коллаборация”), работающий на детекторах CMS и ATLAS, представляет собой объединение

научно-исследовательских групп ученых из более чем ста институтов и состоит из тысячи научных сотрудников. В таких объединениях ЦЕРН работают 820 российских физиков, в том числе 30 ученых из НИИЯФ МГУ, внесших весомый вклад в создание БАК.

**ПОЧЕМУ У ЧАСТИЦ
ЕСТЬ МАССА?**

Представления о природе элементарных частиц в настоящее время сильно отличаются от принятых во второй половине XX в. Тогда начальным источником информации о частицах были бета-распад и космические лучи, а ускорители элементарных частиц (коллайдеры) только начинали проектировать и строить. Напомним, что в середине прошлого века произошло объединение квантовой теории со специальной теорией относительности (СТО), которое привело к появлению теории взаимодействующих квантовых полей и связанных с ними частиц. Эта теория подтверждена на опыте. Возьмем две расположенные на некотором расстоянии заряженные частицы, которые притягиваются или отталкиваются, и станем перемещать одну из них около ее начального местоположения. Электромагнитная сила, с которой одна частица воздействует на другую, не может привести к моментальным изменениям в местоположении последней, поскольку, согласно

СТО, ни один сигнал не может распространяться быстрее скорости света. Возмущенная нами частица становится источником связанного с ней электромагнитного поля, переносящего через пространство энергию и влияющего на состояние другой частицы. Согласно квантовой теории, энергия может переноситься только дискретными порциями (квантами), которые следует интерпретировать как частицы, передающие силы взаимодействия. В квантовой теории поля взаимодействия одних частиц – источников полей (электромагнитного, слабого и сильного) связываются с другими частицами – переносчиками взаимодействий. В случае взаимодействия электрических зарядов (например, электронов) переносчиком будет фотон (γ -квант электромагнитного поля).

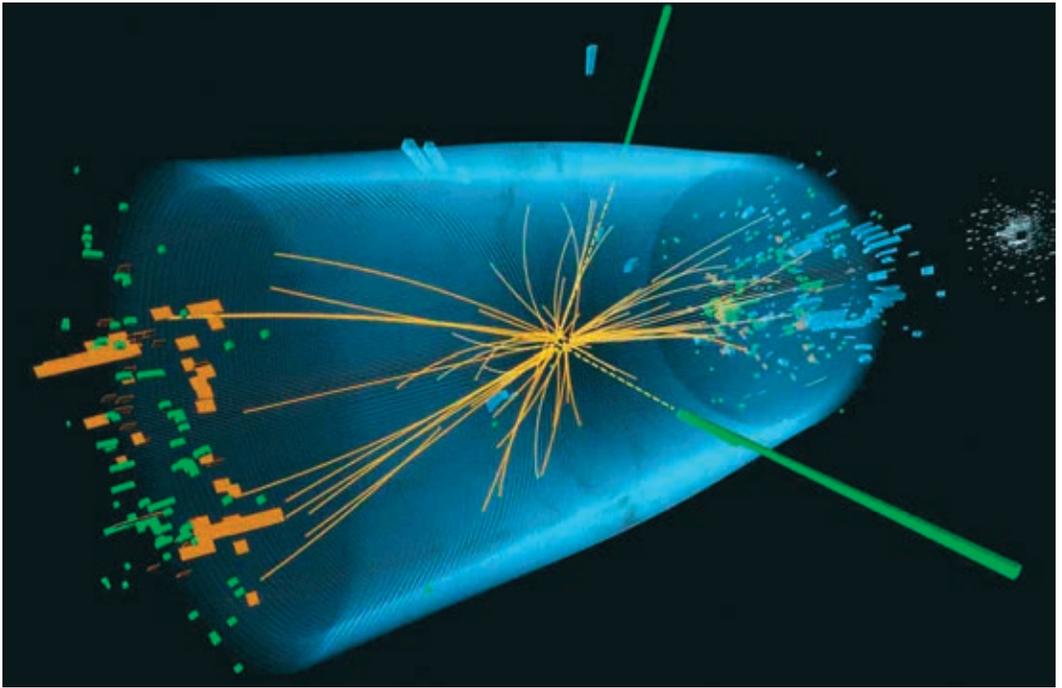
Кроме электронов (e) в природе существуют более тяжелые частицы с зарядом -1 , мюон (μ) и τ -лептон, также участвующие в электромагнитном и слабом взаимодействиях. У каждой из них есть частица-

партнер – нейтрино почти без массы (в природе три разновидности нейтрино: ν_e, ν_μ, ν_τ). В дополнение к электрону, мюону, τ -лептону и соответствующим им трем типам нейтрино (эти шесть частиц называют лептонами) в природе существуют дробно заряженные кварки шести типов (обозначаются символами u, d, s, c, b, t) с сильно отличающимися массами. Наиболее легкие кварки, u и d с зарядами $2/3$ и $-1/3$, образуют связанные состояния из трех кварков соответственно: $p = (uud)$ с зарядом $2/3 + 2/3 - 1/3 = 1$ и $n = (udd)$ с зарядом $2/3 - 1/3 - 1/3 = 0$, которые хорошо известны как протон p и нейтрон n , составляющие ядра атомов. В соответствии с представлением о частицах – переносчиках взаимодействий, слабые взаимодействия между электронами, мюонами, нейтрино и кварками осуществляются массивными частицами, называемыми W - и Z -бозонами. У W -бозона электрический заряд $+1$ или -1 , равный по величине заряду электрона, а Z -бозон электрически нейтрален. Сильные

Таблица

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЧАСТИЦЫ И ПЕРЕНОСЧИКИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ МЕЖДУ НИМИ

Взаимодействия	Какие частицы участвуют	Частицы-переносчики
Электромагнитное	Лептоны e, μ, τ и все кварки	Фотон γ , не имеющий массы
Слабое	Все лептоны и кварки	Массивные W - и Z -бозоны
Сильное	Все кварки – u, d, s, c, b, t	Восемь глюонов, не имеющих массы
Гравитация	Все массивные частицы	Гравитон, не имеющий массы



Событие рождения бозона Хигса в детекторе CMS с последующим распадом на два фотона с импульсами 50 ГэВ каждый (желтые пунктирные линии, переходящие в зеленые) и рождением других частиц. Пучки протонов летят навстречу друг другу вдоль оси голубого цилиндра. Большое количество частиц вылетает под малыми углами к оси сталкивающихся пучков протонов. Рисунок ЦЕРН.

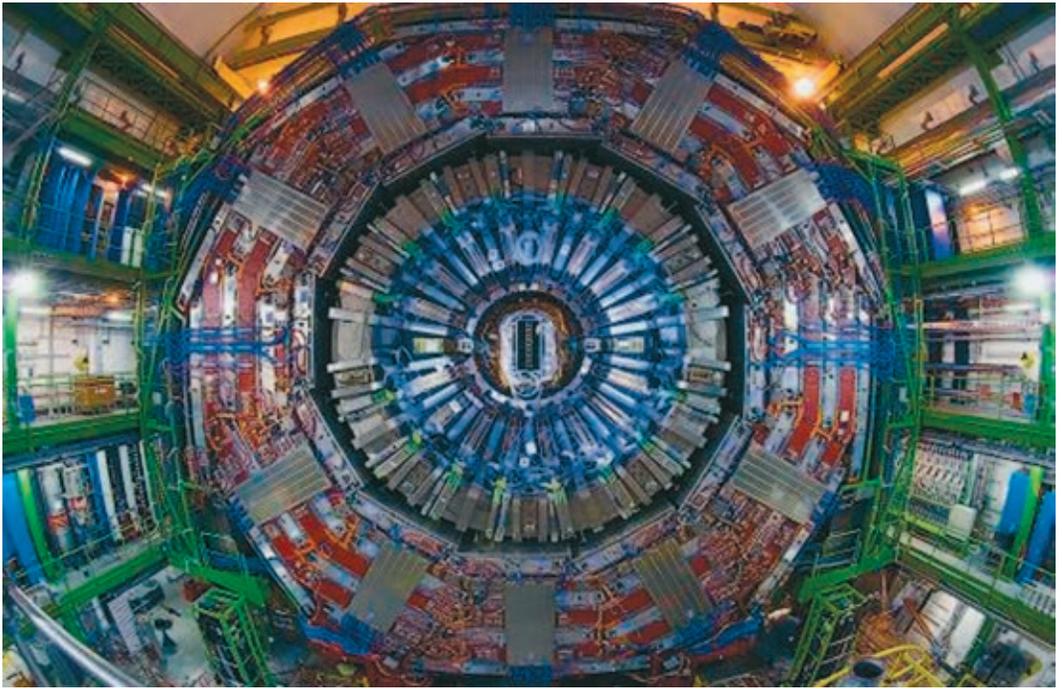
взаимодействия между дробно заряженными кварками переносятся частицами без массы — глюонами. Например, *u*- и *d*-кварки внутри протона и нейтрона притягиваются друг к другу, обмениваясь глюонами. Различия масс в семействах шести кварков и шести лептонов огромны. Наиболее

тяжелый кварк *t* имеет массу в 35 тыс. раз больше, чем наиболее легкий кварк *u*. Масса электрона *e* в 3,5 тыс. раз меньше массы τ -лептона. Еще более впечатляют различия масс нейтрино и заряженных лептонов, например массы нейтрино ν_τ и τ -лептона отличаются приблизительно в 10^{13} раз. Окружающая нас Вселенная состоит из частиц со сравнительно небольшой массой, а именно электронов *e*, электронных и мюонных нейтрино ν_e, ν_μ, ν_τ , фотонов γ и двух типов “легких” *u*- и *d*-кварков, массы которых наименьшие из всех кварков. Остальные лептоны и кварки гораздо тяжелее и обладают очень малым временем жизни, практически сразу распадаясь в легкие

кварки, лептоны, фотоны и нейтрино. Они были получены искусственным путем на ускорителях частиц и исследованы по распадам.

Откуда берутся массы лептонов и кварков и чем объясняются их огромные различия по величине? Этот вопрос столь же оправдан, сколь схожа по своей “простоте” проблема происхождения разных типов взаимодействий элементарных частиц (электромагнитного, слабого, сильного и гравитационного), существенно отличающихся по силе.

Математический формализм, обеспечивающий правильное описание взаимодействий и свойств частиц, представляет собой квантовую теорию, включающую в себя полевые



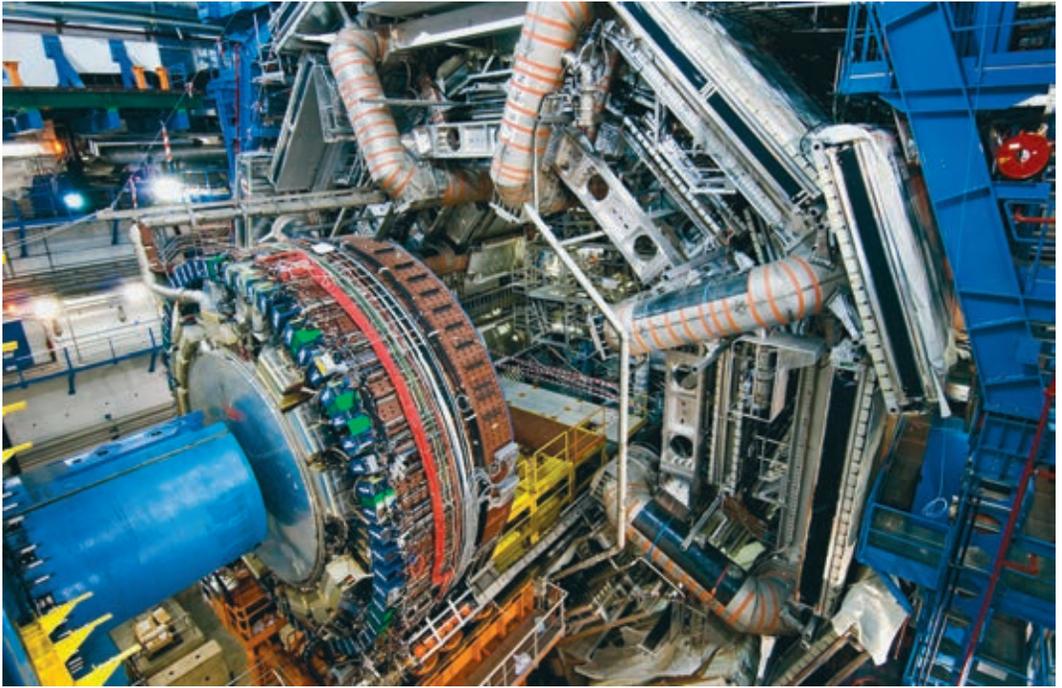
функции (или просто поля) перечисленных выше частиц, которая называется стандартной моделью взаимодействий. Слово “модель” не должно вводить читателя в заблуждение, поскольку речь идет о завершенной, хорошо разработанной концепции, обладающей огромной предсказательной силой. Стандартная модель взаимодействий кварков и лептонов представляет собой замечательное достижение физики XX в. Она строго математически реализует вышеупомянутые представления о том, что фундаментальными частицами являются лептоны и кварки, электромагнитное и слабое взаимодействие которых осуществляется за счет обмена фотона-

ми и калибровочными W - и Z -бозонами, а сильное взаимодействие кварков происходит за счет обмена глюонами. Такая модель достаточно сложна (модель квантовой теории поля включает в себя классическую механику, электродинамику, квантовую механику, специальную теорию относительности и теорию групп), что необходимо для точных количественных расчетов, например времени жизни тяжелых лептонов или вероятности рождения тех или иных частиц при столкновении пучков определенной энергии. Полученные в результате расчетов многие величины подтверждены экспериментальными измерениями распадов частиц, а также при столкновениях

Детектор CMS ЦЕРН диаметром 20 м (вид с торца). Четыре внешних слоя мюонных камер окружают ядро магнита, внутри которого находятся адронный и электромагнитный калориметры. Трековые детекторы, пиксели и микрострипы расположены вдоль оси цилиндра. Фото ЦЕРН.

частиц на ускорителях (в ряде случаев с очень высокой точностью порядка сотых долей процента).

Чтобы объяснить возникновение масс лептонов и кварков, а также переносчиков слабого взаимодействия W - и Z -бозонов, нужно включить в стандартную модель дополнительные частицы, названные бозонами Хиггса. Частицы



Детектор ATLAS диаметром 25 м с извлеченной из области ярма магнита торцевой частью. Фото ЦЕРН.

могут быть обеспечены массой в том случае, если предположить существование самодействующего скалярного поля – поля Хиггса (имя одного из авторов гипотезы), заполняющего всю Вселенную. Частицы стандартной модели приобретают массу в результате взаимодействия с полем Хиггса. При таком механизме возникновения масс, называемом спонтанным нарушением симметрии, все взаимодействия полей сохраняют калибровочную симметрию,

а нарушает ее конденсат поля Хиггса. Кванты скалярного поля, бозоны Хиггса, должны рождаться при столкновении пучков электронов, позитронов, протонов или антипротонов большой энергии.

В связи с фундаментальной гипотезой о существовании, согласно стандартной модели, заполняющего Вселенную поля Хиггса можно вспомнить обсуждавшуюся в начале XX в. гипотезу о существовании “эфира” – материальной среды, в которой распространяются электромагнитные волны. Экспериментальные поиски эфира с помощью интерферометров света удаленных звезд в начале XX в. не были успешными, но привели к созданию специальной

теории относительности (СТО) – крупнейшему достижению мировой науки. Поле Хиггса не служит, в отличие от эфира, материальным носителем для распространения каких-либо волн. Его предназначение заключается в том, чтобы обеспечить генерацию масс частиц за счет взаимодействия с ними. Представим себе пенопластовые шарики, разложенные на гладкой поверхности стола. Легкое дуновение ветра приведет к их разлету, так как масса шариков очень мала. Если залить поверхность стола маслом (простой аналог поля Хиггса), то шарики не улетят, как будто они стали тяжелыми. Другую наглядную аналогию “механизма Хиггса” может предоставить СТО, со-

гласно которой частицы, не имеющие массы (например, фотоны), должны перемещаться со скоростью света, в то время как массивные частицы не могут достичь этой предельной скорости. Скалярное поле Хиггса, заполняющее все космическое пространство, может “замедлять” определенные типы взаимодействующих с ним частиц, подобно тому как воздух замедляет движение выпущенного из пушки снаряда. Частицы без массы вследствие взаимодействия с полем Хиггса будут двигаться медленнее скорости света и выглядеть как массивные частицы. Другие типы частиц, не взаимодействующие с полем Хиггса (например, фотоны – “стерильные” по отношению к полю Хиггса), не будут “замедляться” и останутся без массы.

Основная цель экспериментальной программы Большого адронного коллайдера ЦЕРН – наблюдение сигнала бозона Хиггса в детекторах CMS и ATLAS. Это весьма сложная задача в связи с тем, что при столкновениях пучков протонов отношение сигнала к фону, как правило, очень мало. Значение массы бозона Хиггса не предсказывается стандартной моделью, поэтому поиск сигнала этой частицы при всевозможных значениях ее массы в сопровождении большого фона от других процессов стандартной модели

очевидно более труден, чем наблюдение сигнала бозона Хиггса с массой, хорошо определенной теоретическими вычислениями. В 1990-х гг. на коллайдерах LEP2 ЦЕРН (Large Electron Positron – Большой электрон-позитронный коллайдер) и Tevatron FNAL (Fermi National Accelerator Laboratory – Национальная лаборатория ускорителей им. Э. Ферми) получено прямое экспериментальное ограничение значения массы бозона: $m_H > 114,4$ ГэВ. В сентябре 2011 г. на детекторах CMS и ATLAS и коллайдере Tevatron зафиксированы первые признаки сигнала бозона Хиггса, имеющие низкий уровень статистической достоверности над фоном. В июле 2012 г. было объявлено о наблюдении на детекторах CMS и ATLAS сигнала от этой частицы массой примерно 125 ГэВ на уровне статистической достоверности в пять стандартных отклонений (5 sigma). Указание на существование нового бозона в области масс 117–130 ГэВ на уровне достоверности 3 sigma одновременно получено и на коллайдере Tevatron. Свойства найденной частицы похожи на свойства бозона Хиггса стандартной модели, однако нет уверенности в ее однозначной идентификации. Нельзя исключить ситуации, выходящей за рамки стандартной модели, например найденный бо-

зон – это суперсимметричный бозон Хиггса или радион, предсказываемый в теориях с дополнительными измерениями пространства-времени. Для идентификации необходимы более точные экспериментальные данные.

КАК РАСПРЕДЕЛЕНА ЭНЕРГИЯ ВСЕЛЕННОЙ?

В последние годы появились исключительно важные данные астрофизических наблюдений, относящиеся к распределению энергии в наблюдаемой части Вселенной. В рамках теоретической физики плотность энергии во Вселенной определяется двумя фундаментальными константами: ньютоновской гравитационной постоянной G и постоянной Хаббла $H = 73$ км/(с × Мпк) (1 Мпк = 3×10^{19} км). Плотность энергии Вселенной для плоского пространства (или пространства с малой кривизной) равна 10^{-5} ГэВ/см³. Эта величина приблизительно соответствует нахождению одного протона в одном кубическом метре пространства. С другой стороны, экспериментальные данные астрофизических наблюдений дают величину плотности энергии для протонов и легких ядер, составляющую всего 4% от теоретической оценки 10^{-5} ГэВ/см³. Интересно отметить, что более 90% протонов и легких ядер (гелия, углерода и др.),

Телескоп SDSS (Sloan Digital Sky Survey – цифровой обзор неба Слоан, США) диаметром 2,5 м. На нем сканируется небесная сфера в пяти диапазонах видимого света, это позволяет регистрировать удаленные галактики и квазары. С помощью SDSS составляется каталог миллиона удаленных галактик и ста тысяч квазаров. Фото Апатской обсерватории (США).

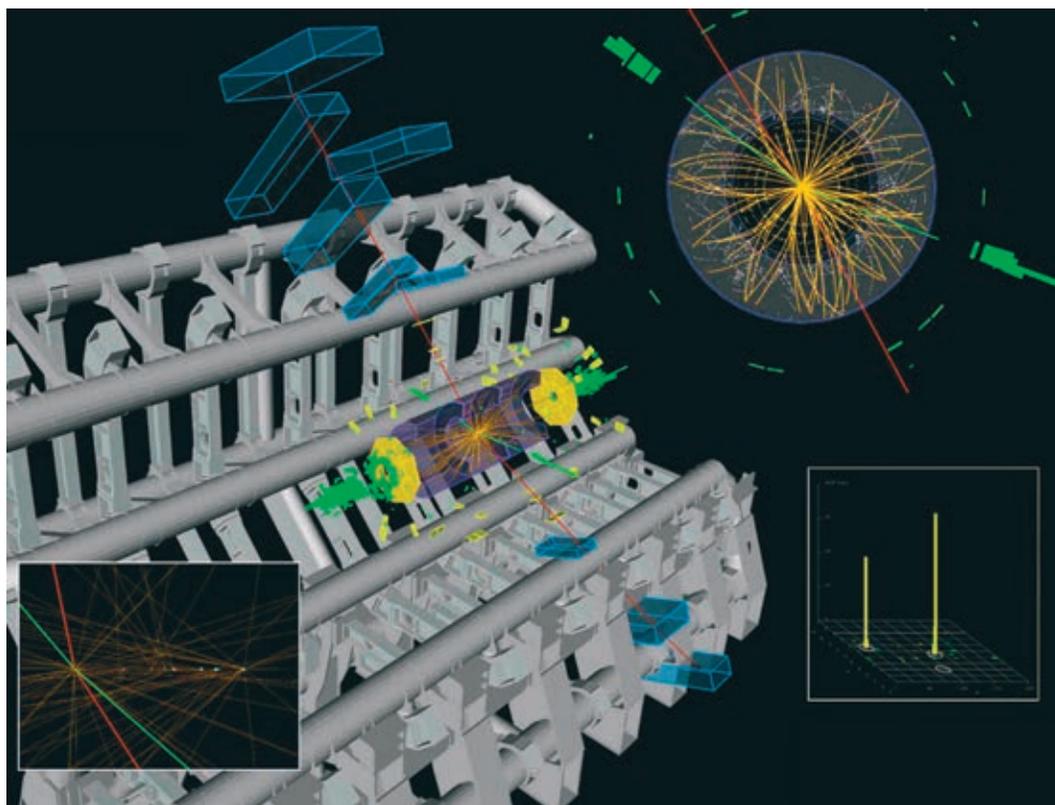


находятся не в звездах, а в облаках “горячего” газа, сопровождающего галактические скопления. Некоторый дополнительный вклад в плотность энергии могли бы дать путешествующие по Вселенной реликтовые нейтрино и антинейтрино, однако он тоже мал – порядка процента. Электроны и фотоны практически ничего не добавляют. Таким образом, природа 95% энергии Вселенной пока неизвестна и не относится к фундаментальным частицам (лептонам и кваркам) стандартной модели. Разделить эту неизвестную энергию следует на два типа: темную материю, вклад которой в общий энергетический баланс приблизительно 20%, и темную энергию – 75% (Земля и Вселенная, 2006, № 1; 2012, № 5). Темная ма-

терия находится в гало галактик, то есть неоднородно распределена по Вселенной, и по этой причине содержит новые долгоживущие или стабильные частицы, в то время как темная энергия (квинтэссенция, или космологический лямбда-член) распределена по пространству равномерно и зависит от плотности энергии вакуума, определяемой, возможно, конденсатом поля Хиггса.

Плотность темной материи можно определить экспериментально, измеряя распределение массы в скоплениях галактик. Напомним, что движение различных объектов в гравитационном поле определяется массами объектов и постоянной G . Например, если бы Солнце было в четыре раза тяжелее, то Земле пришлось бы двигаться

в два раза быстрее, чтобы сохранить ту же орбиту. Аналогично этому обстоятельству “разброс” проекций скоростей галактик на направление наблюдения зависит от отношения массы скопления к его размеру. Величину “разброса” скоростей можно получить, изучая спектры галактик, характерные частоты которых смещены друг относительно друга в соответствии с эффектом Допплера. Астрофизические наблюдения показывают, что полученные такими методами массы скоплений галактик в десятки и даже сотни раз больше, чем массы непосредственно наблюдаемых светящихся объектов в этих галактиках. Последние можно достаточно точно оценить на основе измерений оптической светимости (заметим, что отношения



масс звезд к их светимости хорошо известны из наблюдений близких к Солнцу звезд). Основную часть массы скоплений галактик составляет распределенная в них темная материя.

Не все наблюдаемые галактики входят в скопления, их основная часть распределена по Вселенной довольно равномерно. Предположим, что отношение плотности темной материи к плотности светящихся объектов для всей Вселенной такое же, как для скоплений галактик. Отсюда следует, что общий вклад протонов, легких ядер и частиц темной материи – около 30% от теоретической оценки плот-

ности энергии 10^{-5} ГэВ/см³. Остальные 70% энергетического баланса обеспечивает темная энергия. Привлекательным кандидатом на роль темной энергии является вакуумный конденсат поля Хиггса. Энергия вакуумного конденсата, равномерно распределенного в пространстве, участвует в гравитационных взаимодействиях, что хорошо укладывается в рамки космологических моделей общей теории относительности (ОТО). Ускоренное расширение Вселенной в моделях ОТО получается только в случае, если в ней присутствует темная энергия, плотность которой постоянна.

Внутреннее устройство детектора ATLAS. Показано событие, при котором произошло рождение бозона Хиггса с последующим распадом на два Z-бозона. Один из Z-бозонов распадается на пару электрон – позитрон (зеленые линии), другой на пару мюон – антимюон (красные линии). В верхнем правом углу – вид детектора с торца. На врезках внизу изображены треки частиц и их энергии в сферической системе координат. Рисунок ЦЕРН.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

БАК проектировался как ускоритель со встречными пучками с энергией

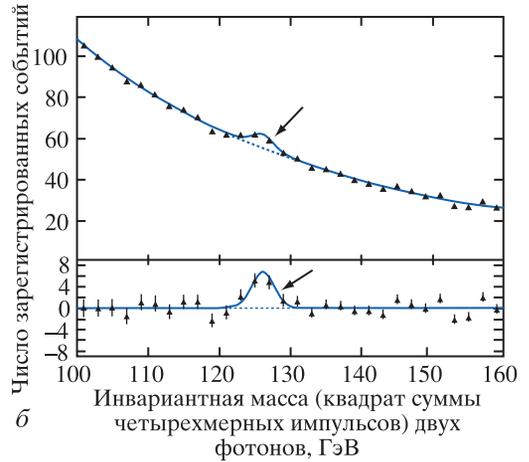
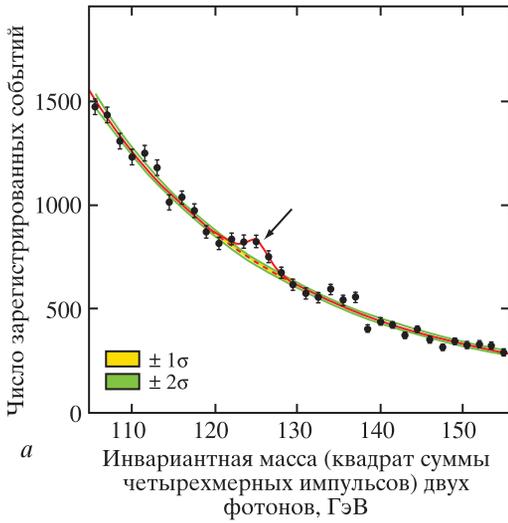
14 ТэВ, осуществляющий порядка 0,8 млрд столкновений протонов в секунду. Такая высокая светимость необходима для “вылавливания” процессов с маленькими сечениями порядка 10 фбн (фемтобарн – единица измерения вероятности взаимодействия при столкновениях частиц). Проект БАК утвердили в 1994 г. В 1998 г. началась постройка коллайдера. Чтобы использовать уже готовый кольцевой подземный туннель LEP2 длиной около 30 км, необходимо было разместить в нем примерно 1250 сверхпроводящих магнитов (криодиполей) с магнитным полем 8,5 Тл. Сложной проблемой оказалось создание универсальных детекторов общего назначения CMS и ATLAS. Дело в том, что после рождения бозон Хиггса немедленно распадается на другие частицы (возможны распады на два b-кварка, два калибровочных W- и Z-бозона, два τ -лептона, два фотона и другие состояния), вероятности которых сильно меняются в зависимости от массы бозона. Помимо того что детекторам необходимо эффективно регистрировать все каналы распада, у них должно быть очень хорошее разрешение по энергии, позволяющее наблюдать узкие резонансы над огромным фоном (например, ширина распада бозона Хиггса с массой 150 ГэВ в два фотона по-

рядка 10 МэВ). При столкновении в кольце ускорителя двух стандартных групп протонов рождается примерно тысяча заряженных частиц. Частота столкновений групп примерно 40 МГц (25 наносекунд между столкновениями), эту частоту после процедуры отбора событий желаемого типа можно сильно уменьшить, но не менее чем до 100 кГц. Таким образом, электроника считывания должна обладать огромной пропускной способностью – около 100 млн каналов считывания на один детектор.

Полученные данные за рабочий год распределяются в дальнейшем по мировым научным центрам для первичного анализа. Структура вычислительной системы ЦЕРН иерархическая, с центральной и десятью периферическими станциями в национальных научных центрах стран-участниц. Первичный анализ данных и реконструкцию событий выполняют центры второго уровня (такой центр есть и в НИИЯФ МГУ). Первый запуск БАК осенью 2008 г. с энергией пучков 7 ТэВ был не вполне удачным. К сожалению, произошел электрический пробой силовых кабелей, соединяющих ускоряющие магниты-криодиполи, что привело к перегреву отдельных криодиполей, их разгерметизации, разливу жидкого гелия и повреждению примерно 55 магнитов, замена ко-

торых отложила начало экспериментов на осень 2009 г. В настоящее время режим работы БАК более “мягкий” (50 наносекунд между столкновениями), полная энергия – 8 ТэВ. В 2013 г. БАК достигнет проектных параметров (14 ТэВ при высокой светимости) после примерно годового технического перерыва.

Каждый из детекторов CMS и ATLAS представляет собой набор подсистем, предназначенных для регистрации частиц определенного типа. Точка столкновения пучков окружена трековыми детекторами в комбинации с пикселями и микрострипами. Магнитное поле в несколько тесл предназначено для определения энергий по кривизне треков. Следующие цилиндрические слои представляют собой электромагнитный и адронный калориметры для регистрации фотонов, электронов, τ -лептонов и адронных струй. Регистрация мюонов производится мюонными камерами внешнего слоя компонент. Цилиндрические структуры основных подсистем дополняются их аналогами в торцевых зонах, что позволяет регистрировать частицы, разлетающиеся не только по сторонам, но и вдоль направления пучков. Нейтрино не регистрируются, их наличие определяется по несбалансированному поперечному импуль-



су в данном событии. Детекторы отличаются от предыдущего парка подобных установок уникальными “инновационными” технологиями электромагнитных калориметров. В детекторах CMS используются сцинтиллирующие кристаллы вольфрамата свинца, в ATLAS – свинец с жидким аргоном.

СОБЫТИЯ РОЖДЕНИЯ БОЗОНА ХИГГСА

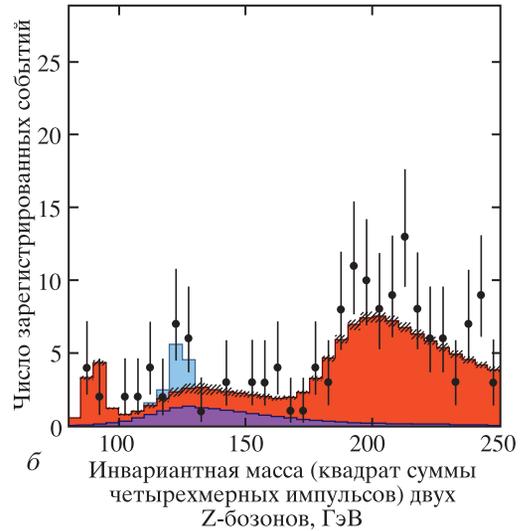
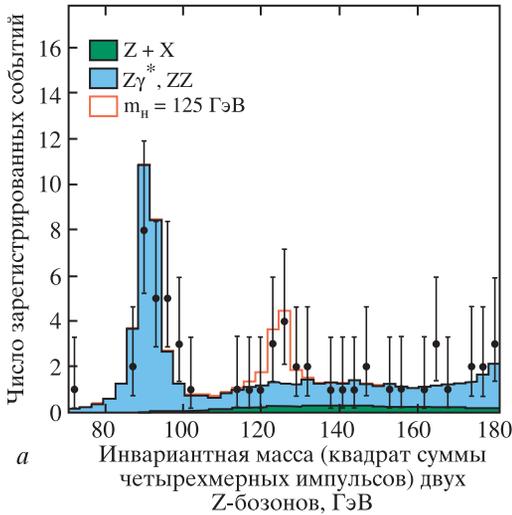
При столкновении протонов образуется много вторичных элементарных частиц. Говорят, что протоны производят “события” в соответствии с определенной классификацией. Открытие бозона Хиггса сделано в результате регистрации событий нескольких типов, наиболее важным из которых был распад бозона Хиггса на два фотона. В канале распада на два фотона получена статисти-

ческая достоверность 4,5 sigma (сигнал на уровне 4,5 стандартного отклонения), что в комбинации с другими каналами распада позволяет получить достоверность 5 sigma. Сигнал отчетливо наблюдается также в канале распада бозона Хиггса на два Z-бозона, каждый из которых немедленно распадается на электронную или мюонную пару. Поскольку Z-бозоны, как и бозон Хиггса, весьма короткоживущие (длина пробега до распада не видна), то распады на два Z-бозона выглядят как две пары электронов (мюонов) разных знаков заряда, вылетающие из точки столкновения пучков. В этом канале получена статистическая достоверность 3 sigma.

Наибольшее число событий зарегистрировано при распаде бозона Хиггса на два фотона. Два фотона могут появ-

Диаграммы распределения по инвариантной массе двух фотонов, полученные в экспериментах на детекторах CMS (а) и ATLAS (б). Фоновые события рождения двух фотонов в CMS (красная пунктирная линия) и в ATLAS (голубая линия). При значении инвариантной массы фотонов 125 ГэВ наблюдается “горб” (“резонанс”, указан стрелкой), соответствующий распаду бозона Хиггса. Желтым цветом обозначена полоса, соответствующая одному стандартному статистическому отклонению от предсказания стандартной модели без бозона Хиггса, зеленым – двум стандартным отклонениям. Рисунок ЦЕРН.

ляться при столкновении кварка и антикварка, входящих в состав сталкивающихся протонов, а также могут излучаться кварками и антикварками, образовавшимися за счет других механизмов,



Диаграммы распределения по инвариантной массе четырех лептонов в экспериментах на детекторах CMS (а) и ATLAS (б). Голубым цветом (а) обозначен вклад фоновых событий рождения двух калибровочных ZZ-бозонов (или Z-бозона и фотона), переходящих в четыре лептона. Вклад тех же событий фона показан красным цветом (б). При рождении бозона Хиггса с последующим распадом на два Z-бозона, каждый из которых немедленно распадается на два лептона, появляется "горб" (или "резонанс") красного (на левом рисунке) и голубого (на правом) цвета. Рисунок ЦЕРН.

что к сигналу бозона Хиггса прямого отношения не имеет. Таких событий очень много, поэтому сигнал от фона отделить достаточно сложно. Для этого требуются очень точное моделирование

процессов в детекторах и трудоемкие вычисления. Рождение бозона Хиггса с последующим распадом на два Z-бозона также зарегистрировано в детекторах ATLAS и CMS. Один из Z-бозонов распадается на пару электрон – позитрон, другой – на пару мюон – антимюон. В отличие от событий с распадом бозона Хиггса на два фотона фон здесь существенно меньше. Это связано с тем, что для образования двух массивных Z-бозонов требуется гораздо больше энергии, чем для фотонов без массы, поэтому "фоновые" пары Z-бозонов рождаются реже. Характерные распределения по инвариантной массе четырех лептонов обнаружены в экспериментах CMS и ATLAS. "Горбы" (или "резонансы"), соответствующие сигналу бозона Хиггса, отчетливо заметны среди фоновых событий.

ВОПРОСЫ И ПРОБЛЕМЫ

Результаты работы объединений ученых на детекторах CMS и ATLAS хорошо согласуются между собой и свидетельствуют о существовании частицы с массой 125 ГэВ. Распады этой частицы на два фотона и четыре лептона соответствуют бозону Хиггса стандартной модели. Важно отметить, что сигнал наблюдается в четырех каналах распада. Два не упомянутых нами канала обладают низким уровнем статистической достоверности 2 sigma, что пока недостаточно для надежного подтверждения сигнала. Имеются указания на принципиальные вопросы в связи с каналом распада на τ -лептон – антилептон.

Общая экспериментальная статистика пока явно недостаточна для прямого измерения характеристик бозона Хиггса, например его спина,

пространственной четности и других параметров. Практически нет точной и прямой экспериментальной информации о константах связи бозона Хиггса с фермионами и векторными бозонами. Отметим, что наиболее надежно установленный экспериментально двухфотонный канал индуцирован на “однопетлевом уровне”, то есть определяется исключительно квантовым эффектом, когда сечение взаимодействия определяется не одной константой, а комбинацией разных констант связи. В настоящее время на детекторе CMS набрана светимость $18,5 \text{ фбн}^{-1}$, то есть полное число событий рождения бозона Хиггса на одном детекторе порядка 500. Этого явно недостаточно для определенных выводов об угловых распределениях фотонов и лептонов распада, позволяющих установить спин и четность частицы. До конца 2012 г. набрана дополнительная статистика, что позволяет сделать более определенные выводы о природе наблюдаемого объекта.

В заключение напомним проблемы стандартной модели. В первую очередь они связаны с тем, что следствия стандартной модели очень

плохо согласуются с последними данными астрофизических наблюдений. Так, плотность энергии вакуума стандартной модели чрезвычайно велика (на 55 порядков она превосходит оценку плотности энергии во Вселенной, что часто называют также “проблемой космологического члена”). В составе стандартной модели нет частицы – кандидата на роль темной материи (Земля и Вселенная, 2012, № 5), а радиационные поправки в модели не контролируются. Более того, уже на масштабе энергии 1 ТэВ квантовая поправка к значению массы бозона Хиггса в стандартной модели становится сравнимой с его массой (“проблема малой иерархии”). Сложности “второй очереди” связаны с тем, что совершенно непонятно происхождение “смешивания” в секторах лептонов и кварков. Достаточно давно надежно установлено, что матрицы лагранжевых членов трех поколений для вершин взаимодействия и массовые матрицы стандартной модели не являются одновременно диагональными. В последнее время в экспериментах по осцилляциям нейтрино (переходы одного типа ней-

трино в другой во время распространения пучка нейтрино в пространстве-времени) получены убедительные экспериментальные данные о наличии масс нейтрино порядка 0,001 эВ, а также о смешивании в лептонном секторе, явно не укладывающиеся в рамки стандартной модели. Кроме того, стандартная модель не обеспечивает при массе бозона Хиггса, равной 125 ГэВ, электрослабый фазовый переход первого рода, необходимый для генерации барионной асимметрии Вселенной после Большого взрыва. Эти и другие аргументы говорят о том, что стандартная модель не может быть окончательной теорией, новые частицы и другие взаимодействия должны обязательно существовать и могут проявиться экспериментально при дальнейшем исследовании области энергий, доступной для БАК. Продолжение экспериментов на детекторах CMS и ATLAS и коллайдерах LHC-B и ALICE имеет очень большое значение для физики, космологии и астрофизики.

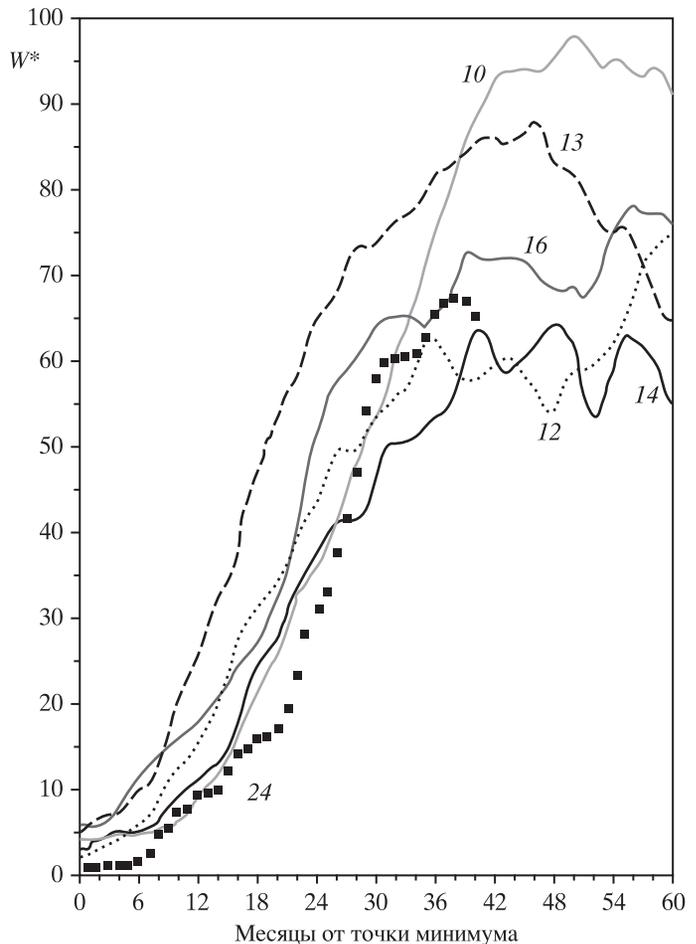
Солнце в октябре – ноябре 2012 г.

Солнечная активность в последние месяцы осени 2012 г. оставалась в основном на среднем уровне. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 3 до 9. В этот период на один-два дня две группы солнечных пятен достигали большого размера, а три – среднего ($300 \leq Sp < 500$ м.д.п.). Всего же из 43 групп пятен 17 появились в Южном полушарии. На кривой роста сглаженных за год значений относительного числа пятен обозначился пик (февраль 2012 г.), после которого наблюдается снижение значений чисел Вольфа. Для низких солнечных циклов ($W^* \leq 80$), а их было всего два, фаза максимума состояла из нескольких промежуточных максимумов, больший из которых признавался максимумом данного цикла. Среднемесячные значения чисел Вольфа $W_{\text{окт.}}^* = 53,3$ и $W_{\text{ноя.}}^* = 61,4$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в апреле и марте 2012 г. составило $W^* = 64,6$ и $61,7$ соответственно. Напомним, что значения чисел Вольфа составили $64,2$ в самом

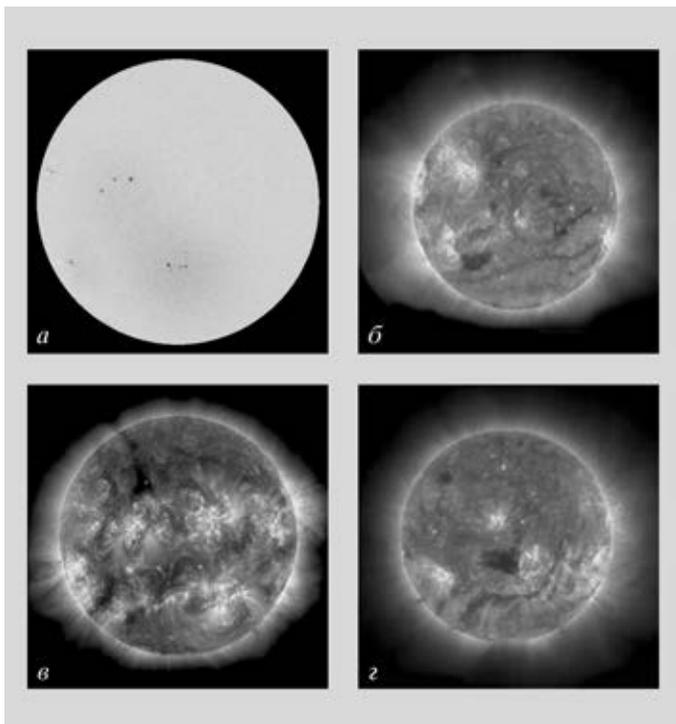
низком из достоверных 14-м цикле.

До **9 октября** относительное число солнечных пятен держалось на

низком уровне, затем до конца месяца – на среднем. Минимальное значение ежедневного относительного числа пятен



Ход развития (39 месяцев) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) циклов средней и небольшой величины. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



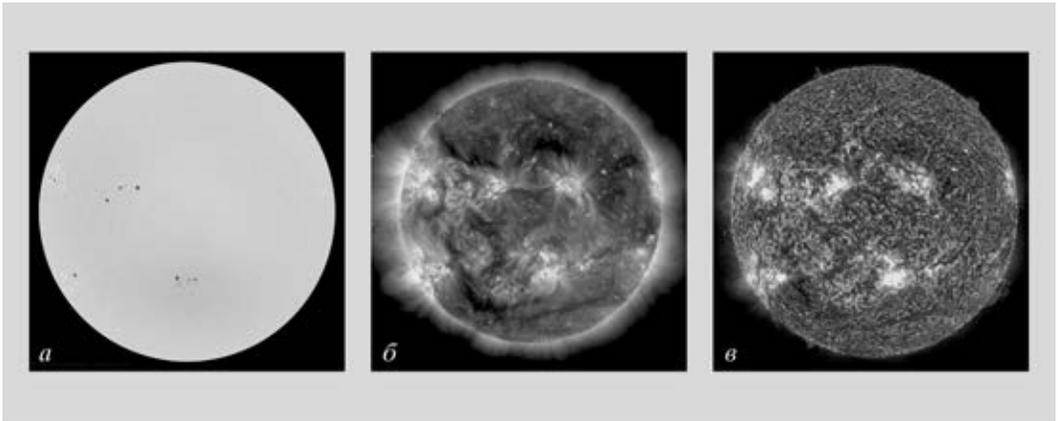
Солнце 22 октября 2012 г.:
 а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$);
 б) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$),
 в) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$),
 г) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$).
 Снимки сделаны космическими обсерваториями “SDO”, “STEREO-A” и “STEREO-B” (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).

хранялась возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями более 2 МэВ отмечен 9–26 октября.

Ноябрь снова начался с низких значений чисел солнечных пятен и оставался таковым до 5 ноября. Далее уровень пятнообразовательной активности держался на среднем уровне, 12 и 17 ноября был повышенным. На видимом диске Солнца появлялось по 3–8 небольших групп пятен, в Южном полушарии – 7 групп, в Северном – 12. Минимальное за сутки число солнечных пятен наблюдалось 3 ноября ($W = 31$), максимальное – **17 ноября ($W = 98$)**. Высокий уровень вспышечной активности отмечен 13 ноября, средний – 8, 12, 14, 20, 21, 27 ноября, в остальные

отмечено 7 октября ($W = 28$), максимальное – **15 октября ($W = 83$)**. В Северном полушарии появилось 8 групп пятен, а в Южном – 9. Вспышечная активность отмечена на среднем уровне 8–10 октября, на высоком – 20, 22 и 23 октября, когда в выходящей на видимый диск Солнца группе пятен Южного полушария произошли три мощные вспышки рентгеновского балла M9, M5 и X1.8. В остальные дни вспышечная активность оставалась на низком и очень низком уровне. Выбросы солнечных волокон произошли 5 (два), 7, 12, 15, 17–19, 26 и 30 октября. Коронграфы космической обсерватории

“SOHO” зарегистрировали 165 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых два были типа “гало”, четыре – типа “частичное гало III” (угол раствора 180° – 270°) и шесть – типа “частичное гало II” (угол раствора 90° – 180°). По три рекуррентные и корональные дыры проходили по видимому диску Солнца, но только от двух корональных дыр исходили высокоскоростные потоки. В результате в околоземном космическом пространстве наблюдались значимые геомагнитные возмущения. На средних широтах Земли возникли две магнитные бури, и четверо суток со-



Солнце 12 ноября 2012 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4096 \text{ \AA}$); б) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Снимки сделаны космической обсерваторией "SDO" (<http://www.spaceweather.com>).

дни – низкий и очень низкий. Выбросы солнечных волокон произошли 10, 13 (три) и 22 ноября, но значимых изменений в околоземном космическом пространстве они не вызвали. Четыре рекуррентные и три корональные дыры также не были геоэффективными. Малое протонное событие в околоземном космосе состоялось 11 ноября. Умеренная магнитная буря от суммарного воздействия выброса волокон 10 ноября и солнечной

корональной дыры отмечена 14 ноября. Всего же в ноябре четверо суток сказывалось влияние возмущенного геомагнитного поля. Коронографы космической обсерватории "SOHO" зарегистрировали более 193 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых семь – типа "частичное гало III" (угол раствора $180^\circ\text{--}270^\circ$) и восемь – типа "частичное гало II" (угол раствора $90^\circ\text{--}180^\circ$). На геостационарных ор-

битах 16–20 и 22–24 ноября наблюдался очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями около 2 МэВ.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

(К 325-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



Эммануэль Сведенборг (1688–1772).

Выдающийся шведский ученый и философ Эммануэль Сведенборг (Сведберг, Emanuel Swedberg) родился в Стокгольме 29 января 1688 г. в семье войскового капеллана Еспера Сведберга и его жены Сары, дочери владельца рудников Альбрехта Бёма. Через четыре года семья переехала в небольшой городок Вингокер, где Еспер стал пастором местного прихода, а еще через год король назначил его профессором богословия Упсальского

университета и пожаловал ему должность настоятеля городского собора.

Атмосфера университетского города и интеллектуальные интересы родителей оказали влияние на маленького Эммануэля. В письме, написанном им уже взрослым человеком, он вспоминал: *“От четвертого до десятого года своей жизни я был поглощен мыслями о Боге, спасении и духовных недугах людей; несколько раз мне открывались вещи, изумлявшие моего отца и мать... От шестого до двенадцатого года я любил беседовать со священниками о вере и о том, что жизнь веры есть любовь...”* В восьмилетнем возрасте Эммануэль пережил трагедию: от лихорадки скончались его мать и старший брат Альберт. У отца осталось восемь детей, он женился вторично – на Саре Бергия, вдове. 15 июня 1699 г. Эммануэль поступил на философский факультет Упсальского университета, где изучали естественные науки и классические языки. С раннего возраста его занимали вопросы об окружающем мире, Вселенной и человеческом бытии. В университете были популярны картезианские представления, Эммануэль стал их ревностным сторонником. После окончания в 1709 г. университета, где получил прекрасное образование (в частности, в совершенстве изучил латынь, греческий и древнееврейский), всю первую половину жизни он интенсивно занимался самообразованием. Впо-



Мемориальная доска на том месте, где стоял дом, в котором родился Э. Сведенборг (район Сёдермальм в Стокгольме).

следствии Сведенборг опубликовал множество своих научных работ, охватывающих необычайно широкий круг вопросов: физика, механика, математика, астрономия, космология, металлургия, геология, горное дело, химия, психология, анатомия, физиология, политика, экономика. Его считают основоположником кристаллографии, минералогии и физиологии мозга. На протяжении многих лет Сведенборг изучал анатомию и физиологию человека и был первым, кто открыл функцию желез внутренней секреции и мозжеч-

ка. Его труды по обработке металлов принципиально изменили положение дел в этой отрасли производства и не потеряли своей актуальности даже в настоящее время. Натурфилософские работы Сведенборга поднимались до уровня аналогичных опытов И. Ньютона, а отдельные его блестящие прозрения предвосхитили выводы о сути материи, к которым физика приблизилась лишь в XX в.

Эммануэль в совершенстве владел девятью языками. Изобретатель и искусный мастер, он сам изготовлял мик-



Э. Сведенборг. Англия, 1712 г.

роскопы и телескопы, конструировал музыкальные инструменты, доменные печи, воздушные насосы и оборудование для шахт. Он принимал участие в проектировании крупнейшего в мире сухого дока, создал слуховую трубку, огнетушитель и сталепрокатный стан, изучал печатание и часовое дело, мастерство гравировки и мозаики.

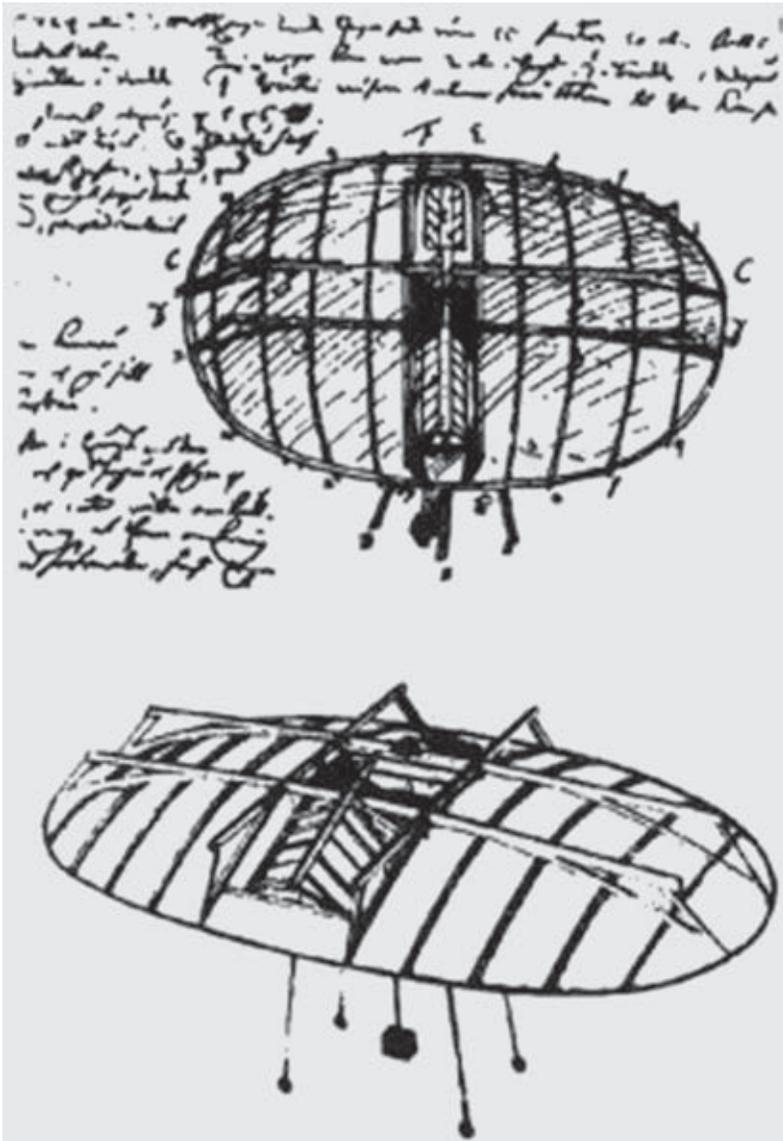
В 1710 г. для продолжения образования Сведенборг отправился в Англию. Здесь он познакомился с директором Гринвичской обсерватории Джоном Флэмстидом и значительно расширил свои познания в астрономии. Первую половину 1712 г. Сведенборг провел в Оксфорде, там он встретился с Э. Галлеем (*Земля и Вселенная*, 1982, № 4; 2006, № 4) и обсуждал с ним методы расчета долгот.

В начале 1713 г. Сведенборг приехал в Голландию. В Лейдене он освоил технику изготовления линз и приобрел не-

обходимое для этого оборудование. Затем Эммануэль переехал в Париж и только в августе 1714 г. решил вернуться в Швецию. Дорога, из-за сложной политической ситуации в Европе, заняла почти год, и в начале июня 1715 г. на небольшой яхте он вернулся на родину.

Во время своих путешествий по Англии, Голландии, Франции, Германии и Италии Сведенборг заслужил уважение и доверие многих знаменитостей этих стран. Ведущие ученые искали его дружбы и обращались к нему за советами. Издатели энциклопедии в Париже поместили в ней полностью его сочинение о производстве железа и стали, так как не надеялись ни от кого другого получить более дельную статью по металлургии. Сочинения в области естественных наук неугомого исследователя Э. Сведенборга составляют небольшую библиотеку.

В Упсале Э. Сведенборг издал собрание своих стихотворений на латинском языке, заслуживших весьма лестные отзывы, а вскоре прославился и сочинениями по математике и физике. Эммануэль основал и стал издавать первый научный шведский журнал “Дедал Гипербореец” (1716–1718), в нем он помещал и свои статьи. Так, в четвертом выпуске Сведенборг опубликовал свой проект летающего аппарата, считающегося прообразом управляемого планера. Проект относится примерно к 1714 г. Аппарат представляет собой планер массой 180 кг (вместе с человеком) и площадью крыла 195 м². Крыло должно было иметь жесткую неподвижную поверхность, предназначенную для образования подъемной силы, выполняющей те же функции, что и крыло самолета. В описании этого проекта Сведенборг отмечал: *“Уже имеются необходимые доказательства и примеры природы, что такой полет возможен без опасности: так, например, птицы... плавают в воздухе, и, опираясь всем своим весом на неподвижные крылья,*



Рисунки из проекта летательного аппарата Сведенборга, опубликованного в 1716 г.

двигаются несколько минут. В воздушном змее, сделанном из дерева и бумаги, мы видим аналогичные свойства, в силу которых он держится в воздухе без малейшего снижения". В проекте были предусмотрены многие конструктивные особенности, применяющиеся на современных самолетах.

На молодого ученого обратил внимание король Швеции Карл XII и в 1716 г. назначил его советником королевской горной коллегии. Сведенборг сопровождал короля 29 августа 1718 г. во время наблюдения лунного затмения. Но вскоре Карл XII был убит при осаде крепости Фредриксхолл, и на престол

взошла его сестра Ульрика Элеонора, согласившаяся передать значительные полномочия Государственному совету и Риксдагу. 26 мая 1718 г., спустя два месяца после коронации, она пожаловала Сведбергам дворянство, слегка изменив фамилию – Сведенборг.

Еще в своей ранней работе 1718 г. ученый сделал заключение об увеличении периодов орбитального и осевого вращения планет, в том числе и Земли, то есть о возрастании продолжительности года и суток. Эта догадка Сведенборга получила подтверждение в теории приливного трения Джорджа Дарвина – выдающегося английского астронома, сына великого естествоиспытателя Чарльза Дарвина. В настоящее время увеличение продолжительности суток подтверждено измерениями.

В марте 1719 г. Эммануэль посвятил королеве сочинение “Высота вод и сильные приливы в первобытные времена” по геологии Швеции. Профессор А.Г. Натхорст так оценил его работу в этой области: *“...вклад Сведенборга в геологию столь значителен и масштабен, что его одного было бы достаточно для того, чтобы обеспечить ему почетное место в науке и подтвердить его способности интеллектуального гения высшего класса, который с необыкновенной наблюдательностью не упускал из виду ни одной детали”*.

В марте 1719 г. Сведенборг после смерти мачехи получил в наследство рудник в Старбо и сделался весьма состоятельным и независимым человеком. Он снова отправился за границу. Летом 1721 г. Эммануэль публикует свои произведения на латинском языке, что значительно увеличило число читателей.

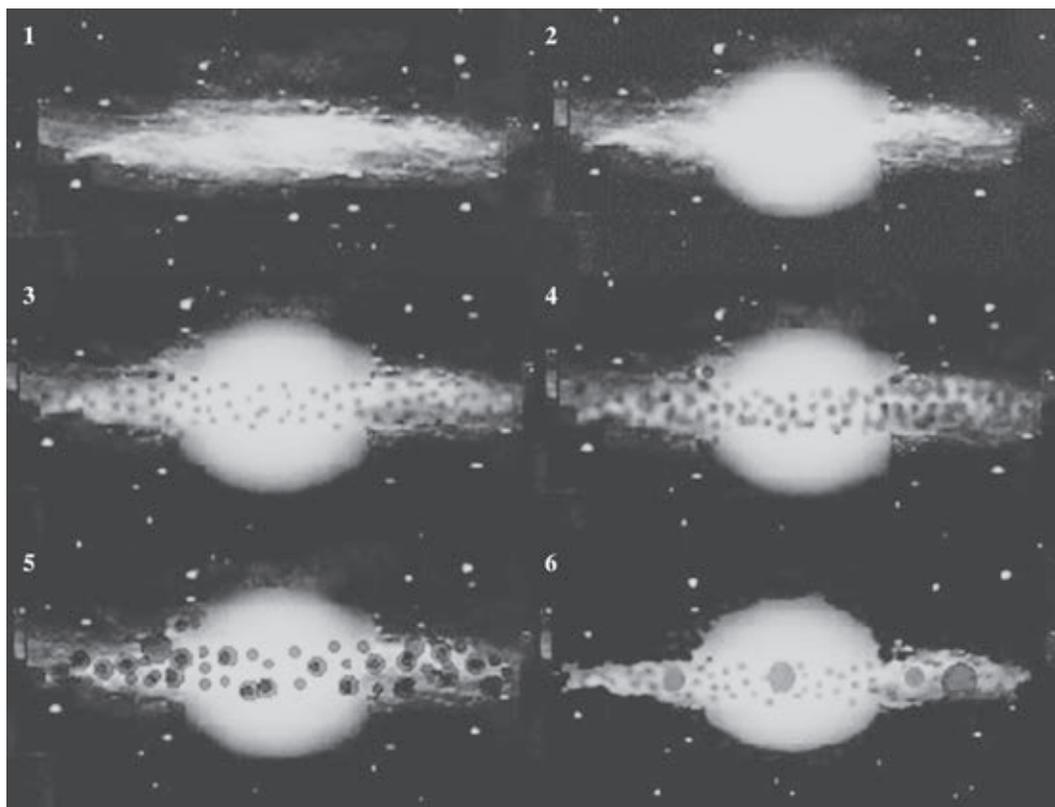
Вернувшись по семейным обстоятельствам в Швецию в июле 1722 г., он узнал о плане Риксдага девальвировать шведские деньги. Сведенборг считал такое решение неправильным

и выступил за восстановление покупательной способности денег. Уже в ноябре 1722 г. он анонимно издал памфлет “Скромные мысли о падении и возрождении шведских денег”. Он также подготовил доклад “Баланс в торговле” и прочитал его на заседании Комитета по торговле Риксдага. В нем указывалось на недопустимость дефицита и превышения стоимости импорта над стоимостью экспорта. Сведенборг получил признание и как экономический эксперт. В июле 1724 г. его пригласили на должность Управляющего рудниками в Горное ведомство. В следующую четверть века Сведенборгу пришлось совмещать научные занятия со службой в ведомстве.

В 1724 г. Упсальский университет предложил Сведенборгу заведование кафедрой высшей математики, но он отклонил это предложение. В 1729 г. Академия наук в Упсале избрала его своим членом, такой же чести он был удостоен в 1734 г. в Императорской академии наук и художеств в Санкт-Петербурге.

Сведенборг размышлял над вопросом о происхождении материи. В то время существовало два основных направления в ответе на этот вопрос: картезианское и ньютоновское. Сведенборг отвергал учение И. Ньютона о вакууме и тяготении, принимая картезианский принцип, но в вопросе о природе материи имел собственный взгляд: возможность всякую вещь объяснить с помощью геометрии и механики. В основу своего подхода он кладет опыт, геометрию и способность размышлять. По его мнению, настоящий философ – это тот, кто способен постичь незримые причины движения вещей в механическом мире.

В космологии Сведенборга ничто не может существовать без причины, за исключением понятия бесконечного. Он полагал, что чистое движение – это средство, с помощью которого сотво-



Формирование планет, комет и астероидов, согласно космологии Э. Сведенборга: 1 – газопылевое облако; 2 – образование Солнца; 3, 4 – протопланетное облако, распавшееся на астероиды и кометы; 5 – слипание крупных тел; 6 – образование планет.

рено все сущее. Сведенборг первым указал на различие между актуальным и потенциальным движением, закрепив его терминологически. Ученый предполагал, что простейшие фигуры, точки, в сложном спиралевидном движении создают “первую конечную вещь” – мельчайшую природную частицу, из которой формируется все сущее. “Вторая конечная вещь” происходит из первой посредством движения, из них образуется первая сложная вещь – элементарная частица. В первом элементе “вторая конечность” соответствует поверхности, а первая, воплощающая активное начало, находится в центре. Первый элемент – наиболее универсальная среда, заполняющая все про-

странство и соединяющая звезды. Можно сказать, что Сведенборг предугадал существование физического вакуума. “Третья конечная вещь”, образующаяся из первых двух, представляет собой магнетический элемент мира. Магнит, по Сведенборгу, это картина Вселенной. Каждая солнечная масса – это магнит, и сами звезды располагаются в Млечном Пути. “Четвертая конечность” – изначальное вещество в виде газопылевого облака, окружающего Солнце. В космогонической гипотезе Сведенборга материал в облаке под действием центробежной силы все больше удаляется от активного центра. Со временем протопланетное облако, принявшее вид широкого кольца,



Э. Сведенборг в преклонном возрасте.

распалось на сферические тела – планеты. Постепенно расширяя орбиты, планеты заняли такое положение, где их масса уравновешивалась силой вращения. Крупные планеты притянули к себе спутники. Таким образом, ученый первым сформулировал небулярную гипотезу о возникновении Солнечной системы из газопылевого облака. Вокруг планет возникают атмосферы, состоящие из “пятой конечной вещи”, формирующей среду звука. Активность “четвертой и пятой конечностей” порождает огонь. “Пятую конечность” связывают с кислородом, четвертую – с водородом. Здесь имеется некая натяжка, но в том, что в современной физике частицы представляются порождением поля, есть сходство со взглядами Сведенборга. Удивление вызывают слова Сведенборга в свете представлений современной науки о “свободе воли электрона”, сказанные им в труде “Истинная христианская

религия” (1745): “Если бы в каждом металле или камне не было подобия свободной воли, не было бы ни металла, ни камня, ни даже песчинки...”

Шведский астрофизик, лауреат Нобелевской премии Сванте Аррениус обратил внимание на то, что в гипотезах Бюффона, Канта, Лапласа, Райта и Ламберта имеется совпадение с идеями Сведенборга о происхождении планет из солнечной массы, расположение звезд в Млечном Пути и включении галактик в более крупные структуры, опубликованными им ранее. Его космогония строилась на следующем принципе: все явления и процессы в природе подчиняются неким общим законам независимо от их масштабов. Солнечную систему и нашу Галактику Сведенборг определял как реально



Современное издание труда “Истинная христианская религия” Э. Сведенборга.



Надгробная крипта в кафедральном соборе Упсалы.

существующие системы, удерживаемые физическими силами. Он первым высказал идею о космической иерархии – существовании сложных систем, в современной терминологии – скопленных галактик, звездных скоплений и звезд со своими планетными системами. Независимо от Сведенборга эту концепцию более детально развил в 1761 г. выдающийся немецкий астроном и математик И.Г. Ламберт.

Свои философские представления Сведенборг изложил в трехтомном труде “Философские и минералогические сочинения” и, когда труд был закончен, получил отпуск для поездки за границу, чтобы его напечатать. 13 мая 1733 г. Сведенборг выехал из Стокгольма в обществе графа Гилленберга. В Лейпциге в сентябре 1733 г. он при-

ступил к публикации своего сочинения. Первый том, “Принципы природы”, был посвящен герцогу Людвигу Рудольфу Брауншвейгскому, второй, “О железе и стали”, – ландграфу Гессен-Касселю, третий, “О меди и бронзе”, – шведскому королю Фредерику I. Публикация этого фундаментального труда поставила Сведенборга в один ряд с самыми выдающимися исследователями его эпохи. Причем, если первый том был посвящен абстрактным философским вопросам, то последние два – конкретным проблемам минералогии и технологическим процессам в металлургии. Сведенборг послал “Философские и минералогические сочинения” в Императорскую академию наук и художеств в Санкт-Петербург. В Академии был создан комитет для рассмотрения тру-



Памятник Э. Сведенборгу в Стокгольме.

да и его пользы. В ответном благодарственном письме Сведенборг прочел о присвоении ему звания члена-корреспондента академии.

С 1736 г., продолжая свои философские и теологические исследования, Сведенборг опирался на видения и голоса. Он получает все большее признание: 10 декабря 1740 г. его единогласно избирают в Шведскую королевскую академию наук в Стокгольме. Но связь Сведенборга с академией впоследствии стала формальной, так как к концу 1740-х гг. он отошел от исследования всех известных в его время естественных наук и всецело посвятил себя исканиям в области духовного мира человека.

Сведенборг начал с того, что сделал обзор современных ему знаний в области психологии, а впоследствии опубликовал его в нескольких томах. Он стал записывать и толковать соб-

ственные сновидения; разработал технику задержки дыхания (наподобие йоговской) и внутренней концентрации внимания, что дало ему возможность наблюдать тонкие процессы в мозге. В определенных состояниях он стал ощущать, что внутри него присутствуют другие сущности, и утверждал, что с апреля 1744 г. находится в постоянном контакте с миром духов. В 1744 г. Сведенборг совершает путешествие в Голландию и начинает видеть странные сны. Следует отметить, что в большинство своих путешествий он брал с собой путевой журнал, опубликованный в 1859 г. под названием «Журнал снов». На протяжении 1744–1745 гг. сознание Сведенборга посетили различные видения, поэтому всю вторую половину жизни он посвятил написанию разного рода теологических сочинений. В 1747 г. Сведенборг неожиданно попросил об освобождении от всех должностей.

На этом биография Сведенборга – блестящего ученого – закончилась, и наступила другая, загадочная, вызывавшая много домыслов и споров. Можно только догадываться, почему это произошло, знакомясь с его дневниками. Все началось с несчастной любви. В юности он обручился с любимой девушкой. Узнав, что она согласилась выйти замуж по принуждению родителей, Эммануэль с ней расстался, но забыть ее не смог и навсегда остался холостяком.

Вплоть до 1759 г. Сведенборг публиковал свои книги анонимно, но в июле этого года произошло событие, принесшее Сведенборгу европейскую известность. Его пригласили на обед к богатому купцу Вильяму Кастелю, жившему в Гётенборге (в 500 км от Стокгольма). Вечером Сведенборг внезапно вышел из комнаты в сад, откуда вернулся очень бледный и встревоженный, говоря, что в Стокгольме сильный пожар и пламя уже охватило значительную часть

города. Лишь на третий день в город прибыл гонец Стокгольмской торговой палаты, сообщивший подробности пожара в столице. Вести, доставленные гонцом, и рассказ Сведенборга совпали даже в мельчайших деталях. Существует много рассказов о способности Сведенборга предвидеть будущее.

После смерти Э. Сведенборга в Лондоне 29 марта 1772 г. Шведская королевская академия наук бережно собрала и сохранила его рукописи. В 1908 г. его прах был перенесен в Упсалу и покоится в кафедральном соборе

города рядом с могилой Карла Линнея. В 2004 г. собрание рукописей Э. Сведенборга, одно из самых больших и редких коллекцией рукописей XVIII в., содержащее 20 тыс. страниц, было внесено ЮНЕСКО в реестр “Память мира”. В 2005 г. в Стокгольме открыли памятник Э. Сведенборгу. В последние годы в России изданы многие его произведения.

“Кассини”: фотографии Дионы и Мефоны

Из 45 снимков спутника Сатурна Дионы диаметром 1123 км, находящегося на расстоянии 377 400 км от планеты (см. стр. 2 обложки), полученных в апреле 2010 г. АМС “Кассини”, составлена мозаика. Судя по снимкам, рельеф ледяной поверхности Дионы сложный, с разнообразными геологическими структурами. Диона всегда обращена к Сатурну одной стороной из-за синхронного с ним вращения. На полушарии, обращенном к Сатурну, обнаружено множество кратеров, противоположное – по-

крыто темными участками и паутиной тонких светлых полосок – это хребты и цепочки гор, высотой до нескольких сотен метров. Некоторые полоски проходят через кратеры, что говорит о более позднем появлении трещин и разломов. Разность в геологическом строении полушарий объясняется тем, что частые бомбардировки метеоритами раскрутили Диону и повернули ее неровной частью назад до того момента, как приливные силы зафиксировали ее обращение вокруг Сатурна.

В мае 2012 г. АМС “Кассини” впервые пролетела около 3-км спутника Сатурна Мефоны, находящегося между орбитами Мимаса и Энцелада на расстоянии 194 440 км от планеты. Мефона и находящиеся недалеко крошечные спутники Паллена и Анфа могли отколоться от Мимаса или

Энцелада. Орбита Мефоны колеблется на 20 км под действием гравитационного поля Мимаса. У Мефоны очень гладкая поверхность и отсутствуют кратеры. Ровные участки поверхности обнаружены также на астероиде Итокава и спутниках Сатурна Телесто, Пандора и Калипсо. Но ударные кратеры есть на многих астероидах и спутниках планет. Причина образования ровной поверхности и яйцеобразной формы Мефоны может быть связана с подвижностью рыхлого грунта или с нагромождением мелких камней и валунов, не заметных по отдельности. Некоторые участки поверхности Мефоны выглядят темнее других. На снимках же каких-либо деталей различить не удалось.

Пресс-релиз JPL – NASA,
24 октября 2012 г.

(К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



Академик Д.В. Скобельцын (1892–1990).

Выдающийся советский физик-экспериментатор, специалист в области космических излучений и физики высоких энергий академик Дмитрий Владимирович Скобельцын родился 24 ноября 1892 г. в Санкт-Петербурге. Его отец, Владимир Владимирович, работал лаборантом в физической лаборатории Петербургского университета, а с 1899 г. стал профессором Электротехнического института. Впоследствии он – профессор, затем – декан и, на-

конец, директор Петроградского политехнического института.

В 1910 г. Дмитрий Владимирович окончил Тенишевское училище, известное высоким уровнем обучения. В том же году он поступил в Петербургский политехнический институт, однако после первого курса перешел на физико-математический факультет Петербургского университета, который окончил в 1915 г. Его оставили на кафедре физики для подготовки к профессорской деятельности. Дмитрий Владимирович начал педагогическую работу сначала в Женском медицинском институте в качестве ассистента, а с 1916 г. – в Петроградском политехническом институте. В 1925–1939 гг. он работал в Ленинградском физико-техническом институте. В 1929–1931 гг. Д.В. Скобельцын был в научной командировке в Париже, где стажировался в Радиевом институте в Лаборатории им. П. Кюри.

В 1938 г. Дмитрия Владимировича назначили заведующим отделом космических лучей в Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР (ФИАН), затем заведующим Лабораторией атомного ядра. В 1939 г. Д.В. Скобельцын был избран членом-корреспондентом, в 1946 г. – действительным членом Академии наук СССР. В 1946 г. он создал Научно-исследовательский физический институт (НИФИ-2) в Московском государственном университете. Здесь получила “путевку в жизнь” значительная часть наших специалистов по атомному ядру и атомной энер-

гетике. В 1951 г., после смерти академика С.И. Вавилова, Д.В. Скобельцын избрали директором ФИАН, на этом посту он оставался до 1973 г. Оставив директорский пост, Дмитрий Владимирович стал советником дирекции, почетным председателем Ученого совета Института, а затем почетным директором ФИАН.

К исследовательской работе Д.В. Скобельцын приступил в 1924 г. под влиянием одного из самых ярких научных событий того времени – открытия комптон-эффекта (1923). Результаты, подтвердившие представления А. Эйнштейна о корпускулярной природе излучения, были встречены скептически. Обнаруженные Ч. Вильсоном в 1896 г. следы электронов отдачи, вызванные рассеянием рентгеновских лучей, не позволяли раскрыть механизм этого явления, так как энергия этих электронов была слишком мала. Дмитрий Владимирович предложил использовать для изучения электронов отдачи в камере Вильсона гамма-лучи радия. Первые его визуальные наблюдения с пучком лучей дали качественное подтверждение картины, вытекавшей из корпускулярной модели. Магнитное поле он применил позже, вначале лишь для того, чтобы улучшить условия для наблюдения электронов отдачи, возникавших в газе камеры. Это методическое улучшение привело к выдающимся результатам. Фотографии показали, что при энергии электронов порядка 0,5 МэВ и выше можно по измеренной кривизне следа с достаточной точностью определить энергию частицы.

Сначала в Ленинграде, а затем в лаборатории М. Склодовской-Кюри в Париже Д.В. Скобельцын выполнил обширную программу исследований методом камеры Вильсона в магнитном поле механизма комптон-эффекта, а также по спектроскопии гамма-лучей. Он первым провел наиболее прямую и достоверную проверку существования импульса у фотона. В опытах по исследованию углового распределения комптон-электронов он получил

первое подтверждение теории углового распределения Клейна – Нишины – Тамма. Работы Д.В. Скобельцына стали надежной экспериментальной основой квантовой электродинамики. Наблюдение комптон-эффекта с помощью камеры Вильсона в магнитном поле привело Дмитрия Владимировича к открытию двух замечательных явлений. Во-первых, он обнаружил на фотографиях частицы с энергией, значительно превышающей энергию частиц радиоактивного источника (гамма-квантов). Такие частицы он считал космическим излучением и количественно объяснил распределением в атмосфере ионизации, наблюдавшейся В. Гессом. Д.В. Скобельцын выяснил природу космических лучей: они состоят преимущественно из заряженных частиц высокой энергии. Не случайно это открытие считается началом физики высоких энергий (Земля и Вселенная, 2006, № 3). Во-вторых, он обнаружил, что частицы космического излучения возникают генетически связанными группами, став у истоков наблюдений множественных процессов, одного из основных в физике высоких энергий.

Дальнейший прогресс в понимании сложных лавинных процессов с позиции квантовой электродинамики был связан с открытием позитрона и образования электронно-позитронных пар. Дмитрий Владимирович сыграл выдающуюся роль и в этих исследованиях. Он впервые зафиксировал рождение пар частиц, хотя и не дал сразу их интерпретацию. Созданная и разработанная им методика, полученные с ее помощью результаты (наблюдение рождения электрон-позитронных пар) сыграли существенную роль в открытии первой античастицы – позитрона и в экспериментальном подтверждении теории П. Дирака.

Д.В. Скобельцын провел большую серию теоретических и экспериментальных исследований по лавинным процессам в космических лучах. Особое внимание он уделил широким атмосферным ливням (ШАЛ), возникающим от первичных космических лучей



Ф. Жолио-Кюри и академики И.В. Курчатов, Д.В. Скобельцын, Л.А. Арцимович, А.И. Алиханов. 1949 г.

огромных энергий (10^6 – 10^{11} ГэВ). Продолжение данных работ привело к выводу о том, что в основе процесса развития ливня в атмосфере лежит не электромагнитное, а ядерное взаимодействие. Это в корне изменило существовавшие тогда представления о процессах, происходящих при высокой энергии частиц в атмосфере, и вскоре привело к важным выводам о взаимодействиях ядерных частиц (адронов) сверхвысокой энергии. Сложившийся к тому времени коллектив ученых из ФИАН и МГУ начал под руководством Дмитрия Владимировича экспериментальное изучение ядерных процессов высоких энергий. Эксперименты велись по двум направлениям – на высотах гор и на уровне моря при самых высоких энергиях, а кроме того, в стратосфере и в космосе при сравнительно умеренной энергии частиц. В 1950 г. ученый изложил полученные результаты в докладе на годовичном Общем собрании Академии наук СССР.

В 1950-х гг. Д.В. Скобельцын развернул научно-организационную и обще-

ственную деятельность. За годы его директорства ФИАН вырос почти в 15 раз, в нем возникли и успешно развивались многие научные направления, в частности квантовая электроника. Об успехах Института в этом новом разделе физики можно судить хотя бы по тому, что академики Н.Г. Басов и А.М. Прохоров стали Ленинскими и Нобелевскими лауреатами.

С созданием НИФИ-2 (с 1957 г. – НИИЯФ МГУ; Земля и Вселенная, 1986, № 1; 2006, № 3) кафедру “Атомное ядро и радиоактивность” преобразовали в кафедру “Строение вещества”. На кафедре читали специальные курсы: “Ускорители” (профессор В.А. Петухов), “Прохождение частиц через вещество” (член-корреспондент АН СССР В.И. Векслер), “Взаимодействие излучения с веществом” (профессор С.Н. Вернов), “Теория ядра” (профессор М.А. Марков), “Ядерная спектроскопия” (профессор Л.В. Грошев), “Реакторы” (доцент Ф.Л. Шапиро), “Дозиметрия ионизирующих излучений” (доцент Б.М. Исаев). Будучи крупным ученым,

Д.В. Скобельцын отчетливо понимал, что дать студентам полноценное образование невозможно без привлечения к учебному процессу физиков, активно занимающихся научными исследованиями, что необходимо как можно раньше включать студентов в научно-исследовательскую работу.

Академики Д.В. Скобельцын и С.И. Вернов (Земля и Вселенная, 2001, № 1) привлекли к преподаванию на кафедре “Строение вещества” крупных ученых, работавших по проблемам физики атомного ядра. Так, на ядерном отделении физфака МГУ сложилась уникальная система подготовки физиков-ядерщиков, впервые была осуществлена интеграция академической науки и образования. Система привлечения крупных ученых к чтению лекций и организации научных исследований в МГУ оказалась более эффективной, чем направление студентов в различные исследовательские центры, так как образование строилось по глубоко продуманному учебному плану. Дмитрий Владимирович – признанный глава выращенной им целой плеяды ученых, многие из которых сами стали крупными учеными, ведущими специалистами по физике атомного ядра, элементарных частиц и космических лучей и имеют уже свои научные школы. Прошедшие 65 лет со времени создания НИИЯФ МГУ показали высокую эффективность такой системы подготовки студентов. На кафедрах ядерного отделения было подготовлено около 6 тыс. специалистов, составивших основу многих научных коллективов, работающих в различных областях ядерной физики.

Благодаря научной интуиции Д.В. Скобельцын очень четко определял возможность и необходимость развития в НИИЯФ МГУ новых ядерно-физических направлений. В начале 1950-х гг. стала актуальной задача измерения ряда ядерных констант методом электронного парамагнитного резонанса. Д.В. Скобельцын поддержал идею А.М. Прохорова об организации в Институте новой лаборатории радио-



Академики С.И. Вернов и Д.В. Скобельцын в Колонном зале Дома Союзов. 1962 г.

спектроскопии с ядерной тематикой, совпавшей по времени с рождением квантовой электроники. Развитие исследований по управляемому термоядерному синтезу, радиоспектроскопии и квантовой электронике потребовало подготовки на Физическом факультете МГУ специалистов по атомной физике. В 1954 г. по инициативе академика Л.А. Арцимовича, поддержанной Дмитрием Владимировичем, в составе отделения строения вещества создается кафедра атомной физики, которую возглавил Л.А. Арцимович. Создание новой кафедры в НИИЯФ МГУ потребовало организации и лаборатории. В конце 1950-х гг. Д.В. Скобельцын также инициировал развитие космофизических исследований. К чтению лекций по данной тематике для студентов он привлекал наиболее авторитетных специалистов, работавших в АН СССР, отраслевых институтах и НИИЯФ МГУ.

Д.В. Скобельцын был депутатом Верховного Совета, сначала РСФСР, а затем СССР в 1954–1974 гг.

Во всем мире Д.В. Скобельцын известен также как борец за мир. В 1946–1948 гг. он был экспертом по атомной энергии при Представительстве СССР

в ООН, в 1955 г. возглавил делегацию СССР на Первой Международной конференции в Женеве по мирному использованию атомной энергии и был вице-президентом этого представительного форума. Дмитрий Владимирович – один из организаторов и активных деятелей Пагуошского движения ученых за мир и председатель Комитета по международным Ленинским премиям “За укрепление мира между народами”. Исключительная принципиальность и независимостьнискали Д.В. Скобельцыну огромный моральный авторитет и уважение. Заслуги Дмитрия Владимировича были высоко оценены. Ему присвоено звание Героя Социалистического Труда и лауреата Государственной (1951) и Ленин-

ской (1982) премий. Д.В. Скобельцын награжден шестью орденами Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени. Академия наук СССР наградила его Золотой медалью им. С.И. Вавилова и премией им. Д.И. Менделеева.

Умер Д.В. Скобельцын 16 ноября 1990 г., похоронен на Новодевичьем кладбище. В 1993 г. Научно-исследовательскому институту ядерной физики МГУ присвоено имя его основателя – академика Д.В. Скобельцына.

Необычная галактика

Недавно создан снимок спиральной галактики NGC 660 (20 млн св. лет от нас в созвездии Рыб) с перемычкой и полярным кольцом, синтезированный из изображений, полученных телескопом Джемини-Север Обсерватории Мауна Кеа на Гавайях (см. стр. 3 обложки внизу). Она относится к редкому классу полярных галактик, у которых внешнее кольцо вращается над по-

люсами внутреннего скопления. Звезды и газ обращаются вокруг ядра в кольце, почти перпендикулярном плоскости галактического диска диаметром 40 тыс. св. лет. В ее центре есть две сверхмассивные черные дыры и старое линзовидное скопление. Странная форма NGC 660 могла возникнуть при взаимодействии двух дисковых галактик. Захваченное одной галактикой вещество другой галактики постепенно растянулось во вращающееся кольцо. Области звездообразования, рассеянные вдоль кольца NGC 660, сформировались в результате мощных сил тяготения. В отличие от других взаимодействующих галактик в NGC 660 не обнару-

жены “хвосты” вещества, которые образуются при их слиянии. Ученые исследуют распределение вещества в невидимом гало из темной материи, вычисляя влияние ее гравитации на вращение кольца и диска.

Галактику NGC 660 открыл 16 октября 1784 г. Уильям Гершель. В 1978 г. некоторые эллиптические галактики впервые были идентифицированы как галактики с полярным кольцом: NGC 1947, NGC 2685, NGC 4650A, NGC 5128, NGC 5266, NGC 5363, ESO 415-G26 и Лебедь А.

Пресс-релиз Обсерватории Мауна Кеа, 18 октября 2012 г.

Международная конференция по астрофизике

С 3 по 7 сентября 2012 г. в Академии наук Республики Татарстан и в Казанском (Приволжском) федеральном университете (КФУ) состоялась Международная астрономическая конференция **“Рентгеновское небо: от звезд и черных дыр до космологии”**. 2012–2013 годы ранее были объявлены Правительствами Российской Федерации и Германии Годом России в Германии и Годом Германии в России. Поэтому очень значимо, что видные зарубежные ученые и лауреат Золотой медали Бенджамина Франклина по физике академик Р.А. Сюняев обратились с просьбой к Президенту Республики Татарстан Р.Н. Минниханову провести данную конференцию в Казани, славящейся своей развитой научной базой, и особенно всемирно известной астрономической школой.

Конференция была посвящена вопросам астрофизических исследований с помощью космических аппаратов,



Эмблема Конференции.

в частности проекту международной астрофизической обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма”, запуск которой планируется на 2014 г. (Земля и Вселенная. 1997, № 2). Организаторами Конференции стали Правительство и Академия наук РТ, Казанский федеральный университет, Институт космических исследований РАН (Москва), Институт астрофизики им. Макса Планка (Германия).

В работе Конференции приняли участие видные российские и зарубежные астрофизики, среди них академики Р.А. Сюняев (председатель Научного оргкомитета конференции) и А.М. Черепашук, А.А. Старобинский, члены-корреспонденты РАН Б.М. Шустов и Д.В. Бисикало, доктор физико-математических наук Ю.Н. Гнедин, президент КФУ М.Х. Салахов, президент АН РТ А.М. Мазгаров, академик РТ Н.А. Сахибуллин, доктора К. Нандра и П. Преддел (Германия).

В день открытия Конференции состоялось торжественное заседание в актовом зале Казанского федерального университета. На нем с приветствиями и поздравлениями выступили академик Р.А. Сюняев, президент КФУ М. Салахов, президент АН РТ А.М. Мазгаров, академик А.М. Черепашук, академик АН РТ Н.А. Сахибуллин, директор Института астрофизики им. Макса Планка по внеземной физике



*Выступление Д. Конрада
(Институт астрофизики им.
Макса Планка, Германия).
Фото Ю.А. Нефедьева.*

К. Нандра, профессор Института астрофизики им. Макса Планка по астрофизике Й. Трюмпер.

С докладом о реализованных астрофизических наблюдениях с помощью немецкого рентгеновского телескопа eROSITA (космическая обсерватория “Спектр-Рентген-Гамма”) выступил профессор **Д. Конрад** (Германия). Он сообщил, что в 1996 г. международная космическая рентгеновская обсерватория “ROSAT” (1990–1999) открыла кометы с рентгеновским излучением, показав важность с точки зрения астрофизики перезарядки СХ для генерации рентгеновского излучения. Перезарядка СХ принципиально отличается от других рентгеновских процессов, потому что они производятся не горячими электронами, а ионами, захватываемыми электронами нейтраль-

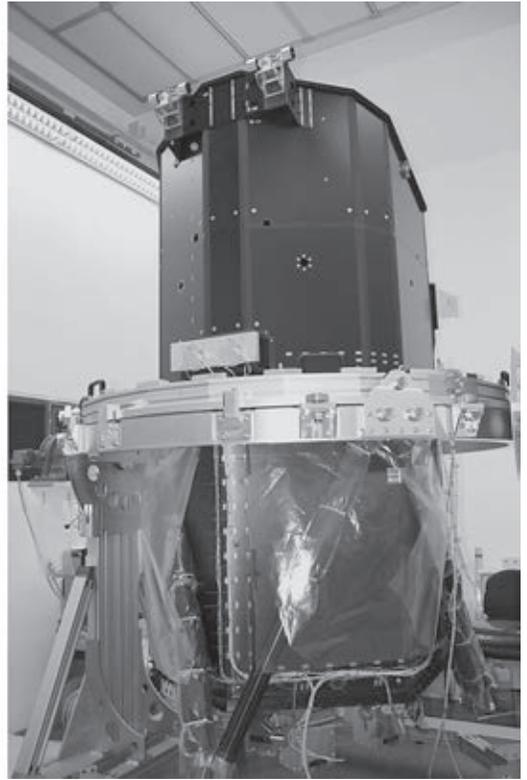
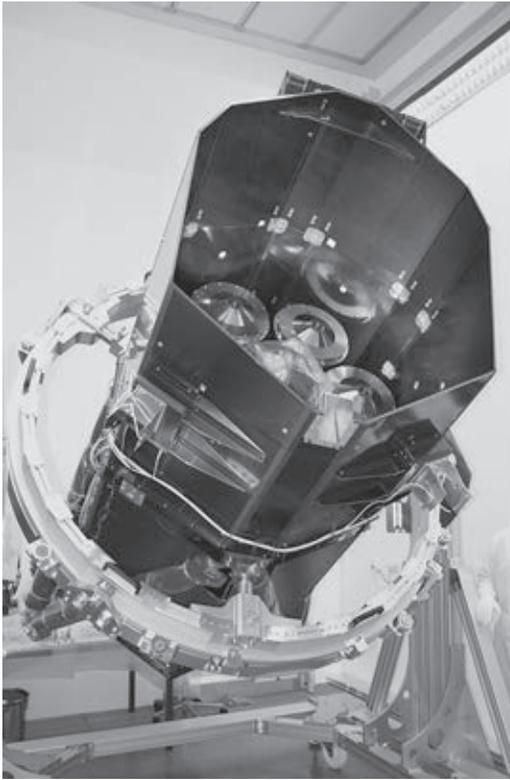
ного газа. Кометы представляют собой лучшие природные лаборатории для исследования физики перезарядки СХ.

Благодаря высокой чувствительности к мягкому рентгеновскому излучению, высокому спектральному разрешению и большому полю зрения, новый телескоп eROSITA будет идеальным прибором для изучения взаимодействия перезарядки СХ солнечного ветра с кометами и отбора проб тяжелых потоков ионов на разных широтах и гелиографических фазах солнечного цикла. Потенциал eROSITA для исследования перезарядки СХ не ограничивается кометами, к источникам СХ-выбросов относится и гелиосфера. Телескоп eROSITA будет сканировать всю небесную сферу, находясь в точке либрации L2, что позволит с беспрецедентным разрешением регистрировать диффузное рентгеновское излучение без влияния геокороны на данные. Эти исследования обеспечат отделение гелиосферных выбросов от других компонент диффузного рентгеновского излучения, в частности от локального горячего пузыря, представляющего собой полость размером 200–300 пк в межзвездной среде в рукаве Ориона нашей Галактики.

Заседание завершилось концертом всемирно известного казанского государственного

камерного оркестра “La Primavera”.

На заседаниях секций “Состояние космического корабля и инструментов”, “Рентгеновские миссии”, “Галактические кластеры и космология”, “Галактические кластеры: эффект Сюняева – Зельдовича”, “Многоволновые совместные наблюдения”, “Галактические компактные объекты”, “Физические процессы в ISM (межзвездной среде), диффузное рентгеновское излучение и звезды”, “Компактные объекты”, “Внегалактические исследования” обсуждались научные и технические проблемы, связанные с запланированным на 2014 г. запуском на околоземную орбиту космической обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма”. Эта обсерватория предназначена для изучения уникальных объектов Вселенной: черных дыр разных масс, активных галактик, далеких скоплений галактик и решения вопросов о происхождении и эволюции Вселенной. Установленные на обсерватории рентгеновские телескопы eROSITA и АРТ-ХС просканируют небо с высокой чувствительностью в диапазоне энергий 0,5–10 кэВ. Ожидается, что в ходе обзора будут обнаружены практически все массивные скопления галактик в наблюдаемой части Вселенной и составлена уникальная база данных для исследования крупномасштабной структуры



Немецкий рентгеновский телескоп eROSITA, разработанный для российской космической обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма” в Институте астрофизики им. Макса Планка. Фото EADS.

Вселенной, проведено тестирование космологических моделей и исследована природа темной энергии. Предполагается открыть несколько миллионов активных ядер галактик, по которым можно проследить историю роста сверхмассивных черных дыр в ходе эволюции галактик. Кроме того, будет получена большая база данных о практически всех классах галактических рентгеновских источников, включая активные звезды, катаклизмические переменные и рентгеновские двойные системы, а

также о межзвездной и межгалактической среде.

За время работы Конференции кроме вводных докладов о выбранной схеме запуска космической обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма” в точку либрации L2, заслушано более 80 пленарных докладов о разработке космического аппарата и научных приборов. С ними выступили ведущие мировые ученые в области изучения скоплений галактик, космологии, активных ядер галактик, галактических компактных объ-

ектов, рентгеновских звезд, гамма-вспышек, диффузного рентгеновского излучения, рентгеновского излучения планет и комет. Материалы докладов и презентации доступны на сайте Конференции: <http://hea.iki.rssi.ru/kazan2012/index-ru.php>.

Тему будущих исследований с помощью телескопа eROSITA на секции “Состояние космического корабля и инструментов” развили профессор П. Предел (Германия), В. Бурвитс (Германия), Т. Реприч (Германия), Й. Трюмпер (Герма-

ния; секция “Рентгеновские миссии”), И. Бикмаев (Россия; секция “Галактические кластеры и космология”) и другие делегаты. Также на секции “Состояние космического корабля и инструментов” представили сведения о задачах и характеристиках супертелескопа ART-XC для обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма” доктор физико-математических наук **М.Н. Павлинский** (ИКИ РАН) и **М. Губарев** (Космический центр им. Маршалла NASA, США).

На секции “Галактические кластеры и космология” выступили академики Р.А. Сюняев (Россия), А.А. Старобинский (Россия), член-корреспондент РАН Е.М. Чуразов (Россия), кандидат физико-математических наук Р.А. Буренин (Россия), профессора Г. Боерингер (Германия), М. Арнауд (Франция), Ш. Молнар (Тайвань), Д. Нагаи (США). В частности, **Е.М. Чуразов** рассказал о наблюдениях скопления галактик в рентгеновском диапазоне: физике плазмы, активных ядрах галактик и космологии. **Р.А. Сюняев** в докладе “Наблюдения скоплений галактик в рентгеновском и микроволновом диапазоне спектра: почему нам нужна выборка скоплений галактик в обзоре eROSITA” сообщил, что с помощью этого телескопа предполагается обнаружить около 150 тыс. скоплений галактик по



Академик Р.А. Сюняев рассказывает о наблюдениях скоплений галактик в рентгеновском и микроволновом диапазоне спектра. Фото А.И. Галеева.

рентгеновскому свечению горячего газа в центрах скоплений. Горячий газ обуславливает искажение спектра реликтового излучения при прохождении фотонов реликтового излучения через скопления (эффект Сюняева – Зельдовича). Однако в микроволновом диапазоне регистрируются в основном наиболее массивные скопления галактик, содержащие большое количество горячего газа. Высокая рентгеновская чувствительность телескопа eROSITA поможет зарегистрировать скопления галактик в широком диапазоне масс, а также горячий газ между скоплениями. Наблюдения решат проблему иерархии скоплений галактик по массам и соотношения массы газа

и звездного вещества в скоплениях. **А.А. Старобинский** в докладе “Возрастание возмущений плотности вещества как тест свойств темной энергии” подчеркнул, что для многих современных моделей темной энергии возрастание возмущений в гравитационных кластерных компонентах Вселенной (барионы + + холодная темная материя) является самым чувствительным тестом возможного отличия темной энергии от точной космологической постоянной. В обзоре последних результатов в этой области были затронуты случаи квинтэссенции и возможные модели темной энергии.

На секции “Галактические кластеры: эффект Сюняева – Зельдовича” обсуждались проблемы, связанные с наблюдениями скоплений галактик и их анализом на основе эффекта Сюняева – Зельдовича. Прозвучали доклады Э. Поинтекуто (Франция), Б. Бенсона (США), Д. Марроне (США), Дж. СиEVERСА (США), Т. Пладже (США) и Т. Мроковски (США). В частности Б. Бенсон рассказал о космологических результатах, полученных на 10-м Южном полярном телескопе с помощью анализа первичной и вторичной анизотропии реликтового излучения. Были открыты новые скопления галактик на основе эффекта Сюняева – Зельдовича (SZ-эффект). **Д. Марроне**



Доктор физико-математических наук М.Р. Гильфанов. Фото А.И. Галеева.

сообщил, что ожидать от eROSITA исследования красного смещения для всего огромного каталога скоплений непросто, особенно для кластеров с большими красными смещениями, а вот наблюдения этих кластеров в радиодиапазоне на основе SZ-эффекта – перспективная возможность для выявления таких скоплений и устранения неопределенностей. **Т. Мроковски** в своем докладе рассказал, что последующие измерения SZ-эффекта могут стать важным дополнением к рентгеновским исследованиям скопления галактик. Например, такая комбинация наблюдений использовалась для оценки постоянной Хаббла и дала хорошие результаты. Этот метод может быть также полезен для увеличения точности при обнаружении

большой выборки скоплений с большим красным смещением телескопом eROSITA.

На секции “Многоволновые совместные наблюдения” доктор физико-математических наук **Ю.Н. Гнедин** (ГАО РАН) в докладе “Магнитные поля активных галактических ядер и квазаров” предположил, что поскольку существует степенная зависимость магнитного поля внутри диска галактики, то возможно получить оценку магнитного поля на первой стабильной орбите вблизи центральной сверхмассивной черной дыры для ряда активных ядер галактик, входящих в спектрополяриметрические атласы. Доктор физико-математических наук **М.Г. Мингалиев** (Россия) в докладе “Наблюдения активных ядер галактик на радиотелескопе RATAN-600” рассказал, что в результате более 40 лет исследований переменной внегалактических радиоисточников стало ясно, что подавляющее большинство из них с плоскими спектрами (то есть спектрами, в которых интенсивность не зависит от длины волны, и поэтому они не имеют наклонов) изменяют блеск с периодом от десятков лет до десятков минут. Нет сомнений, что многолетняя переменность, связанная с мерцанием турбулентных межзвездных сред, это следствие нестационарных процессов в ак-

тивных ядрах галактик. Наиболее адекватным объяснением наблюдаемого характера переменности считаются модели ударных волн. Основной критерий, позволяющий выбирать между внутренними и внешними причинами переменности, в частности на сантиметровых волнах, это форма спектра. Наблюдения на RATAN-600 проводились на шести частотах: 0,97; 2,3; 3,9; 7,7; 11,1 и 21,7 ГГц. Параметры переменности определялись из анализа кривых блеска. В большинстве рассматриваемых случаев оказалось достаточно, чтобы различить внутреннюю или внешнюю переменность. Для определения типа переменности применялся анализ формы спектра и частот, на которых этот спектр формируется.

На секции “Активные ядра галактик и нормаль-



Директор Института астрономии Гавайского университета Г. Хайзингер (Германия). Фото Ю.А. Нефедьева.

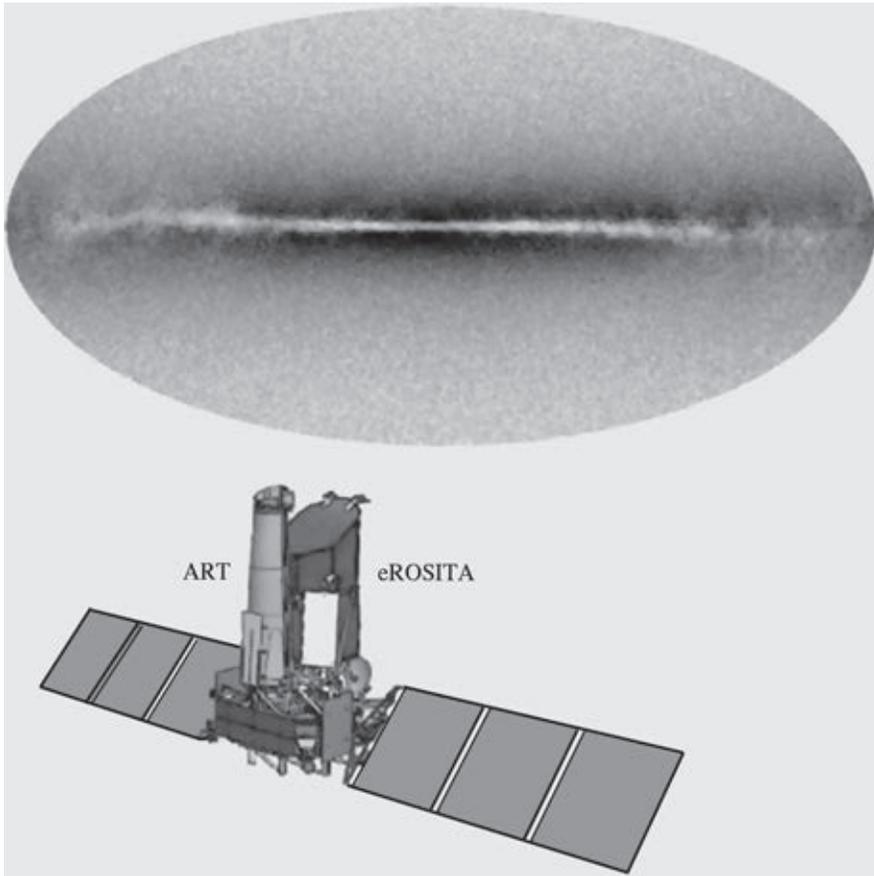
ные галактики” выступил доктор физико-математических наук **М.Р. Гильфанов** (ИКИ РАН) с докладом “Активные ядра галактик и нормальные галактики в обзоре всего неба eROSITA”. Он сообщил, что высокая рентгеновская чувствительность телескопа eROSITA позволит регистрировать примерно 100 активных ядер галактик на один квадратный градус, что означает регистрацию нескольких миллионов галактик с активными ядрами по всей площади неба и в большом диапазоне красных смещений. Это позволит изучать демографию сверхмассивных черных дыр в центрах таких галактик и эволюцию их физических параметров от ранних этапов формирования Вселенной до настоящего времени. Кроме того, при такой высокой чувствительности eROSITA может регистрировать суммарное рентгеновское излучение компактных источников в нормальных и эллиптических галактиках. Ожидается, что будет найдено около 20 тыс. нормальных галактик, это приблизит к решению проблемы рентгеновского фона неба, обусловленной излучением неразрешенных источников – предположительно нормальных и эллиптических галактик. Доктор **Г. Хайзингер** (Германия) в докладе “Возможности сотрудничества проекта eROSITA с наземными

наблюдательными средствами Гавайской обсерватории” подчеркнул, что обсерватория может взять на себя ведущую роль в развитии следующего поколения наблюдательной базы на самых мощных наземных телескопах мира: 30 телескопов TMT, солнечный телескоп ATST и система из четырех телескопов панорамного обзора и быстрого реагирования Pan-STARRS. Их планируется разместить на Гавайских островах, они будут обладать самой большой цифровой камерой из когда-либо построенных (1,4 гигапикселя) и охватывать области 7 квадратных градусов. Один из них, PS1, выполняет съемку Северного полушария неба и уже обнаружил потенциально опасные астероиды, кометы и новый класс очень светлых взрывов сверхновых. Второй телескоп, PS-2, строится на Гавайях в Обсерватории Мауна-Кеа. С его помощью можно будет решать такие вопросы, как поиск пригодных для жизни внесолнечных планет и наиболее ранних черных дыр. Сочетание высокой чувствительности космического телескопа eROSITA и мощных наземных телескопов Гавайской обсерватории позволит создать плодотворную кооперацию в различных областях астрофизики.

На Конференции также работали параллельные секции “Компактные

объекты” и “Внегалактические исследования”. На первой секции выступили Д.В. Бисикало (Россия), Р. Рафиков (США) и Н.И. Шакура (Россия), на второй были заслушаны доклады Н.Клерка, Г. Чона и Н. Лысковой (Германия). В частности, **Р. Рафиков** коснулся темы аккреционных дисков у слабо намагниченных центральных объектов, например белых карликов или нейтронных звезд, компактных объектов. Аккреция диска на слабо намагниченный центральный объект (белый карлик, нейтронная звезда) неизбежно сопровождается образованием пограничного слоя с движением вещества со скоростями от сверхзвуковой орбитальной до орбитальной скорости звезды. Докладчик описал механизм передачи углового момента внутри пограничного слоя. Авторы доклада провели 2D гидродинамические расчеты для экваториальной плоскости пограничного слоя, и показали, что имеет место возбуждение квазистационарных акустических мод между поверхностью звезды и резонансом Линдблада в диске.

Профессор **Н. Клерк** (США) в своем докладе описал CR-NR метод (метод заключается в моделировании наблюдаемых диаграмм “цвет – звездная величина”) совместного учета ICM свойств (свойств горячей среды скопления галактик) и космологических па-



Космическая обсерватория “Спектр-Рентген-Гамма” исследует рентгеновское излучение нашей Галактики. Рисунок.

раметров при минимуме предположений. Автор продемонстрировал, как этот метод может быть применен к анализу обширных космологических обзоров в рентгеновском диапазоне. Далее докладчик представил результаты, полученные с помощью космической обсерватории “ХММ-Newton” в исследовании скоплений галактик.

В заключение выступления автор рассказал, каким образом предложенный в докладе метод может быть использован при анализе данных, которые будут получены в будущем по проекту eRosita.

В последний день Конференции прошли секции “Галактические компактные объекты” и “Физические процессы в ISM (межзвездной среде), диффузное рентгеновское излучение и звезды”. Доктор физико-математических наук **М.Г. Ревнивцев** (ИКИ РАН) рассмотрел “население” галактических источни-

ков рентгеновского излучения, которые можно будет наблюдать на космической обсерватории “Спектр-Рентген-Гамма”. Статистика “населения”, полученная на основе анализа данных из различных источников, предоставляет инструмент для исследования различных физических механизмов, действующих в звездах. Докладчик подчеркнул, что чрезвычайно важно разработать методы для объединения рентгеновской и оптической систем. Профессор **Ю. Шмитт** (Германия) в докладе “Высокие энергии окружающей

среды звезд с экзопланетами” проанализировал характеристики более 700 звезд, у которых обнаружены планеты. Почти все эти звезды с экзопланетами показывают типичную магнитную активность, у Солнца она довольно низка по сравнению с другими звездами.

Культурно-просветительская программа Конференции состояла из увлекательных экскурсий в университет, по му-

зеям Казанского кремля и в исторический центр Болгары.

На Конференции было отмечено, что мировое научное сообщество достигло выдающихся успехов в астрофизических исследованиях. Казанские астрономы совместно с российскими и зарубежными учеными примут участие в перспективных проектах, в первую очередь в работе космической обсерва-

тории “Спектр-Рентген-Гамма”.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 12-02-06114-г и фонда “Династия”.

“Радиоастрон”: конкурс проектов

Мировое сообщество астрофизиков откликнулось на объявление первого открытого конкурса по программе наблюдений на телескоп-интерферометре “Радиоастрон”. Это свидетельствует о высокой оценке первых результатов действующей российской космической обсерватории “Спектр-Р” (Земля и Вселенная, 2011, № 6; 2012, № 6). Суммарный запрос составил около

4,5 тыс. ч, что превышает доступное для экспериментов наблюдательное время примерно в четыре раза. В конкурсе заявок пожелали участвовать 160 астрофизиков из 18 стран мира, включая 34 российских ученых. Тематика полученных заявок на проведение научных экспериментов охватывает широкий спектр научных задач “Радиоастрона”. Больше всего заявок связано с исследованиями ядер активных галактик, источников мазерного излучения, пульсаров и квазаров, межзвездной среды, транзиентных быстро вспыхивающих объектов. Есть заявки, связанные с решением проблем астрометрии, гравитации и космологии.

Процесс подачи заявок проходил в три этапа. До 17 октября 2012 г. научные коллективы присылали письма о намерениях, описывая основную идею своего проекта и объем необходимого наблюдательного времени. 4 декабря 2012 г. научные коллективы участников собрались в Институте радиоастрономии Общества им. М. Планка (Бонн, Германия) для обсуждения предлагаемых проектов. Затем были сформированы международные консорциумы по направлениям ключевых научных программ “Радиоастрона”. Наблюдения на “Радиоастроне” предполагаются с июля 2013 г. по июнь 2014 г.

Пресс-релиз АКЦ
ФИАН,
5 декабря 2012 г.

Д.М. ПЕЧЕРСКИЙ,
доктор геолого-минералогических наук
Институт физики Земли РАН

Последние несколько лет автор занимается изучением распространений состава частиц самородного железа в осадках разного состава и возраста, главным образом с помощью термомагнитного анализа. Считается, что такие частицы обычно внеземного происхождения и образуются в результате дробления более крупных космических тел – астероидов. Для сравнения автор решил изучить тем же методом упавшие на Землю астероиды – метеориты. Выполнен комплекс термомагнитного и микрозондового анализа 40 образцов из

25 метеоритов, найденных в разное время и в самых разных местах Земли. Выяснилось, что магнитные свойства и состав магнитных минералов во всех метеоритах единообразны, варьирует лишь их концентрация, возрастающая в среднем на порядок от каменных метеоритов к железным. Главный магнитный минерал изученных метеоритов – камасит (никелистое железо), реже встречаются сульфиды железа, тэнит и шрейберзит. Камасит присутствует во всех метеоритах, шрейберзит явно тяготеет к железным метеоритам, а сульфиды железа и

тэнит – к каменным метеоритам. Все эти минералы, как правило, отсутствуют в коре Земли и других планет. Отмечается близкое сходство распределения содержания никеля в железо-никелевых сплавах железных метеоритов и в осадках, из чего можно заключить, что железные метеориты и металлические частицы в осадках – результат разрушения родительского тела (планеты). На основе исследований автор предлагает петромагнитную модель внутреннего строения планет.

РЕЗУЛЬТАТ АНАЛИЗА ЧАСТИЦ

Как известно, на Землю ежегодно выпадают многие тысячи тонн космического материала, главным образом в виде космической пыли и метеоритов, содержащих

магнитные минералы. Но, как это ни странно, именно магнитные методы для их изучения чаще всего не привлекаются. Спектр возможностей петромагнитных методов очень широк: выяснение состава, структуры, условий образования

магнитных минералов в горной породе. При этом не требуются извлечение исследуемого объекта из горной породы, специальная обработка материала. Петромагнитные исследования космического материала в сочетании с микрозон-

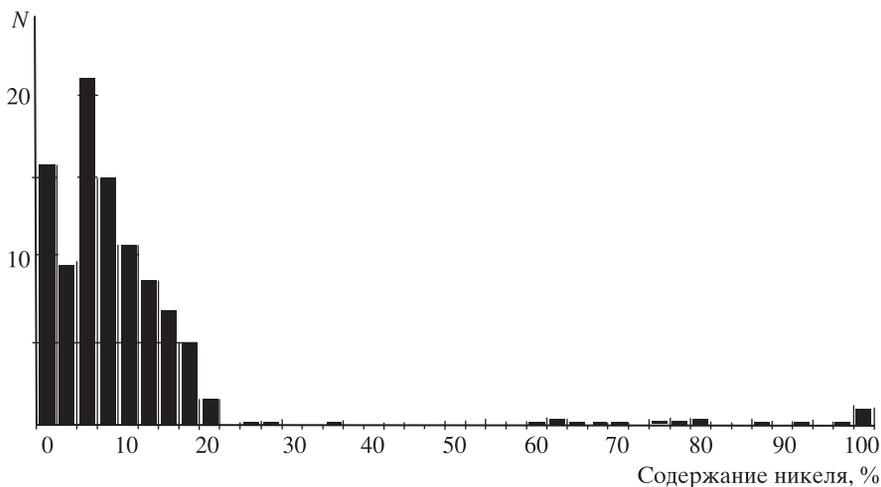


График относительного распределения концентрации никеля в металлических частицах из осадков. Исследования выполнены с помощью термомагнитного анализа. N – относительное число определений концентраций никеля. По данным Печерского, Шароновой, 2011 г.

довым анализом дают возможность получить информацию о строении планет – источников поступающего на Землю космического материала. Первый шаг был сделан – это комплексное изучение космических металлических частиц в осадках (Земля и Вселенная, 2010, № 6). Второй шаг – комплексное петромагнитно-микронзондовое изучение метеоритов, чему посвящена настоящая статья.

Кратко напомним о результатах петромагнитного и микронзондового анализа (МЗА) металлических частиц в осадках разных регионов и разного возраста. В осадках часто встречаются металлические частицы. Их концентрация обычно порядка 10^{-4} % и очень редко превышает 10^{-3} %, она не зависит от осо-

бенностей осадочных пород и содержания в них земных магнитных минералов, таких как магнетит, гематит, гидроокислы железа. По составу металлические частицы в осадках можно разделить на три группы: 1) чистое железо, 2) камасит с преимущественной концентрацией никеля 5–6%, 3) железоникелевый сплав, содержащий более 20% Ni (тэ-нит) вплоть до чистого никеля. Частицы первой и второй группы встречаются повсеместно, отражая свою принадлежность к космической пыли, тогда как третья имеет локальное распространение и связана, вероятнее всего, с падением метеоритов. Концентрация в осадках других магнитных минералов космического происхождения, например тэ-нита,

тетратэнита, шрейберзита, троилита и пирротина, менее 10^{-5} %.

Данные исследования метеоритов – это сравнение результатов анализов металлических частиц в осадках с аналогичными данными по метеоритам для выяснения связи космической пыли, в частности металлических частиц в ней, с метеоритами. Кроме того, как показал обзор мировых данных, в том числе просмотр «Meteoritical Bulletin» (2000–2010) за 10 лет, магнитные свойства метеоритов изучены до сих пор недостаточно.

СОСТАВ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТЕОРИТОВ

Образцы и методика их исследований. Для петромагнитного и микронзондового изучения метеоритов я обратился

	Метеорит	Тип метеорита	Количество образцов	Место находки (страна)
Геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва	Августиновка	октаэдрит (Ж)	3	Украина
	Баббс Милл	октаэдрит (Ж)	1	США
	Биштюбе	октаэдрит (Ж)	3	Казахстан
	Гросслибенталь	хондрит (К)	1	Украина
	Джибеон	октаэдрит (Ж)	1	Намибия
	Забродье	хондрит (К)	1	Белоруссия
	Имилак	палласит (ЖК)	1	Чили
	Камберленд Фоле	хондрит (К)	1	США
	Косбис Крик	октаэдрит (Ж)	1	США
	Красноярск	палласит (ЖК)	4	Россия
	Марьялахти	палласит (ЖК)	1	Россия
	Омолон	палласит (ЖК)	2	Россия
	Оханск	хондрит (К)	1	Россия
	Саратов	хондрит (К)	4	Россия
	Санта-Катарина	атаксит (Ж)	1	Бразилия
	Сао Жулиао де Мореира	гексаоктаэдрит (Ж)	2	Португалия
	Сихотэ-Алинь	гексаоктаэдрит (Ж)	2	Россия
	Толука	октаэдрит (Ж)	2	Мексика
Хайнхольц	мезосидерит (Ж)	1	Германия	
Хессле	хондрит (К)	1	Швеция	
Музей естественной истории СВКНИИ ДВО РАН, Магадан	Алискерово	октаэдрит (Ж)	1	северо-восток России
	Аньюский	гексаэдрит (Ж)	1	
	Билибино	октаэдрит (Ж)	1	
	Омолон	палласит (ЖК)	1	
	Сеймчан	палласит (ЖК)	1	
	Эгвекино	октаэдрит (Ж)	1	

Примечание. Ж – железные метеориты, ЖК – железо-каменные метеориты, К – каменные метеориты.

за материалом в ряд геологических музеев. Откликнулись М.Н. Кандинов (Геологический музей имени В.И. Вернадского РАН, Москва) и А.А. Пляшкевич (Музей есте-

ственной истории ДВО РАН, Магадан), за что им огромная благодарность. В результате набралось 40 образцов из 25 метеоритов, в том числе 21 – железный, 10 – железо-

каменных и 9 – каменных метеоритов. Эти образцы из Северной и Южной Америки, Африки, Западной и Восточной Европы, Центральной Азии, Дальнего Востока и севе-

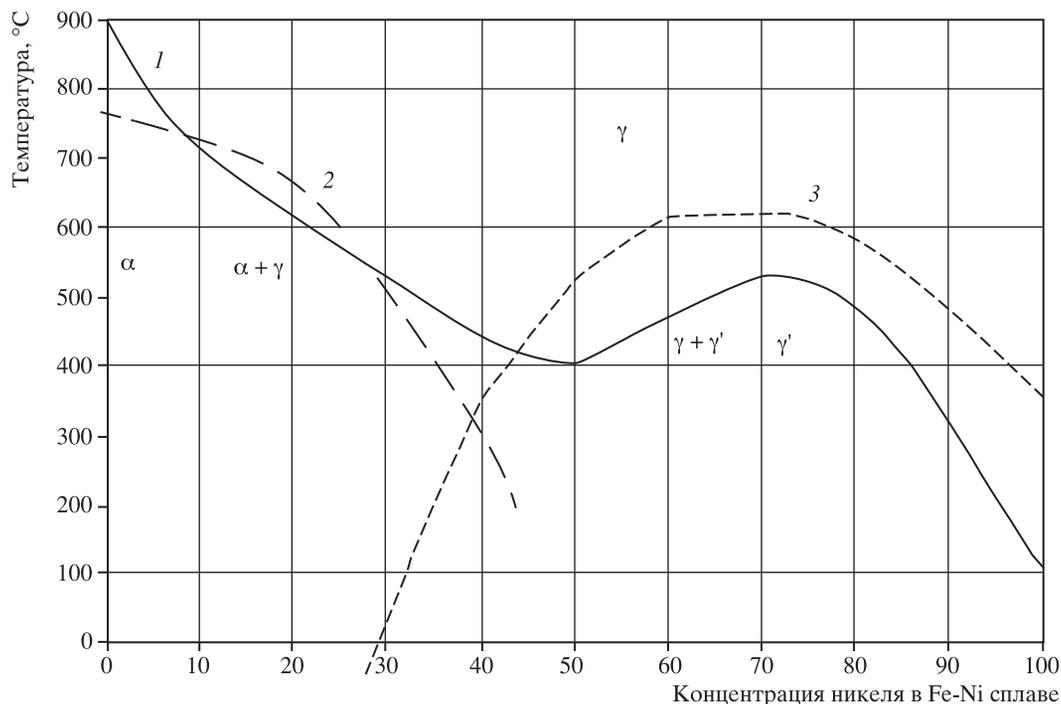


Диаграмма фазового равновесия Fe-Ni сплавов (Cassiani et al., 2006). Линия 1 – граница области стабильного существования камасита (α -фаза), тэнита (γ -фаза) и тетратэнита (γ' -фаза), выше линии 1 существует только тэнит; 2 – точки Кюри камасита; 3 – точки Кюри тэнита.

ро-востока Азии; времена падения их на Землю охватывают по крайней мере три века, поэтому исследуемая выборка образцов вполне представительна для выявления общей картины в распределении, составе и магнитных свойствах магнитных минералов из метеоритов.

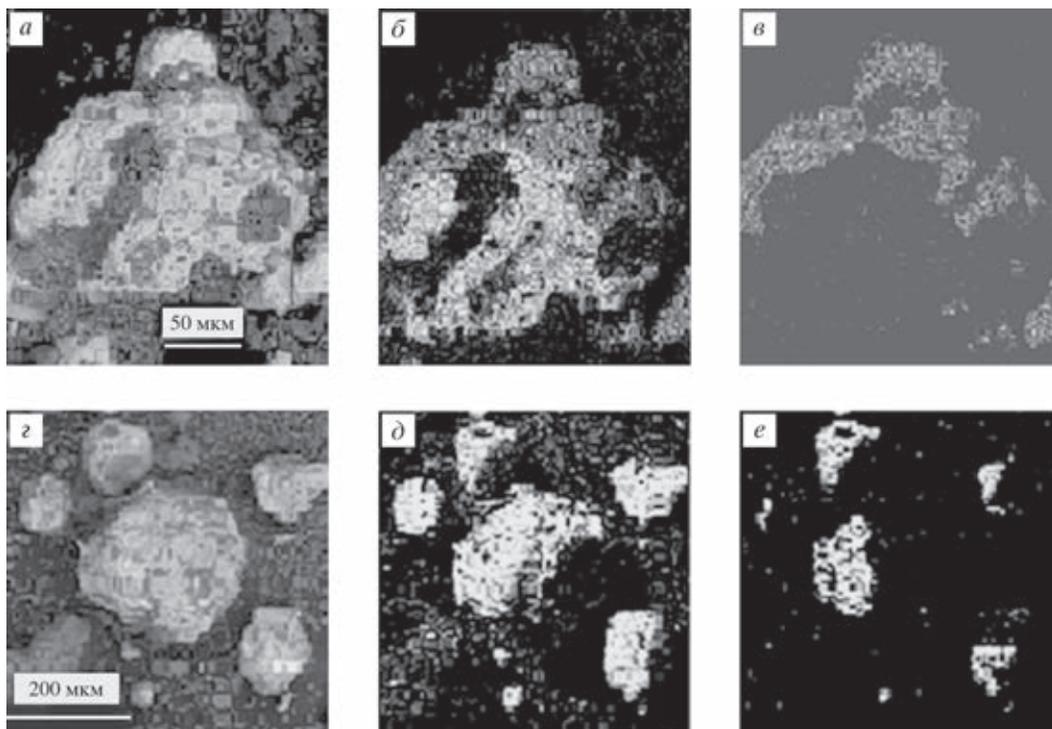
Микроскопические наблюдения проведены В.А. Цельмовичем, они включают исследования с помощью микросонда «Тескан Vega II», энергодисперсионного спектрометра и микроскопа «Olympus BX51M».

Измерение магнитных свойств метеоритов и их термомагнитный анализ (ТМА) выполнялись Г.П. Марковым на термо-вибромагнитометре конструкции Н.М. Аносова и Ю.К. Виноградова. При ТМА непрерывно измерялась намагниченность в постоянном магнитном поле 600 мТл в процессе нагрева образца до 800 °С и последующего охлаждения до комнатной температуры. Цикл нагрев-охлаждение, как правило, повторяли дважды.

Для определения концентрации магнитного

минерала в образце кривая $M(T)$ экстраполировалась от каждой точки Кюри до комнатной температуры. В результате выделялась величина намагниченности насыщения M_s минерала с данной точкой Кюри. Отношение полученной величины M_s к известной намагниченности насыщения минерала с такой точкой Кюри есть содержание этого минерала в образце.

Результаты исследований магнитных минералов метеоритов. Камасит обнаруживается во всех метеоритах

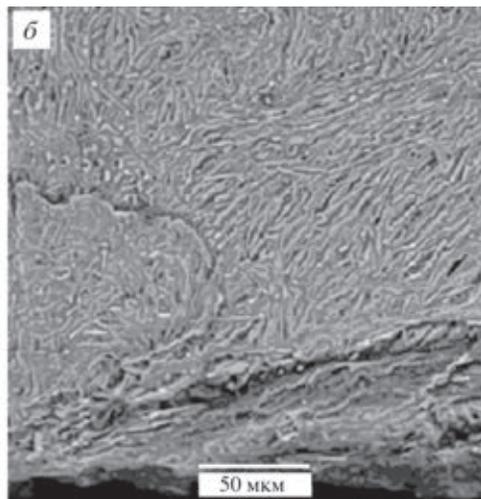
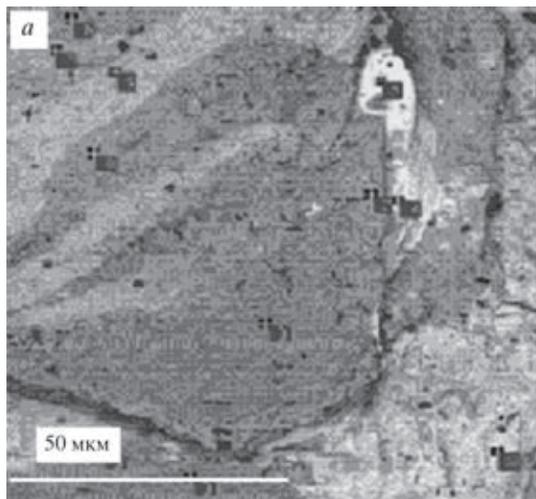


Зерна и сферулиты тэнита и камасита (а, г). Контуры того и другого отчетливо видны при сканировании по железу (б, д) и никелю (в, е). Метеорит Саратов.

при ТМА по сочетанию двух признаков: по точке Кюри и по температуре структурного перехода тэнит → камасит, сдвинутой относительно точки Кюри примерно на 100°. Как видно из фазовой диаграммы состояния Fe-Ni сплавов, в области температур, близких к точкам Кюри камасита и тэнита, происходит структурный переход камасит (α -фаза) – тэнит (γ -фаза), температуру которого легко спутать с точкой Кюри. Благодаря тому что в подавляющем большинстве случаев камасит содержит не более

10% Ni, а для такого состава температура структурного перехода камасит – тэнит выше точки Кюри камасита, при ТМА, как правило, фиксируется именно точка Кюри. Фазовая диаграмма показывает также, что тэнит, содержащий менее 30% Ni, имеет отрицательную точку Кюри, то есть при комнатной температуре и выше такой тэнит – парамагнетик. Следовательно, в области содержания в сплаве до 30% Ni точки Кюри более 700 °C относятся исключительно к камаситу. В свою очередь, точки

Кюри камасита, содержащего более 50% Ni, ниже комнатной температуры, значит в этой области ТМА должен фиксировать исключительно тэнит. При охлаждении ниже 800 °C фиксируется температура структурного перехода тэнит – камасит, сдвинутой относительно точки Кюри примерно на 100 °C. «Отставание» температуры перехода тэнит – камасит при остывании образца от температуры перехода камасит – тэнит при его нагреве обусловлено тем, что границы фазовых областей



Примеры окисла железа с примесью серы и никеля (метеорит Красноярск): а) корка на камасите темно-серого цвета (виден процесс переработки камасита: вверху белого цвета – включение шрейберзита, светлосерые полосы – окисленный камасит, справа – троилит); б) тонкие «волокна».

на диаграмме равновесия Fe-Ni сплавов могут быть установлены, только если скорость охлаждения не превышала примерно 10 °С в сутки (Бозорт, 1956), а в наших термомагнитных опытах нагрев и охлаждение шли со скоростью 1 °С в секунду.

Тэнит с помощью МЗА найден в 12 образцах, причем нередко в виде единичных зерен, которые не фиксируются при ТМА. Он содержит чаще более 30% Ni. С помощью ТМА тэнит зафиксирован только в трех образцах (Оханск, Саратов, Эгвекинот). Подчеркну, что тэнит содержат **все** образцы каменных метеоритов и только четыре образца железных и два – железо-каменных метеоритов. При этом

камасит и тэнит кристаллизуются обособленно. Сrostки камасита и тэнита четко фиксируются микросондом при сканировании.

Помимо обособленных образований камасита и тэнита, везде встречаются очень тонкие ламеллы тэнита (меньше размера зонда) в камасите как результат распада последнего. Термомагнитный признак существования таких структур – уменьшение точек Кюри камасита после нагрева образцов до 800 °С в результате частичного или полного растворения ламелл тэнита в процессе гомогенизации твердого раствора.

Шрейберзит (Fe, Ni)₃P четко фиксируется при ТМА по точке Кюри. Содержание никеля в нем

соответствует экспериментальной зависимости для искусственных Fe-Ni фосфидов (Cambino et al., 1967). Микросондом шрейберзит отмечен в 40% образцов, но в заметных количествах он зафиксирован МЗА и ТМА лишь в трех метеоритах (Красноярск, Омолон, Сао Жулиао де Морейра). Единичные зерна шрейберзита обнаружены еще в девяти метеоритах, но только микросондом, то есть их вклад в M_s меньше 1%. В остальных 13 метеоритах шрейберзит не найден. Почти все находки относятся к металлической части железных и железокаменных метеоритов, и только в одном каменном метеорите Камберленд Фолс встречены

единичные зерна шрейберзита.

Распределение шрейберзита в метеоритах крайне неравномерно. Так, в метеорите Красноярск обнаружено большое количество шрейберзита только в одном образце, а в двух других – лишь единичные зерна. В метеорите Омолон в одном образце много шрейберзита, в другом – единичные зерна, в третьем – шрейберзит отсутствует. В метеорите Сао Жулиао де Морейра в одном образце сплошной шрейберзит, а в другом его нет. Содержание никеля в шрейберзите колеблется от 8 до 66% и широко варьирует независимо от приуроченности к камаситу (11–45% Ni), тэниту (25–37% Ni) или силикатам (19–33% Ni).

Самородный никель найден только с помощью микрозонда в трех образцах каменных метеоритов в виде единичных зерен, то есть их вклад в M_s существенно меньше 1%.

Железо-алюминиевый сплав. В метеоритах Марьялахти и Сао Жулиао де Морейра выявлены зерна очень редко для метеоритов Fe-Al сплава в виде включений в камасите, хотя известны искусственные Fe-Al сплавы, например алфер и алфенол. Среднее содержание алюминия в сплаве – 5–6%, ближе к

краям его содержание достигает 17%.

Fe-окисел с примесью серы и никеля. В нескольких метеоритах обнаружен ранее неизвестный минерал – окисел железа с примесью серы и никеля (средний состав: 47,5% Fe; 44,3% O; 4,3% Ni; 2,4% S), связанный исключительно с участками заметного вторичного изменения метеоритов. Формы выделения минерала разнообразны: корки на других минералах, волокна и т.п. Этот минерал содержит только Fe^{3+} ; устойчив при нагревах. Точка Кюри – 280–290 °C, удельная намагниченность насыщения равна 0,69 Ам²/кг, близка к намагниченности насыщения гематита и гетита (0,5 Ам²/кг).

Fe-сульфиды. Среди них львиная доля принадлежит *троилиту* (FeS), это антиферромагнетик с очень низкой намагниченностью. Кроме троилита нередко встречаются *пирротин* (FeS_{1+x}), *пентландит* ($Fe, Ni)_9S_8$, *добреелит* ($FeCr_2S_4$). Из них только моноклинный пирротин – ферримагнетик ($M_s = 16$ Ам²/кг, $T_c = 325–360$ °C). Fe-сульфиды установлены МЗА примерно в 30% образцов, в заметных количествах во всех каменных метеоритах и отсутствуют в железных и железо-каменных метеоритах (единичные зерна – только в одном образце железного метеорита

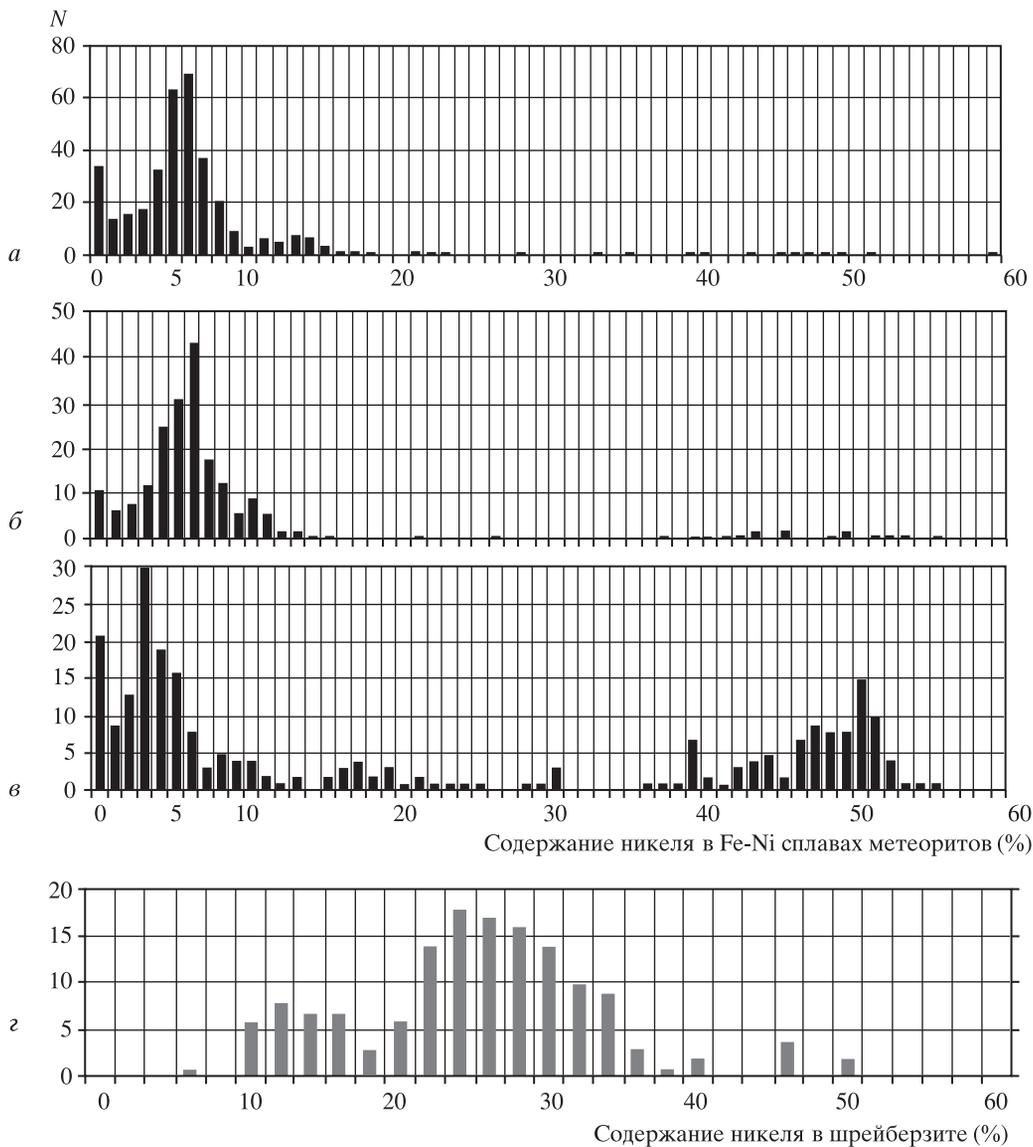
Сихотэ-Алинь и железо-каменного метеорита Красноярск). Пирротин зафиксирован микрозондом в ряде образцов, но нет ни одного случая выявления пирротина с помощью ТМА. Это можно объяснить тем, что, во-первых, пирротин в метеоритах высокотемпературный гексагональный, а это слабомагнитный антиферромагнетик, во-вторых, часто пирротин представлен в виде единичных зерен.

Магнетит (Fe_3O_4) широко распространен в метеоритах, чаще всего как продукт окисления камасита и других магнитных минералов. Реже магнетит встречается в метеоритах сам по себе. Такие метеориты, вероятнее всего, – представители коры планет.

Остальные минералы, например чистый никель, когенил, феррошпинели, ильменит, корунд, добреелит, Fe-Al сплав, Fe-окисел с примесью серы и никеля, киноварь, – очень редки, скорее экзотические.

СРАВНЕНИЕ МАГНИТНЫХ МИНЕРАЛОВ МЕТЕОРИТОВ

Метеоритами занимаются многие исследователи, и чаще всего они изучают тонкие особенности состава, структуры метеоритов, минералов в них, иными словами, исследуются отдельные деревья, листики, а за деревьями при этом не



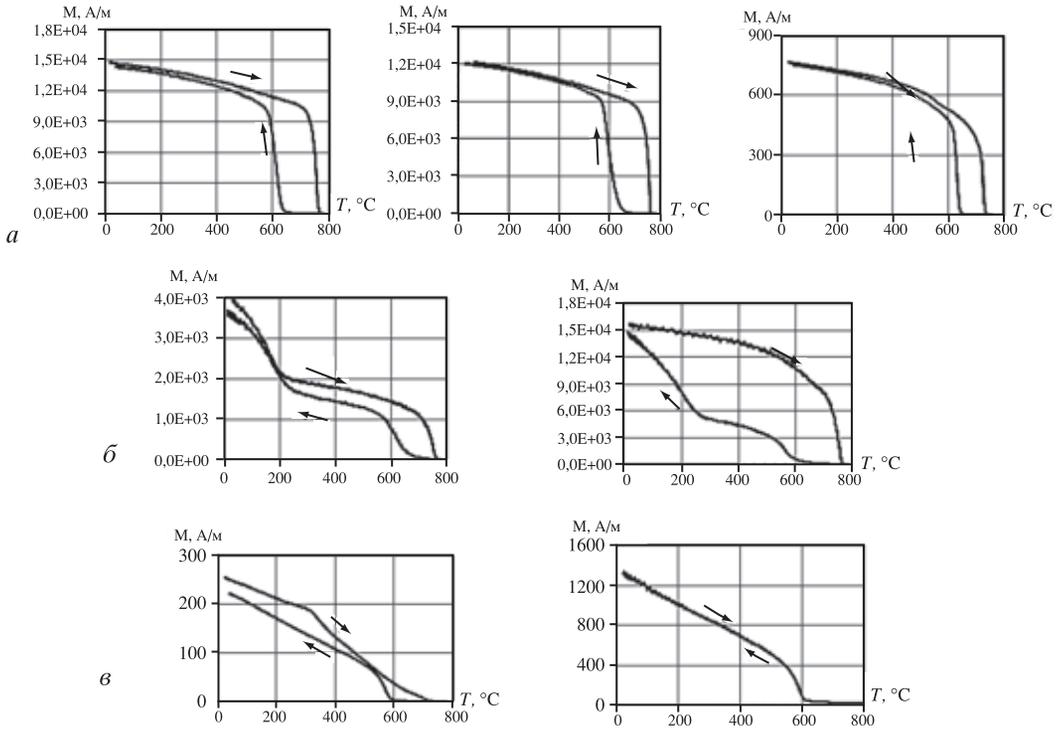
Гистограммы содержания никеля в железо-никелевых сплавах (а, б, в) и шreibерзите (г) из метеоритов разного типа: железные (а), железо-каменные (б), каменные (в); железные и железо-каменные (г). По данным микрозондового анализа (М – количество анализов).

всегда виден лес. Я же пытаюсь увидеть за деревьями именно лес. То есть хочу обратить главное внимание на общие черты, а не на особенности каждого типа метеорита

и, тем более, каждого минерала. В этом свете один из главных результатов настоящего исследования – распределение концентраций никеля в камасите, тэните и шreibерзите

в метеоритах трех главных типов: железных, железо-каменных и каменных.

Гистограммы для Fe-Ni сплавов показывают, во-первых, что число случаев фиксации тэнита



Примеры кривых $M(T)$ цикла нагрев-охлаждение метеоритов: а) обычные $M(T)$ для большинства метеоритов (слева – железные, в середине – железо-каменные, справа-каменные); б) нетипичные для метеоритов кривые $M(T)$: метеорит Омолон (ОМ-1) – заметный вклад шрейберзита (слева); Эгвекинот – высокая доля тэнита; в) сильно окисленные метеориты: Августиновка – камасит, преобладает вторичный магнетит, который во время нагрева окисляется до гематита (слева); Косбис Крик – в образце весь первичный материал окислен и превращен во вторичный магнетит.

почти в шесть раз меньше, чем камасита. Во-вторых, для такого сплава выявлено трехмодальное распределение: 1 – чистое железо, 2 – камасит с преимущественным содержанием 5–6% Ni в железных и железо-каменных метеоритах и 3% Ni в каменных метеоритах; 3 – тэнит с 50% Ni в каменных метеоритах. В-третьих, в железных и железо-каменных метеоритах встречаются лишь единичные зерна Fe-Ni сплава, содержащего бо-

лее 20% Ni (тэнит), тогда как в каменных метеоритах доля тэнита, содержащего 39–52% Ni, существенно возрастает. В-четвертых, характерен заметный провал между содержанием никеля в камасите и тэните, который «заполняется» шрейберзитом. Таким образом, получается закономерная последовательность Fe-Ni сплавов (камасит – шрейберзит – тэнит) с добавлением в средней части фосфора, показывающая взаимо-

связанные процессы их обособленного образования в космическом теле.

Гистограммы, построенные по результатам МЗА, отражают число случаев фиксации зерен того или иного состава, не характеризую их общую концентрацию в образце. Оценка концентрации камасита, тэнита и шрейберзита по совокупности ТМА и МЗА показывает, что, во-первых, суммарное среднее содержание магнитных минералов в железных ме-

Характеристика	Железные	Железо-каменные	Каменные
Доля образцов с камаситом, %	100	100	100
Доля образцов с тэнитом, %	~50	~40	100
Доля образцов с шрейберзитом, %	~50	~70	~0
Доля образцов с Fe-сульфидами, %	~7	~7	100
Число образцов, содержащих камасит, % (разброс)	58 (18–83)	53 (20–82)	5,3 (1–7)
Число образцов, содержащих тэнит, % (разброс)	1,4 (0–10)	2,7 (0–20)	1,5 (1–4)
Число образцов, содержащих шрейберзит, % (разброс)	7 (0–90)	5 (0–44)	–0
Среднее содержание Ni в камасите, %	5,9	4,6	4,6
Среднее содержание Ni в тэните, %	47	50,3	49,3
Среднее содержание Ni в шрейберзите, %	26	27,8	22,3
Удельная намагниченность насыщения M_s , Ам ² /кг	124	123	12,5
Точка Кюри T_c , °С (вклад в M_s , %)	755 (86%)	753 (87%)	756 (87%)
Температура структурного перехода тэнит – камасит, °С	642	643	640

теоритах менее 70%. Это объясняется заметным их окислением до слабомагнитных и практически немагнитных гидроокислов железа. Во-вторых, содержание камасита в железных метеоритах на порядок выше, чем в каменных метеоритах. В-третьих, среднее содержание тэнита практически одинаково во всех типах метеоритов. В-четвертых, разница средних концентраций никеля в камасите, тэните и шрейберзите в метеоритах разных типов незначительна, то есть метеориты разных типов различаются только концентрацией трех главных

магнитных минералов, а не особенностями их составов. При этом камасит обнаружен во всех образцах, шрейберзит – в металлической части метеоритов, сульфиды железа – в каменных метеоритах. Тэнит рассеян везде, но относительное его содержание выше в каменных метеоритах.

О единообразии магнитных минералов свидетельствует очень сходный специфический вид кривых $M(T)$ термоманитного анализа независимо от типа метеорита. На долю таких типичных кривых $M(T)$ приходится 70% образцов. Точка Кюри главной магнитной

фазы камасита $T_c = 740–770^\circ\text{C}$, средние значения T_c в трех типах метеоритов различаются всего на $1–3^\circ$, доля камасита в M_s в среднем 86–87%. У всех изученных образцов на кривой $M(T)$ охлаждения фиксируется температура структурного перехода тэнит → камасит, средние значения которой у метеоритов трех типов различаются, как и T_c , на $1–3^\circ\text{C}$.

Отличаются по форме кривых $M(T)$ метеориты, где заметен вклад шрейберзита (Омолон) или тэнита (Эгвекинот). На их долю приходится 15% образцов. Однообразная картина ТМА нарушает-

ся процессами вторичного окисления металлической части метеоритов, где почти не сохранились первичные магнитные минералы (например, Августиновка, Косбис Крик).

ПОДВЕДЕМ ИТОГИ

Благодаря сочетанию микрозондового и термомагнитного анализов выяснилось, что состав основных магнитных минералов в метеоритах весьма единообразен независимо от их типов. Варьирует лишь концентрация одних и тех же минералов, возрастая (в среднем на порядок) от каменных метеоритов к железным. Следует подчеркнуть, что в отличие от единообразия состава основных магнитных минералов в метеоритах состав основных магнитных минералов (титаномагнетитов) земной, лунной и марсианской коры колеблется в больших пределах, в зависимости от окислительно-восстановительных условий. Так, в базальтах рифтов на континентах и в океанах, где эти условия однородны, содержится титаномагнетит с 12–14% титана, тогда как в вулканических породах островных дуг, где окислительно-восстановительные условия варьируют, состав титаномагнетитов заметно изменяется. Как и на Земле, подобная ситуация характерна для мар-

сианских и лунных базальтов, содержащих титаномагнетит разного состава.

Петромагнитно-микронзондовый анализ метеоритов показывает следующую схему распределения магнитных минералов в планетах земной группы и, видимо, в твердых ядрах планет-гигантов. Кора содержит титаномагнетиты, в верхней мантии отсутствуют первичные магнитные минералы, ниже (по мере приближения к железному ядру) в мантии появляются Fe-сульфиды, Fe-Ni сплавы и шрейберзит. Судя по распределению шрейберзита и Fe-сульфидов, сера сосредотачивается в нижней мантии, тогда как фосфор тяготеет к ядру. Концентрация камасита и шрейберзита нарастает, в ядре их содержание близко к 100%.

Такое единообразие ситуации с магнитными минералами приводит к выводу об образовании изученных метеоритов в результате разрушения одного небесного тела. Хотя очень трудно себе представить, чтобы случайно метеориты, упавшие на Землю в разное время и рассеянные по всей ее поверхности, образовались из одного тела. Более вероятно, существовал единый сценарий формирования ядра и прилегающих к ядру частей мантии однотипных планет. Возникает противо-

речие между единообразием состава магнитных минералов, что говорит о сходных условиях их кристаллизации и множестве типов метеоритов, что позволяет сделать вывод о широких вариациях условий их образования. Похожий состав магнитных минералов метеоритов связан с однородными условиями ранней стадии формирования Солнечной системы (Жарков, 1983; Хаббард, 1987; Маракушев, Грановский, Зиновьева и др., 1992; Encyclopedia of the Solar System, 2007 и др.). Это выражается, например, в сходстве химического состава ядер планет-гигантов, Земли и метеоритов. Так, содержание химических элементов (исключая водород и гелий) в фотосфере Солнца и в хондритах практически одинаково, металлическая фаза во всех оболочках планет аналогична по содержанию никеля и других примесей. Можно полагать, что окислительно-восстановительные условия в расплаве при кристаллизации железной части метеоритов изменялись мало. Отчасти единообразие магнитных минералов объясняется тем, что при гравитационной дифференциации (гравитационном расслаивании), когда легкие элементы всплывают, а тяжелые – тонут, на близкий железу никель такой процесс не должен влиять. Колебания содержания нике-

ля, особенно заметные у шрейберзита, очевидно, отражают местные особенности процесса формирования планетного материала.

О едином сценарии формирования ядра и прилегающих к ядру частей мантии однотипных планет говорит и единство возраста. Еще в 1956 г. был установлен единый возраст метеоритов и Земли – $4,55 \pm 0,07$ млрд лет. Как известно, объем ядра Земли составляет 12,6% от общего объема нашей планеты, относительный «объем» железных метеоритов (ядро) –

1,5%. Получается, что на долю ядра планет (железных метеоритов) приходится почти на порядок меньший объем, чем на долю земного ядра. Поэтому можно предположить, что относительный объем ядра разрушенных планет (планеты) был на порядок меньше земного или у части из них, возможно, железного ядра просто не было. Этот вывод не противоречит оценке доли самородного железа в составе Земли, Марса и метеоритов из астероидного пояса (Хаббард, 1987) и, видимо, отвечает доле

металлического железа в разрушенных планетах (планете), образующих пояс астероидов. Гистограмма распределения содержания никеля в металлических частицах из осадков очень похожа на гистограмму содержания никеля в Fe-Ni сплаве из железных метеоритов. Из этого можно заключить, что главный источник железных метеоритов и металлических частиц в осадках один и тот же – это результат разрушения родительского тела (планеты или ряда планет).

Информация

Найдена землеподобная планета

В 2012 г. открыта экзопланета α Центавра Bb массой $1,13 \pm 0,09 M_3$. Она обращается вокруг меньшей (масса – $0,934 M_{\odot}$) из двух ближайших к нам солнцеподобных звезд, расположенных всего в 4,36 св. года от нас. Наблюдения велись на спектрографе HARPS, установленном на 3,6-м телескопе Европейской Юж-

ной Обсерватории (ESO) в Ла Силья (Чили).

Планета была зарегистрирована по измерениям мельчайших колебаний в движении звезды α Центавра B, обусловленных гравитационным притяжением вращающейся по орбите планеты с периодом 3,2 сут. Эффект действительно микроскопический: звезда периодически смещается то в одну, то в другую сторону со скоростью, не превышающей 1,8 км/ч. Это высочайшая точность измерения, когда-либо достигнутая с помощью данной методики! Моделирование выявило, как формировалась планетная система у двух основных звезд (α Центавра A и B) этой тройной системы, близких по размеру и массе к Солнцу (третий компаньон, заметно удаленный

от них, – красный карлик Проксима Центавра). Компаньоны A и B обращаются вокруг общего центра масс на расстоянии примерно в 1,5 млрд км друг от друга. В этих звездах зафиксирована высокая концентрация тяжелых элементов, что характерно для светил, сформировавшихся в окружении пылевых протопланетных дисков.

Напомним, что в 1995 г. Женевская группа исследователей нашла первую экзопланету у солнцеподобной звезды. С тех пор открыто более 800 планет за пределами Солнечной системы и еще около 2300 кандидатов (Земля и Вселенная, 2012, № 6).

Пресс-релиз ESO,
16 октября 2012 г.

В.В. СИНЯВСКИЙ,
доктор технических наук
Ракетно-космическая корпорация “Энергия”
им. С.П. Королёва

В своей статье “Шаги в будущее”, опубликованной в газете “Правда” от 1 января 1966 г. под псевдонимом “Профессор К. Сергеев”, С.П. Королёв много и эмоционально писал о Луне, ее исследовании и неизбежности освоения. Главный конструктор верил: *“То, что казалось несбыточным на протяжении веков, что еще вчера было лишь дерзновенной мечтой, сегодня становится реальной задачей, а завтра – свершением”*. В этой статье, написанной за несколько недель до смерти и по праву считающейся завещанием С.П. Королёва, он фактически сформулировал цели, задачи и в какой-то мере программу исследования, а затем и освоения Луны. Сергей Павлович предлагал в лунных условиях выполнить уникальные астрофизические, астрономические и физические эксперименты, осуществление кото-

рых в земных условиях невозможно или затруднено. Он писал: *“Нет необходимости говорить о том, как давно, как сильно и неотвратно Луна привлекала внимание людей...”*

Наш естественный спутник существенно отличается от Земли. На Луне отсутствует атмосфера, нет заметного магнитного поля и радиационных поясов, сила тяжести на поверхности Луны составляет примерно одну шестую земной. В этих необычных, присутствующих только Луне условиях заложены огромные возможности для научных исследований, совершенно недоступных на Земле.

Большой интерес представляют исследования Луны, физических условий на лунной поверхности, изучение фигуры, проведение сейсмических, гравитационных и магнитных экспериментов, крупномасштабное

картографирование лунной поверхности и т.д. При разработке теории происхождения Солнечной системы важным считается выяснение истории образования Луны. Отсутствие атмосферы и находящейся в свободном состоянии воды, по всей вероятности, привело к тому, что на лунной поверхности сохранились в первозданном виде в течение многих миллионов лет древнейшие породы.

За более чем 50 лет космической эры сделано много научных открытий, разработаны новые технологии и технические средства, произошла коммерциализация околоземного космоса. Космос превратился в производственную силу. На повестке дня стоит индустриализация космоса. С уверенностью можно говорить, что, как и предвидел С.П. Королёв, наступит и эра освоения Солнечной систе-

Мощность мировой энергетики, ТВт



Концепция рационального развития мировой энергетики в XXI в. с точки зрения экологической безопасности Земли.

мы, прежде всего Луны. В 2011 г. ученые и специалисты РКК “Энергия” совместно со специалистами ведущих организаций ракетно-космической отрасли и академических институтов разработали план индустриализации Луны. Необходимо создать автоматические и обитаемые базы, энергетические комплексы, добывающие, перерабатывающие и другие лунные производства, лунные орбитальные станции и окологрунтовые космопорты, новые высокоэффективные ракетно-космические транспортные средства и совершенно другие технологии.

Одна из стратегических целей освоения Луны – использование

ее материально-производственного потенциала, что поможет преодолеть кризисы наземной энергетики и решить глобальную экологическую проблему, ожидающую человечество в недалеком будущем. Она заключается в заметном изменении климатических условий на Земле за относительно короткий исторический промежуток времени. Сохранение темпа изменения климата, связанного с аномальными повышениями температуры приземного слоя атмосферы, с большой вероятностью уже в ближайшие десятилетия приведет к необратимым негативным процессам, причем наиболее сильное отри-

цательное влияние оказывает углеводородная энергетика. Замена на атомную энергетику лишь затормозит кризисные явления, связанные с “парниковым эффектом”, однако не предотвратит повышение температуры до предельно допустимой тепловой нагрузки Земли. Выполненный специалистами РКК “Энергия” и Исследовательского центра им. М.В. Келдыша прогноз развития энергетики с учетом роста населения Земли и затрат энергии на его комфортную жизнь показал, что с надвигающимся экологическим кризисом Земли можно справиться, только организовав энергообеспечение Земли из кос-

моса, а также переведя в космос энергоемкие и вредные производства. Важнейшей задачей на современном этапе является энергоснабжение Земли с использованием лунных ресурсов, а в более отдаленной перспективе – создание космической системы регулирования климата Земли. Эти цели взаимосвязаны, и, по сути, вторая цель – продолжение первой.

В современном мире претендовать на место на международной арене могут лишь страны с развитым топливно-энергетическим комплексом, способные обеспечить свою энергетическую независимость и возвести на ее основе мощную экономику. Поэтому вполне вероятно, что страны, приступившие к всестороннему освоению Луны первыми, окажутся в перспективе в более выгодном стратегическом положении по сравнению с остальными государствами. Ведь Луна открывает перед человечеством неисчерпаемый источник энергии. Кроме того, ввиду экологического кризиса нельзя исключить введение значительных ограничений на использование углеродного и углеводородного топлива. Тогда Россия потеряет основной источник дохода, так как топливно-энергетический сектор дает России половину налоговых поступлений. Восполнить этот пробел можно за

счет космической энергетики. Поэтому освоение Луны с созданием комплексной инфраструктуры должно стать одной из важнейших задач отечественной космонавтики.

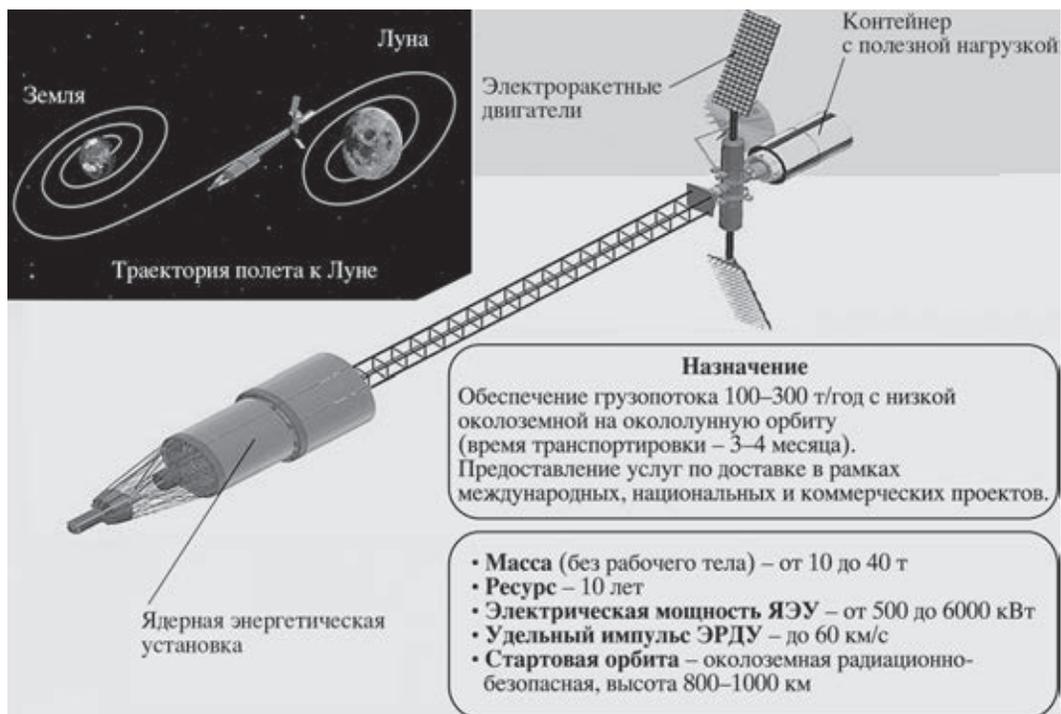
Луна неизбежно станет потенциальным источником внеземных природных ресурсов. Современная стадия развития человечества сопровождается рядом неблагоприятных антропогенных воздействий на окружающую среду. В первую очередь это касается истощения материальных и энергетических запасов. При определенных условиях увеличение производства энергии и добычи полезных ископаемых на Земле нанесет непоправимый вред среде обитания. С учетом глобальных процессов экологического кризиса и изменения климата неизбежно возникнет потребность в добыче и переработке лунных ресурсов.

В околоземном космосе добытые на Луне кислород и водород могут использоваться как компоненты ракетного топлива для обеспечения транспортных систем. Из железа, титана, алюминия, магния и кремния, извлекаемых из лунных пород, могут изготавливаться солнечные энергетические установки большой мощности и другие крупногабаритные конструкции, размещаемые на Луне и в пространстве между Землей и Луной. Гелий-3 должен

стать основой экологически чистой и безопасной термоядерной энергетики будущего. Вероятно, Гелий-3 будут добывать на Луне с последующей транспортировкой на Землю или утилизировать на лунной поверхности. Но сначала на основе Гелия-3 должна быть разработана технология и создана техника для осуществления самоподдерживающейся термоядерной энергии со сверхвысокими рабочими температурами.

Лунные ресурсы пригодны для использования на Луне, в околоземном космосе и, может быть, даже на Земле. Естественный источник энергии на лунной поверхности – солнечное излучение, поэтому для собирания и усиления солнечного света можно использовать оптические зеркала – концентраторы и отражатели различного типа. Солнечные батареи предполагается производить на Луне из ее природных ресурсов. Преобразованная солнечная энергия станет основой энергетических установок в окололунном пространстве. В более отдаленном будущем возможна передача энергии с помощью лазерного луча на земные приемники.

Освоение Луны невозможно без нового поколения космической транспортной системы, способной обеспечить регулярную доставку людей с Земли на Луну и обратно, большие грузопотоки



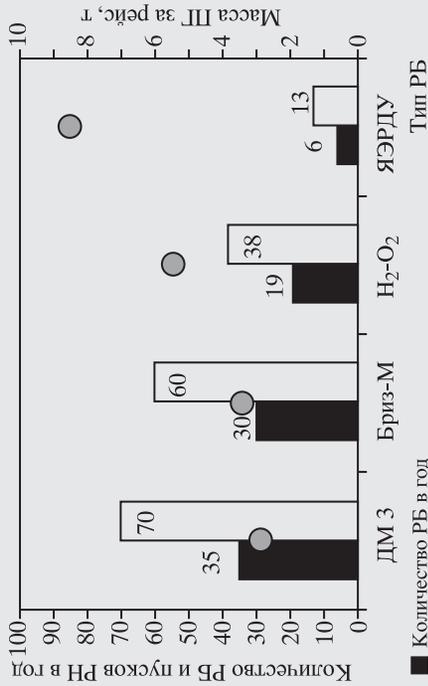
Многоразовый межорбитальный буксир на основе ядерной энергетической установки и электроракетных двигателей.

при пониженной удельной стоимости транспортировки, в том числе за счет использования компонентов топлива, произведенного на Луне. Поэтому одна из важнейших задач освоения Луны, причем с самых первых этапов, – разработка высокоэффективной и экономичной транспортной системы. Она состоит из лунного пилотируемого корабля (ЛПК) для доставки экипажа с Земли на окололунную орбиту и обратно, разгонных блоков для перевода ЛПК и грузов с околоземной на окололунную орбиту, многоразового межорбитального буксира с ЭРД,

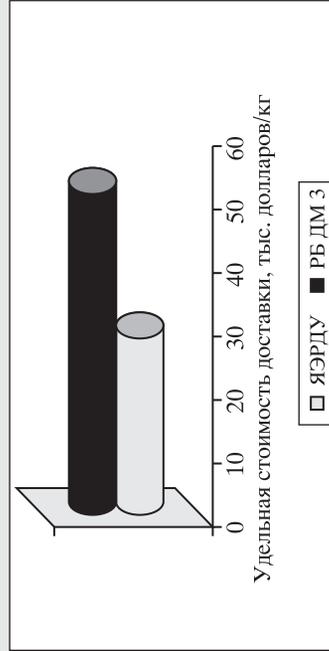
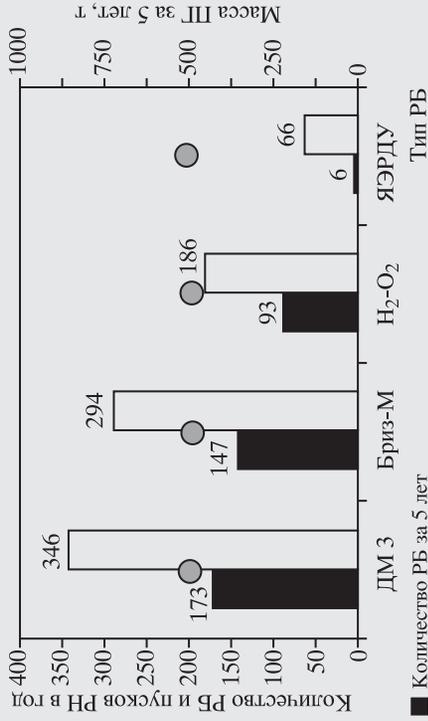
взлетно-посадочного комплекса для транспортировки экипажа и грузов с окололунной орбиты на поверхность Луны и обратно. Сверхтяжелые ракеты-носители, хотя и нужны для доставки грузов большой массы, однако не смогут заметно понизить удельную стоимость транспортировки. Существенный экономический эффект может быть достигнут при разработке полностью или частично многоразовых ракет-носителей, разгонных блоков, грузовых и пилотируемых кораблей и других составляющих транспортной системы, а также за

счет использования элементами транспортной системы компонентов топлива, произведенного на Луне. По-видимому, при разворачивании работ по строительству лунной базы будет использоваться многоразовый межорбитальный электроракетный буксир с электропитанием от ядерной энергетической установки, разработка которого была начата по инициативе С.П. Королёва. Такой буксир мегаваттной мощности обеспечит транспортировку с орбиты Земли на орбиту Луны грузов в два-три раза большей массы и пониженной не менее чем в

Годовая потребность в РН



Годовая потребность в РН за 5 лет



Преимущество ММБ с YERDU

- по количеству РН – в 3–6 раз;
- по «неделимой» массе ПГ – в 2–3 раза;
- по удельной стоимости – в 2 раза

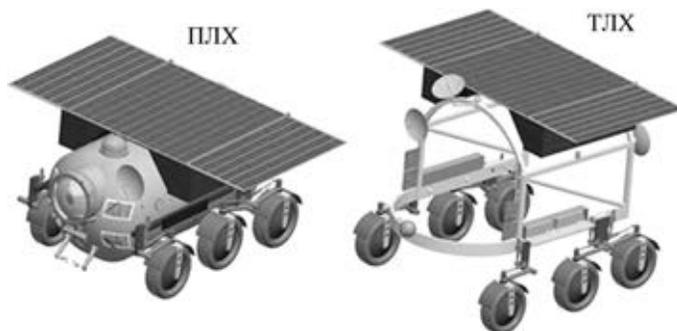
Примечание. РН – ракета-носитель, ПГ – полезный груз, РВ – разгонный блок, ММБ – многоразовый межорбитальный блок, YERDU – ядерная электроракетная двигательная установка.

Сравнение возможностей многоразовых межорбитальных буксиров с разгонными блоками и ядерным электроракетным буксиром по доставке с орбиты Земли на орбиту Луны полезной нагрузки 100 т/год.

два раза удельной стоимости относительно традиционной транспортной системы на основе разгонных блоков на химическом топливе.

Все существующие в настоящее время проекты лунных баз предполагают применение средств передвижения. На первых этапах построения лунной базы могут быть использованы относительно простые с высокой степенью унификации обитаемые (с экипажем) и автоматические луноходы на базе традиционных двигателей (колесных, гусеничных и др.). Необходимы летающие транспортные средства (лунолеты) с реактивными двигателями для полетов между лунными базами.

Освоение Луны невозможно без космической энергетики нового поколения. Использование для планетных электростанций традиционных применяемых в космических аппаратах солнечных батарей затруднено условиями их эксплуатации. Так, на Луне 14 земных суток – день и 14 суток – ночь, поэтому потребуются достаточно тяжелые накопители электроэнергии (на основе аккумуляторных батарей или электрохимических накопителей), доставка которых затруднительна. Поэтому при освоении Луны одной из ключевых станет ядерная энергетика, прежде всего лунные атомные электростанции (АЭС),



	ПЛХ	ТЛХ
Масса (без навесного оборудования), т	до 8	до 3
Число членов экипажа	2–3	–
Количество герметичных отсеков	2	–
Масса груза (модуля), т		до 10
Максимальная скорость передвижения по Луне, км/ч		10
Радиус поворота, м		10
Максимальный преодолеваемый подъем		30°

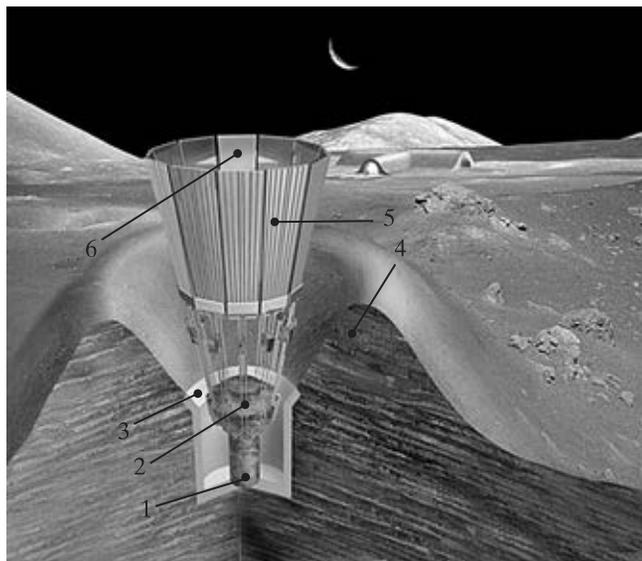
Примечание. ПЛХ – обитаемый (пилотируемый) луноход, ТЛХ – автоматический (транспортный) луноход.

Концептуальные проекты РКК “Энергия” обитаемого и автоматического транспортного луноходов для первого этапа освоения Луны.

а в более отдаленной перспективе – и атомные теплоэлектростанции (АТЭС) добывающих и перерабатывающих комплексов. Проекты АЭС мощностью в сотни киловатт для обитаемой лунной базы предлагал еще в 1960-е гг. С.П. Королёв, а в последующем и В.П. Глушко. РКК “Энергия” на начальных этапах эксплуатации лунных баз предполагает использовать инфраструктуру, включающую экспериментальные производственные установки, требующие не менее 100 кВт электроэнергии. По сравнению с наземными к лунным АЭС предъявляются дополнительные

требования: жесткие ограничения по массе и габаритам, повышенные надежность и ресурс, автоматическое или с минимальным участием космонавтов развертывание и эксплуатация. Подготовка площадки и монтаж АЭС невозможен без специальной робототехники.

Учитывая отсутствие на Луне атмосферы, в качестве лунной АЭС будут применять ядерную энергетическую установку (ЯЭУ), длительность время разрабатываемую в РКК “Энергия” для межорбитального буксира “Геркулес”. Источником электроэнергии является термоэмиссионный ре-



Назначение

- Обеспечение электроэнергией планетной базы
- **Масса** – 7–11 т
- **Ресурс** – 10–15 лет
- **Мощность** – 150–500 кВт
- **Радиационная защита** – грунтовый вал

Оценка годового объема рынка

25% Россия

1,5 млрд долларов

Лунная АЭС на основе космической термоэмиссионной ядерной энергетической установки: 1 – термоэмиссионный реактор-преобразователь в предохранительном кожухе; 2 – теневая радиационная защита оборудования ядерной энергетической установки; 3 – опорное кольцо; 4 – вал радиационной защиты из лунного грунта; 5 – холодильник-излучатель на основе тепловых труб; 6 – отражающие панели. Проект РКК “Энергия”.

актор-преобразователь на быстрых нейтронах, охлаждаемый литиевым теплоносителем. ЯЭУ массой около 7 т и электрической мощностью 150 кВт содержит теневую радиационную защиту и до пуска реактора не представляет радиационной опасности. ЯЭУ доставляется на поверхность Луны в полностью собранном виде и устанавливается на расстоянии примерно 1 км от обитаемой базы. Подготовка площадки, транспортировка и монтаж АЭС могут быть выполнены следующими робототехническими устройствами. С помощью землеройного робототехнического устройства до установ-

ки в поверхности должно быть сделано цилиндрическое углубление диаметром до 1 м и глубиной до 2 м. ЯЭУ с помощью монтажного робототехнического устройства грузоподъемностью до 10 т устанавливается головным реакторным блоком в углубление. После этого с помощью землеройного устройства из грунта делается круговой защитный вал трапециевидного сечения толщиной 3–4 м с суммарной массой грунта (лунного реголита) не менее 200 т. Для защиты элементов ЯЭУ от перегрева внутри вала с помощью автоматического сварочного агрегата должна быть установлена металлическая

оболочка. Специализированным устройством производится подключение к ЯЭУ преобразовательного комплекса, размещаемого за защитным валом, и монтаж управляющих и силовых кабелей от ЯЭУ до базы. Возможно, для защиты от микрометеоритов кабели потребуются уложить в траншею.

Для освоения Луны необходимы испытания промышленно-технологических комплексов внеземного назначения, включая роботизированных добывающих, перерабатывающих и производственных. Выполненные в РКК “Энергия” проектные исследования показали, что применитель-

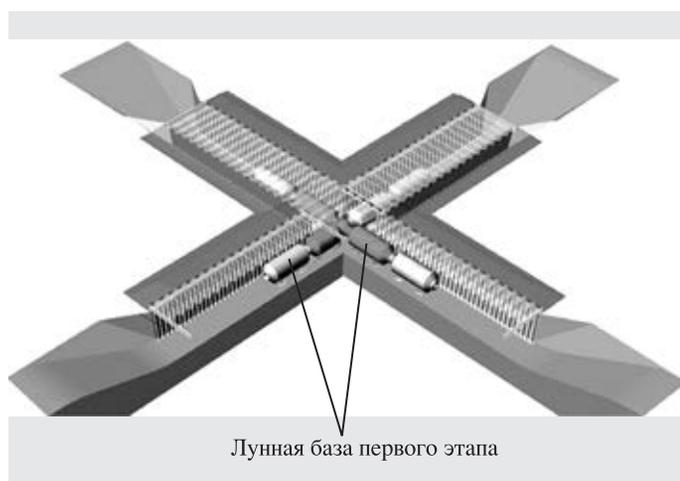
но к Луне целесообразна разработка технологии комплексной переработки грунта в едином замкнутом технологическом процессе с получением кислорода и других газов, воды и металлов, на более поздних стадиях – кремния и других продуктов. Важным требованием при создании такого комплекса должно быть отсутствие во всем технологическом цикле расходуемых компонентов, доставляемых с Земли, то есть нужен принципиально новый замкнутый производственно-технологический процесс. Для этого предлагается построить единый добывающе-перерабатывающий комплекс с АТЭС электрической мощностью до 1 МВт и тепловой до 7 МВт. Масса АТЭС будет не менее 10–12 т, а с учетом радиационной защиты из тяжелого и легкого ком-

понентов – не менее 100 т. Электроэнергия используется в добывающей части комплекса, а высокотемпературная (700–1000 °С) тепловая энергия – в технологической части комплексной переработки лунного грунта. Передача тепла от литий-ниобиевой системы охлаждения технологическим агрегатам осуществляется с помощью каскада тепловых труб. Выполнение монтажа и пуско-наладочных работ, демонтажа комплекса с радиационно-опасными агрегатами, транспортировки компонент комплекса на новую площадку с монтажом потребует многофункционального специального робототехнического комплекса.

В стоящей на повестке дня программе индустриализации космоса, предполагающей его преобразование для превращения в новую сре-

ду обитания и производственной деятельности людей вне Земли в интересах решения проблем человечества, Луна должна стать составной частью инфраструктуры земной цивилизации. Луна будет служить форпостом в программе освоения Солнечной системы, “лабораторией”, в которой человечество научится жить вне Земли без использования земных ресурсов.

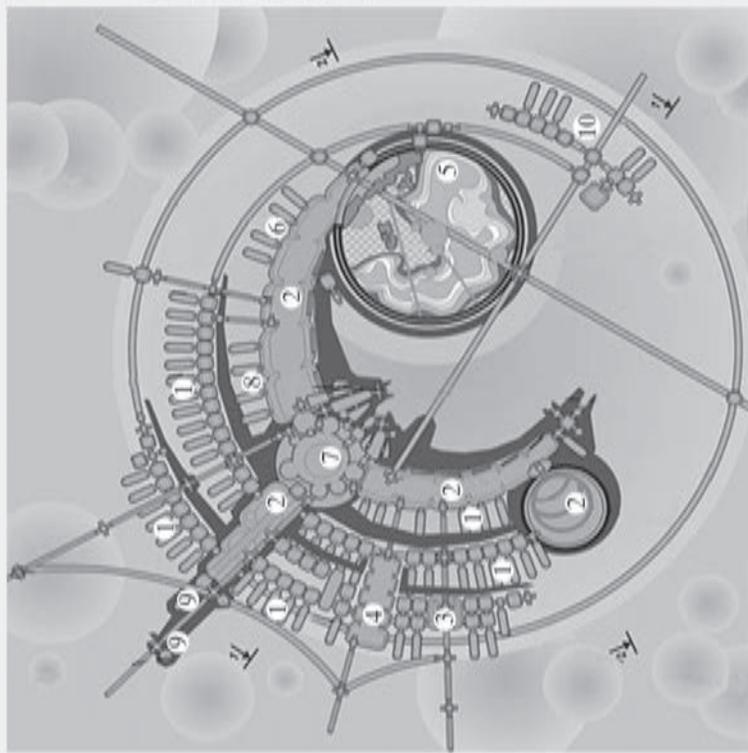
Несмотря на многократно возросшие возможности автоматических средств с искусственным интеллектом, неизбежны присутствие и работа человека в космосе. История космонавтики изобилует примерами, когда только благодаря космонавтам и астронавтам удалось выполнить основную задачу экспедиции при откате многократно проверенной и отработанной



Лунная база первого этапа

- Суммарная масса модулей – до 120 т
- Масса модуля базы – до 10 т
- Диаметр модулей – 2,9 м
- Длина модуля – 8 м
- Суммарный объем базы – до 350 м³
- Количество модулей – до 12 шт.
- Экипаж – 3–6 человек
- Роботизированная сборка, проверка, испытания

Монтаж наращиваемой обитаемой лунной базы первого этапа. Проект РКК “Энергия”.



Общий вид и план жилой зоны лунной базы в кратере:

- 1 – жилые модули;
- 2 – помещения общего назначения;
- 3 – санитарно-гигиенический блок;
- 4 – ресторан;
- 5 – адаптационно-реабилитационный центр;
- 6 – комплекс медицинского обеспечения;
- 7 – центр управления;
- 8 – мастерские телеметрического обслуживания;
- 9 – служба связи;
- 10 – лаборатория

Концептуальный проект лунного поселения на 300–500 человек, разработанный архитектором А.Г. Сизенцевым с участием космонавтов и конструкторов-проектировщиков пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций.

техники. Луна позволяет изучить долговременное постоянное влияние малой силы тяжести ($1/6 g$) как на человека, так и на искусственно выращенные или естественные экосистемы, что даст возможность разработать технологии обеспечения длительного безопасного для здоровья работоспособного состояния человека в космосе, в том числе на других планетах. Очевидным является использование лунной поверхности для исследования проблем радиационной безопасности, включая реакцию биосистем на резкое повышение уровня радиации в моменты солнечных вспышек и на постоянное облучение тяжелыми космическими частицами. До сих пор неизвестно, возможно ли длительное пребывание, развитие и размножение живых организмов вне магнитного поля Земли. Не изучена безопасность человека в условиях экстремальных перепадов температур. Луна представляет собой прекрасную лабораторию для подобных исследований.

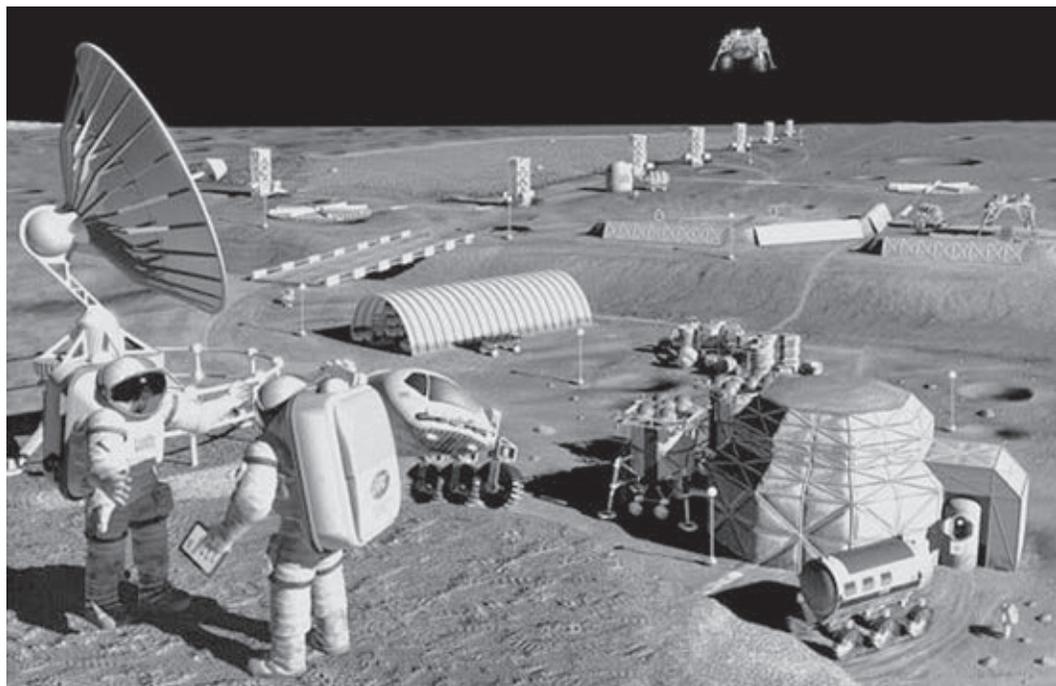
На первых этапах освоения Луны в искусственных траншеях монтируются доставляемые с Земли герметичные модули обитаемых баз, затем модули засыпаются слоем лунного грунта. Приобретенный опыт роботизированного строительства поможет возвести на следующих этапах и лунные поселения с

сотнями специалистов. Естественные лунные условия не только позволяют на основе земных экосистем создавать оранжереи и другие, требуемые для комфортной жизнедеятельности человека компоненты среды обитания, но и проводить широкий спектр фундаментальных исследований для последующей разработки искусственных экосистем.

Одним из этапов освоения Луны станут обсерватории для проведения астрономических наблюдений и астрофизических исследований с ее поверхности. Отсутствие атмосферы и магнитного поля открывает возможности использования всеволновой астрономии. В условиях малой силы тяжести и отсутствия атмосферы легко монтировать и эксплуатировать конструкции значительных размеров при их минимальной деформации. Станут доступными прямые наблюдения планетных систем других звезд и деталей ядер галактик. Длительность непрерывных наблюдений одного и того же объекта достигнет более 300 ч. Установка оптических телескопов и радиоинтерферометров в краевых областях видимого полушария Луны позволит экранировать их от земных помех естественного и искусственного происхождения, включая влияние геокороны или радиационных поясов Земли. Специ-

фические условия Луны предполагают в полном объеме гамма- и рентгеновские исследования космических объектов, в том числе регистрацию потоков космических лучей и нейтронов от небесных объектов. Использование уникальных возможностей Луны возможно без модернизации существующих и разработки принципиально новых астрономических и астрофизических устройств и специализированных приборов и оборудования.

Привлекательны лунные условия для экспериментальной физики. Сверхвысокий вакуум (концентрация ионов вблизи лунной поверхности — $2 \times 10^5 - 10^7$ $1/\text{см}^3$), отсутствие лунного магнитного поля и колебаний температур при заглублении в реголит уже на 1 м, сейсмическое “спокойствие” — все это с большими трудностями воссоздается в земных лабораториях. Естественный источник частиц высоких энергий — космические лучи, свободно достигающие лунной поверхности. Поэтому актуальными направлениями физики высоких энергий могут стать изучение спектров потоков частиц высоких энергий и изучение распада протонов. Высокий естественный вакуум на Луне и отсутствие магнитного поля открывают возможность строительства гигантского ускорителя частиц.



Один из проектов обитаемой лунной базы с промышленным комплексом и астрофизической обсерваторией. Рисунок NASA.

Точки либрации L4 и L5 в окололунном пространстве могут стать базой для подготовки межпланетных пилотируемых полетов, если это будет оправдано с точки зрения технических или экономических преимуществ. Так, например, для обеспечения экспедиции к Марсу из-за меньших значений второй космической скорости (у Земли – 11 км/с, у Луны – 2,4 км/с) энергетические затраты будут в 20 раз меньше, чем при старте с Земли. Для этого должен быть построен полностью роботизированный космопорт с инфраструктурой. Включение окололунных на-

вигационных установок в общую сеть космической навигации позволит повысить эффективность и безопасность пилотируемых полетов, в том числе и за пределы лунной орбиты. В настоящее время рассматриваются возможности использования ракетного топлива, включая металлическое, и рабочего тела для электроракетных двигателей, произведенного из лунных ресурсов. Это потребует разработки новых типов ракетных двигателей и систем хранения и заправки нетрадиционными топливными компонентами.

Существование различных точек зрения

на проблемы освоения Луны и целесообразность строительства лунной базы в обозримом будущем подчеркивает очевидность того факта, что Луна становится все более доступной для космических транспортных средств, а ее освоение вписывается в логику научно-технического прогресса. Как и предвидел С.П. Королёв, Луна превращается в один из реальных объектов инфраструктуры современной цивилизации с принципиально новыми технологиями, многие из которых повысят эффективность и экологичность наземных производств.

Открыта самая древняя галактика

Ученые из Университета Джона Хопкинса (Балтимор, США) с помощью метода гравитационного линзирования зарегистрировали свет от самой удаленной галактики MACS 0647-JD ($z = 10,7 \pm 0,5$), находящейся в созвездии Жирафа. Используя сверхскопление галактик MACS J0647+7015 в качестве линзы, астрономы смогли рассмотреть в нем древнее образование крошечных размеров MACS 0647-JD (см. стр. 1 обложки), вошедшее, вероятно, в состав более крупного скопления, а затем в течение миллиардов лет еще тысячи раз участвовавшее в формировании, слиянии и разрушении галактик. К таким выводам привели полученные данные о диаметре MACS 0647-JD, не превышающем 600 св. лет (!). Для сравнения: карликовый компаньон Млечного Пути, Большое Магелланово Облако, простирается на 14 тыс. св. лет, а наша Галактика – на 150 тыс. св. лет. Оказалось, что

самая древняя из известных галактик родилась примерно через 420 млн лет после Большого взрыва, то есть ее возраст – 13,3 млрд лет. Масса MACS 0647-JD оценивается в 10^8 – $10^9 M_{\odot}$, что составляет 0,1–1% массы нашей Галактики.

Первые галактики, вероятно, сформировались между 100 и 500 млн лет после Большого взрыва, их типичные размеры – около 2 тыс. св. лет. Ранее были открыты галактики MACS 1149-JD+2223 в созвездии Льва (около 13,2 млрд лет, $z = 9,6$; Земля и Вселенная, 2013, № 1, с. 76), UDFy-38135539 в созвездии Печи (13,1 млрд лет, $z = 8,6$; Земля и Вселенная, 2011, № 2, с. 25) и SXDF-NB1006-2 в созвездии Кита (12,9 млрд лет, $z = 7,2$).

Поиск таких далеких объектов на окраинах Вселенной проводится с помощью KTX и космической инфракрасной обсерватории “Спитцер” в рамках международного проекта обзора неба CLASH (Cluster Lensing And Supernova Survey with Hubble – обзор Хаббла скоплений галактик и сверхновых с применением метода линзирования). Чтобы их найти, астрофизики анализируют степень искривления пространства в ближайших окрестностях

скоплений галактик, представляющих собой мощнейшую гравитационную линзу, усиливающую в 15 раз проходящий свет. Ранние галактики излучают свет с крайне необычными характеристиками: в видимой части спектра есть сплошной темный участок (обрыв Лаймана), характерный исключительно для объектов, удаленных от нас на расстояние более 13,1 млрд св. лет. В обзоре CLASH, начавшемся в 2011 г., исследуются окрестности 25 скоплений галактик. Необходимо понять, когда и при каких обстоятельствах могли образоваться галактики ранней Вселенной. Кроме поиска наиболее удаленных галактик, астрофизики заняты изучением темной материи. Поскольку скопления – самые масштабные объекты во Вселенной, можно узнать распределение вещества в пространстве и рассчитать параметры темной материи. На основе полученных данных предполагается создать подробную карту распространения темной материи в сверхмассивных скоплениях галактик, находящихся на расстоянии более 4 млрд лет от нас.

Пресс-релиз Института
KTX,
15 ноября 2012 г.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: май – июнь 2013 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Событие		
Дата	Время, ч : мин	Май
2	11:14	Последняя четверть
4	03:14	<i>Максимум метеорного потока -Аквариды</i>
9	18:24	<i>Венера проходит в 4° южнее скопления Плеяды</i>
10	00:28	Новолуние
11	00:11	Луна проходит в 1,4° южнее Венеры
12	20:40	Меркурий в верхнем соединении с Солнцем
12	00:00	<i>Окончание метеорного потока -Аквариды</i>
12	13:07	Луна проходит в 2,6° южнее Юпитера
13	13:30	Луна в апогее
18	04:35	Первая четверть
23	09:30	Луна проходит в 3,7° южнее Сатурна
24	20:59	Меркурий проходит в 1,36° севернее Венеры
25	04:25	Полнолуние
26	01:38	Луна в перигее
27	06:50	Меркурий проходит в 2,4° севернее Юпитера
28	18:38	Венера проходит в 1,0° севернее Юпитера
31	18:58	Последняя четверть
Июнь		
7	02:51	Нептун (7,9 ^m) переходит от прямого движения к попятному
7	13:03	Луна проходит в 1,8° южнее Марса
8	15:57	Новолуние
9	08:17	Луна проходит в 3° южнее Юпитера
9	22:06	Луна в апогее
10	11:17	Луна проходит в 5° южнее Венеры
10	22:39	Луна проходит в 6° южнее Меркурия
12	16:38	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (24°)
16	17:24	Первая четверть

Таблица I (окончание)

Событие		
Дата	Время, ч : мин	Июнь
19	16:02	Юпитер в соединении с Солнцем
19	17:20	Луна проходит в 3,6° южнее Сатурна
20	07:42	Меркурий проходит в 2° южнее Венеры
22	06:35	Венера проходит в 5° южнее звезды Поллукс (β Близнецов)
23	11:05	Луна в перигее
23	11:32	Полнолуние
26	11:58	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
30	04:54	Последняя четверть

. Во всех таблицах и тексте дано Всемирное время (UT), кроме особо оговоренных случаев.

Таблица II

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°		
					восход	заход	восход	заход	восход	заход	
	ч	м	°	'	ч:м	ч:м	ч:м	ч:м	ч:м	ч:м	
Май	1	2	33,5	+15	04	4:49	19:05	4:20	19:35	3:25	20:30
	11	3	12,1	+17	52	4:35	19:17	3:59	19:54	2:49	21:05
	21	3	51,8	+20	10	4:24	19:28	3:42	20:11	2:14	21:41
	31	4	32,2	+21	54	4:17	19:38	3:29	20:26	1:41	22:16
Июнь	10	5	13,4	+23	00	4:13	19:45	3:22	20:37	1:14	22:46
	20	5	55,0	+23	26	4:13	19:45	3:20	20:42	1:01	23:01
	30	6	36,5	+23	10	4:16	19:50	3:25	20:41	1:13	22:51

. В таблица дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время восхода Солнца 15 мая 2013 г. в Рязани (широта – +54°38', долгота – 39°53', 4-й часовой пояс). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 15 мая, получаем 3^ч 52^м. Вычтем долготу места (2^ч39^м), прибавим номер часового пояса (4), получим 5^ч 13^м.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч:м			Период	
								45°	55°	65°		
	ч	м	°	'	"							
Меркурий												
Май	1	01	49,2	+09	30	-1,0	5	0,91	–	–	–	–
	11	03	07,9	+17	31	-2,0	5	1,00	–	–	–	–
	21	04	36,5	+23	36	-1,4	5	0,89	0:23	0:15	–	Вечер
Июнь	31	05	57,9	+25	38	-0,4	6	0,65	1:02	0:52	–	Вечер
	10	06	58,6	+24	19	+0,4	8	0,43	1:04	0:41	–	Вечер
	20	07	32,7	+21	25	+1,3	10	0,24	0:36	0:01	–	Вечер
	30	07	35,9	+18	41	+3,0	11	0,08	–	–	–	–

Таблица III (окончание)

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч:м			Период	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Венера												
Май	1	03	08,2	+17	12	-3,7	10	0,99	00:05	–	–	вечер
	11	03	58,3	+20	31	-3,7	10	0,98	00:17	00:08	–	вечер
	21	04	50,2	+22	54	-3,7	10	0,97	00:29	00:18	–	вечер
Июнь	31	05	43,4	+24	12	-3,7	10	0,96	00:38	00:23	–	вечер
	10	06	37,1	+24	19	-3,7	10	0,94	00:44	00:22	–	вечер
	20	07	30,2	+23	16	-3,7	11	0,93	00:47	00:18	–	вечер
	30	08	21,8	+21	06	-3,7	11	0,91	00:47	00:14	–	вечер
Марс												
Май	1	02	22,2	+13	52	1,3	4	1,00	–	–	–	
	11	02	51,1	+16	15	1,3	4	1,00	–	–	–	
	21	03	20,3	+18	21	1,4	4	1,00	–	–	–	
Июнь	31	03	49,9	+20	08	1,4	4	1,00	–	–	–	
	10	04	19,7	+21	36	1,5	4	0,99	00:00	–	–	утро
	20	04	49,6	+22	44	1,5	4	0,99	00:15	–	–	утро
	30	05	19,6	+23	29	1,5	4	0,99	00:32	00:06	–	утро
Юпитер												
Май	1	05	05,8	+22	32	-1,9	32	1,00	2:24	2:29	2:47	вечер
	11	05	14,9	+22	44	-1,9	32	1,00	1:41	1:38	–	вечер
	21	05	24,3	+22	54	-1,9	32	1,00	0:59	0:47	–	вечер
Июнь	31	05	34,1	+23	03	-1,9	32	1,00	0:19	–	–	вечер
	10	05	44,0	+23	09	-1,9	32	1,00	–	–	–	
	20	05	54,0	+23	12	-1,9	32	1,00	–	–	–	
	30	06	03,9	+23	13	-1,9	32	1,00	–	–	–	
Сатурн												
Май	1	14	26,0	-11	38	+0,3	19	1,00	8:25	7:00	3:45	ночь
	11	14	23,1	-11	24	+0,3	19	1,00	7:56	6:12	–	ночь
	21	14	20,4	-11	12	+0,3	19	1,00	7:31	5:28	–	ночь
Июнь	31	14	18,0	-11	01	+0,4	18	1,00	6:38	4:50	–	ночь
	10	14	16,1	-10	53	+0,4	18	1,00	5:49	4:14	–	вечер
	20	14	14,6	-10	48	+0,5	18	1,00	5:04	3:27	–	вечер
	30	14	13,7	-10	46	+0,5	18	1,00	4:24	2:49	–	вечер

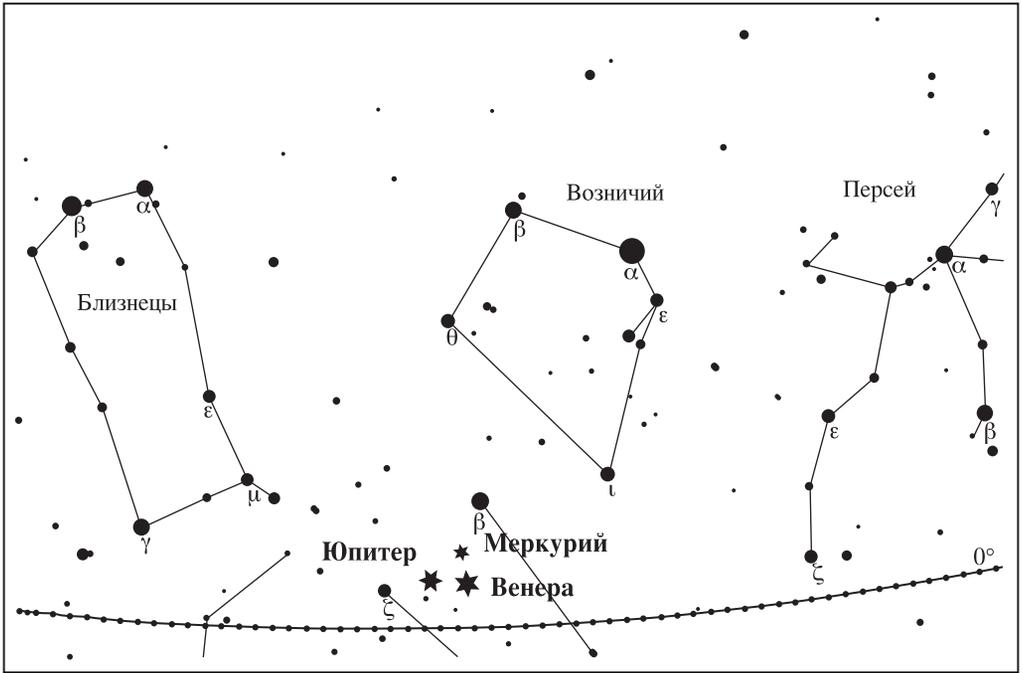
. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени, F – фаза планеты.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

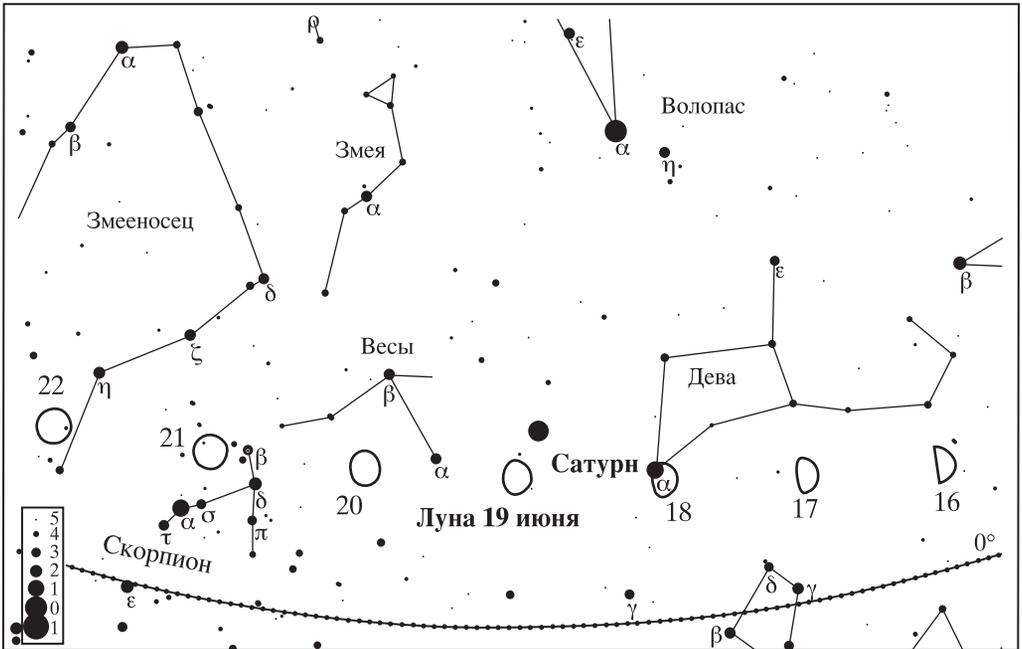
Меркурий становится виден вечером в северо-западной части горизонта в начале третьей декады мая. Выше него располагаются Венера и Юпитер. Двигаясь в прямом направлении по созвездиям Тельца, планета вступает в соединение с Венерой (24 мая, сближение до 1,3°) и с Юпитером (27 мая, до 2,3°). Вечером 26 мая все три планеты окажутся в секторе неба радиусом не более 2,5°. В июне Меркурий виден утром чуть выше Венеры, 12 июня он достигнет наибольшей восточной элонгации (24°). 11 июня близ плане-

ты пройдет Луна, вечером этого дня ее тонкий серп можно заметить у самого горизонта в 12° левее Венеры. Видимость Меркурия быстро ухудшается, блеск слабеет, а видимое движение к 26 июня замедляется. 20 июня наступит окончание видимости Меркурия. Произойдет второе соединение Меркурия и Венеры (до 2°). Затем видимость Меркурия прекратится в средней полосе России, а вскоре и в южных районах страны.

Венера видна в мае – июне по вечерам, низко над северо-западной ча-



Вид северо-западной части звездного неба в Москве 26 мая в 22^ч 48^м по московскому времени. Отмечено положение Меркурия, Венеры и Юпитера.



Вид юго-западной части звездного неба в Москве 19 июня в 23^ч 50^м по московскому времени. Отмечено положение Луны (вечером 16–22 июня) и Сатурна.

стью горизонта. Благодаря большому блеску ($-3,7^m$) ее можно увидеть почти сразу после захода Солнца. Весь период видимости Венеры близ нее располагается Меркурий, а в мае и Юпитер, соединение с которым произойдет 28 мая (Венера в 1° севернее). Луна окажется вблизи планеты вечером 11 мая и 11 июня.

Марс, прошедший соединение с Солнцем в апреле, постепенно отстает от него в видимом движении, так как его западная элонгация увеличивается. Но его утренняя видимость начнется только в самом конце июня. Марс виден в северо-восточном секторе неба у самого горизонта в созвездии Тельца.

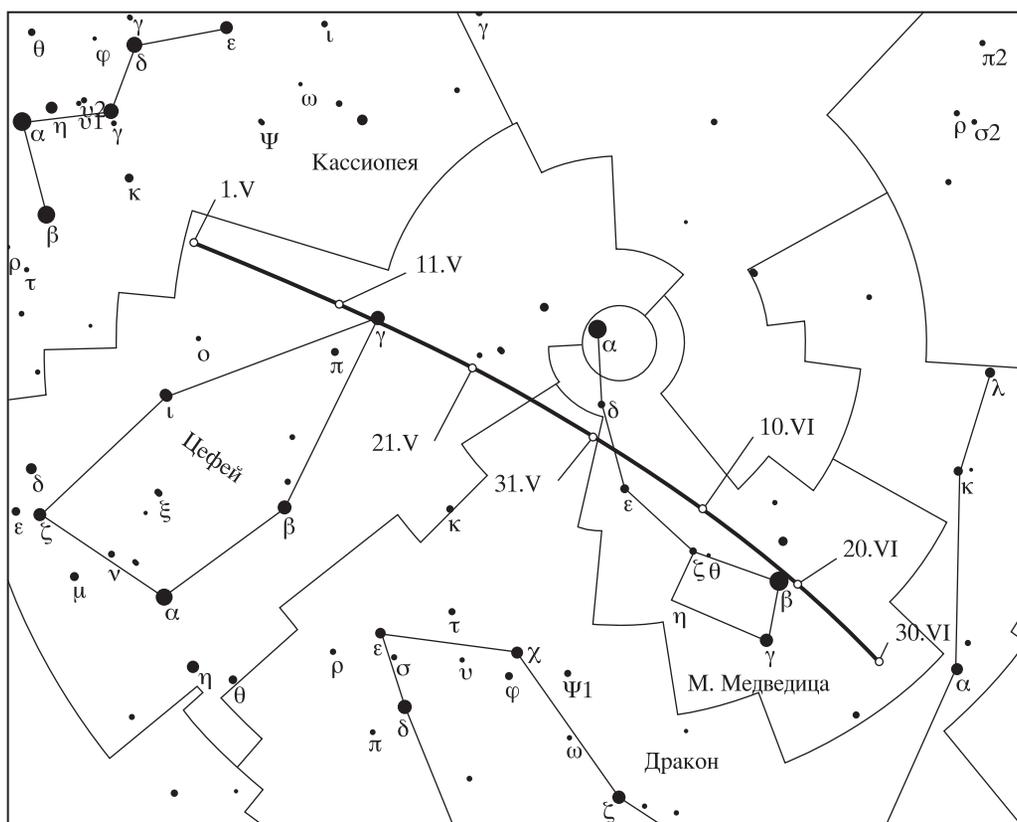
Вечернее небо в мае украшает **Юпитер**. Но видимость его быстро сокращается, и к концу месяца он исчезает в лучах вечерней зари, успев вступить 27 мая в соединение с Меркурием на

$2,6^\circ$ южнее него и 28 мая – с Венерой на 1° южнее. В июне Юпитер не виден, оказавшись 19 июня в соединении с Солнцем. Вечером 12 мая в 3° южнее Юпитера пройдет Луна, что можно наблюдать почти на всей территории России.

Сатурн прекрасно виден на границе созвездий Девы и Весов с вечера и до поздней ночи. Кольцо планеты превосходно видно даже в небольшие телескопы. Луна пройдет близ планеты вечером 22–23 мая и 19 июня.

Уран в июне появляется по утрам. К концу месяца продолжительность видимости достигнет 2 ч. Уран располагается южнее звезды δ созвездия Рыб. Блеск планеты в этот период – $6,1^m$, видимый диаметр – $4''$.

Нептун ($8,1^m$, видимый диаметр $2''$) можно наблюдать в бинокль или телескоп по утрам в восточной части неба, в $0,5^\circ$ севернее звезды σ Водолея.



Видимый путь на небесной сфере кометы Панстартс в мае – июне 2013 г. Север в центре.

В начале мая **комета Панстаррс C/2011 L4 (PanSTARRS)** может быть ярче 8^m (Земля и Вселенная, 2013, № 1). Сейчас она стремительно уносится прочь от Солнца (и от Земли), и потому ее блеск быстро ослабевает: к концу мая – до 9^m , в июне – 10^m и слабее. Комету можно наблюдать даже в бинокль. Она перемещается по созвездиям Цефея и Малой Медведицы.

А.В. КУЗНЕЦОВ
НИЖНИЙ ТАГИЛ

Два события в один день

15 февраля 2013 г. произошло два небесных явления – падение метеорита в Челябинской области и пролет вблизи Земли астероида.

Утром этого дня метеорное тело диаметром 17 м и массой примерно 10 тыс. т вошло в земную атмосферу под острым углом со скоростью 18 км/с и спустя 32,5 с разрушилось на высоте 20 км. Это вызвало ударные волны, образованные высвободившейся энергией до 500 кт в тротиловом эквиваленте. Мощность взрыва оказалась выше, чем у Витимского болида, упавшего 25 сентября 2002 г. в Иркутской области. Болид, взорвавшийся в районе Че-

лябинска, не был зафиксирован ни российскими, ни зарубежными наземными средствами наблюдения космического пространства из-за особых характеристик его движения. Осколки метеорита упали в районе озера Чебаркуль, они найдены и исследуются специалистами. Повреждения от взрывной волны получили 3724 жилых дома и 756 учреждений, выбиты стекла общей площадью 200 тыс. м². За медицинской помощью обратилось 1183 человека. Ущерб от падения осколков метеорита превышает 1 млрд рублей.

В 23 ч 25 мин по московскому времени астероид 2012 DA14 диаметром 44 м и массой около 130 тыс. т пролетел со скоростью 7,82 км/с на расстоянии 27,7 тыс. км от Земли по рассчитанной траектории. В этот момент астероид имел блеск $7,5^m$, его можно было наблюдать в бинокль. Нашей планете астероид не угрожал. Рекордное сближение небесного тела с Землей показало NASA в прямом

эфире. В следующий раз астероид 2012 DA14 приблизится к Земле (на расстояние 1 млн км) в 2046 г.

Падение метеорита в Челябинске вызвало множество антинаучных домыслов, что свидетельствует о нехватке образования у россиян в этой сфере. Быть может, это событие станет поводом для возвращения астрономии в школьную программу? Заметим, астрономия была обязательным школьным предметом в советские времена. В 1993 г. она стала факультативной дисциплиной, а с 2008 г. вообще не преподается в средних учебных заведениях. В 2009 г. видные российские ученые уже обращались к властям с просьбой “вернуть преподавание астрономии в школы, восстановить астрономическую подготовку в педагогических вузах и обеспечить господдержку популяризации этой науки”.

По материалам Роскосмоса, NASA и информ-агентств,
16 февраля 2013 г.

1 сентября 2012 г. в Мемориальном музее космонавтики открылась выставка **“Вперед, на Марс!”**, посвященная 125-летию со дня рождения отечественного

пионера космонавтики Ф.А. Цандера и 50-летию запуска первой межпланетной станции к Марсу “Марс-1”. Авторы экспозиции – Л.Ю. Свиридова, Т.С. Калугина, В.П. Го-

ловкина, И.Г. Салихова, главный художник – В. А. Галлиардт.

Выставка организована при участии Российского государственного архива научно-техниче-



Выставка “Вперед, на Марс!” в Мемориальном музее космонавтики. На первом плане – скульптура К.Э. Циолковского работы Л.Н. Матюшина.



Фотографии, знакомящие с проектами ракетной техники основоположников космонавтики. Раздел "Мечты о путешествиях в мировое пространство".

рукописи Ф.А. Цандера – энтузиаста межпланетных полетов. Фридрих Артурович был соратником и учителем С.П. Королёва, организатором и первым начальником Группы изучения реактивного движения. Он сконструировал двигатели ОР-1 и ОР-2, жидкостную ракету ГИРД-Х (Земля и Вселенная, 2012, № 6). Девизом всей его жизни был призыв "Вперед, на Марс!". Посетители могли познакомиться со свидетельством о рождении Ф.А. Цандера, его аттестатом об окончании Рижского городского реального училища, свидетельством об окончании Королевского высшего технического училища в г. Данциге (29 июня 1907 г.), лекционной зачетной книжкой Фридриха Цандера – студента Рижского политехнического института, дипломом об окончании института и геральдическим знаком выпускника института. Привлекает внимание макет второго варианта межпланетного корабля-аэроплана Ф.А. Цандера, сделанный по его чертежу. Здесь же можно увидеть журнал "Техника и жизнь" 1924 г. со статьей Ф.А. Цандера "Перелеты на другие планеты" и ее конспект, единственное прижизненное издание его книги "Проблема полета при помощи реактивных аппаратов" (1932). Среди документов к наиболее ценным относятся

ской документации, Архива РАН, Ракетно-космической корпорации "Энергия" им. С.П. Королёва, Института медико-биологических проблем РАН, Института космических исследований РАН, Научно-производственного предприятия "Звезда" им. Г.И. Северина. Используются семейные архивы А.М. Цандер, ветерана космонавтики В.Е. Бугрова, врача-испытателя В.И. Макарова.

Выставка состоит из семи разделов.

Посетив первый раздел, "Основные сведения о Марсе и его спутниках", можно было узнать о характеристиках Марса и его спутников, первых телескопических наблюдениях Марса.

На планшетах второго, "Мечты о путешествиях в мировое пространство",

помещены фотографии К.Э. Циолковского, Ю.В. Кондратюка, М. Валье, Г. Оберта, Р. Годдарда, в витринах – теоретические труды основоположников космонавтики, среди них "Вне Земли" К.Э. Циолковского, "Завоевание межпланетных пространств" Ю.В. Кондратюка, "Полет в мировое пространство" М. Валье, "Ракета в межпланетное пространство" Г. Оберта.

Раздел "От мечты к реальности. Первые ракетчики" посвящен проектам ракетной техники пионеров космонавтики, демонстрировавшимся в 1927 г. в Москве на Всемирной выставке межпланетных аппаратов и механизмов. В большой витрине представлены личные вещи, документы, фотографии, чертежи и



Витрина с личными вещами, документами, рукописями, чертежами и фотографиями Ф.А. Цандера.

заявление Ф.А. Цандера руководству Госавиазавода от 8 января 1922 г. о предоставлении отпус-

ка без сохранения содержания для разработки проекта межпланетного корабля с положитель-

ной резолюцией дирекции и дневник о работе в ГИРД (1930). Интересна переписка с К.Э. Циолковским – почтовые открытки и конверты с пометками ученого от 23 мая 1924 г. и 22 сентября 1932 г.

Четвертый раздел, “Пилотируемая экспедиция на Марс”, рассказывает о проекте тяжелого



Раздел выставки “Пилотируемая экспедиция на Марс”, посвященный проекту 1962 г. межпланетного пилотируемого корабля С.П. Королёва.



Макет каюты члена экипажа эксперимента "Марс-500". Справа – внутренний вид каюты, в каких жили испытатели в Институте медико-биологических проблем.

межпланетного корабля (ТМК), разрабатывавшегося в начале 1960-х гг. в ОКБ-1 под руководством академика С.П. Королева (Земля и Вселенная, 2007, № 2). 23 июня 1960 г. вышло постановление Совета Министров СССР о создании ракеты-носителя "Н-1" для выведения на околоземную орбиту тяжелого межпланетного корабля массой 60–80 т, содержащее исключительно межпланетную программу. К сожалению, все запуски ракеты-носителя "Н-1" оказались аварийными (программа испытаний закрыта в 1974 г.), а проект тяжелого межпланетного корабля остался на бумаге.

В 1962 г. марсианский проект был подготов-

лен для утверждения на межведомственной комиссии. В 1968 г. ТМК был спроектирован. Сергей Павлович планировал осуществить полет в 1974 г., с этой целью формировался гражданский отряд космонавтов. В состав ТМК массой 400 т входили жилой, рабочий, агрегатный отсеки, корректирующая двигательная установка и возвращаемый на Землю спускаемый аппарат. Комплекс для высадки экипажа на Марс состоял из тормозных устройств, посадочного модуля и марсианского корабля с двухступенчатой взлетной ракетой и капсулой возвращения. В витрине представлены уникальная рабочая тетрадь с записями и чертежами

1961–1964 гг. инженера-конструктора В.Е. Бугрова, одного из разработчиков проекта ТМК, долгое время совершенно секретная и чудом сохранившаяся, а также черновик сводной таблицы для анализа и выбора схемы экспедиции на Марс (июнь 1962 г.).

В Институте медико-биологических проблем создали наземный экспериментальный комплекс – макет ТМК, где в 1968–1975 гг. провели несколько экспериментов. На стендах можно познакомиться с проектами марсианской пилотируемой экспедиции 1969, 1987 и 1988 гг. Проект межпланетного экспедиционного комплекса 2006 г. стал дальнейшим развитием работ

Малая автономная станция проекта "Марс-96", советский шестиколесный марсоход 1980-х гг., скафандр "Орлан-Э", макет марсохода "Оплотьюнити" на фоне "марсианской поверхности". На заднем плане – флаги стран – участниц проекта "Марс-500".



1988 г. В настоящее время в области фундаментальных космических исследований одна из самых приоритетных задач – организация пилотируемой экспедиции на Марс. Этому направлению посвящено много отечественных проектов (на планшетах они хорошо проиллюстрированы). Учитывая глобальность данной задачи, мировое сообщество склоняется к необходимости интеграции усилий основных космических держав для ее решения. С этой целью создан Международный научно-технический центр, который анализирует сценарии полета землян на Марс. Старт марсианской пилотируемой экспедиции намечается на вторую половину 2030-х гг., возможно, это произойдет в 2035 г. – в год великого противостояния Марса.

Проекту "Марс-500" посвящен пятый раздел – "Марс начинается на Земле". В Институте медико-биологических проблем макет ТМК модернизировали, и под эгидой Роскосмоса и Российской академии наук был

выполнен эксперимент "Марс-500" (Земля и Вселенная, 2008, № 3; 2010, № 5, с. 107). В него вошли исследования по длительной изоляции экипажа в условиях специально созданного наземного комплекса, имитирующих те или иные этапы межпланетного пилотируемого полета. Марсианский полет отличается большой продолжительностью, автономностью, измененными условиями коммуникации с Землей (задержка связи, лимит расходуемых ресурсов). Но главная опасность – губительное солнечное и галактическое излучение.

Наземный эксперимент "Марс-500" проводился в три этапа. В ноябре 2007 г. состоялся первый этап (14-суточный) в двух модулях медико-технического комплекса – ЭУ-150 (жилой модуль объемом 150 м³) и ЭУ-100 (медицинский модуль объемом 100 м³).

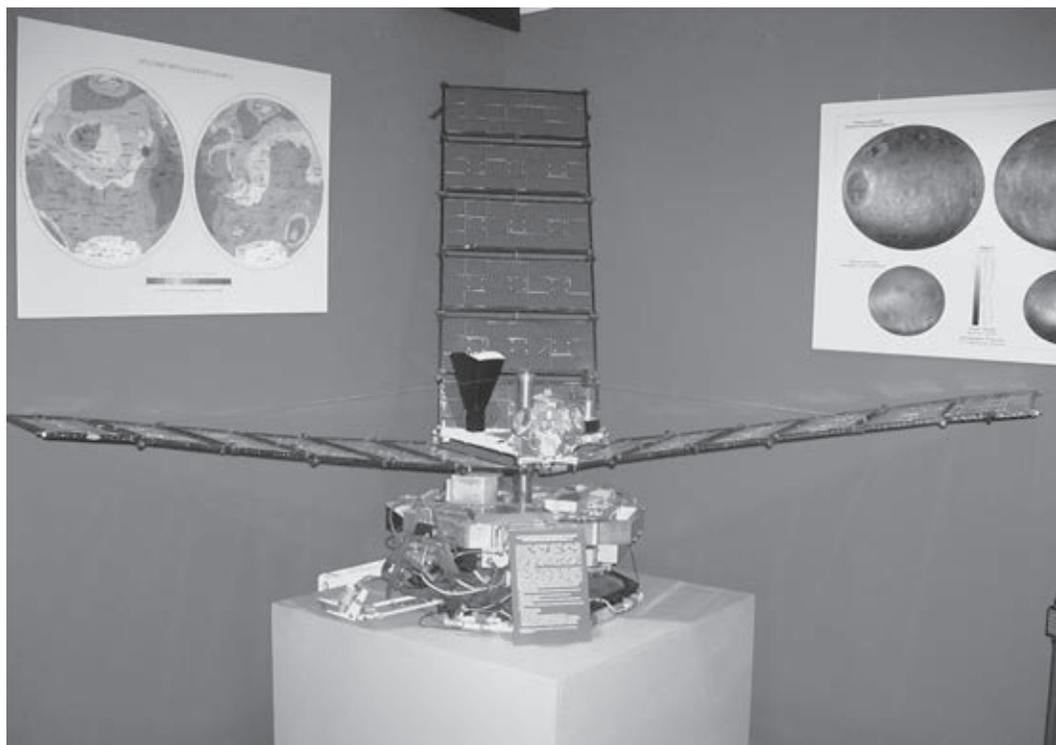
Оценивались удобства эксплуатации и ремонтно-пригодности систем модулей ЭУ-100 и ЭУ-150, готовность систем модулей к проведению долгосрочных экспериментов с изоляцией человека в замкнутом объеме при имитации пилотируемых полетов к Марсу. В ходе второго этапа 105-суточного эксперимента, проведенного в мае – июле 2009 г. в рамках проекта "Марс-500", была получена и проанализирована научно-техническая информация для оптимальной организации основного эксперимента, моделирующего все этапы пилотируемого полета на Марс. На третьем этапе, состоявшемся в июне 2010 г. – ноябре 2011 г., в эксперименте приняли участие шестеро испытуемых: три россиянина, француз, итальянец и китаец. Его цели: изучение взаимодействия в системе "человек – окружающая среда" и получение

экспериментальных данных о состоянии здоровья и работоспособности человека, длительно находящегося в условиях замкнутого пространства ограниченного объема при моделировании основных особенностей марсианского полета и отработка технологий медицинского обеспечения космонавтов.

Экспозиция пятого раздела знакомит с проведением эксперимента, рационом питания, одеждой, инструментами, которыми пользовались испытатели. В отдель-

ной витрине – фотографии, книги и публикации об этом проекте. Посетители выставки могли заглянуть в макет индивидуальной каюты модуля ЭУ-150, точно в таких же проживали члены экипажа “Марс-500”. В каюте воссоздана обстановка, близкая к реальности: манекен в одежде, которую носили испытатели, на стенах – графики, рисунки и календарь, на столе – подлинник журнала с методикой проведения эксперимента, над ним – часы, под потолком висит китайский фонарик. Недалеко от каю-

ты расположен фрагмент “марсианской поверхности” с флагами стран – участников проекта. Рядом расположен манекен в скафандре “Орлан-Э” с инструментом для забора грунта, в котором три раза испытатели выходили на воображаемую поверхность Марса (Земля и Вселенная, 2010, № 3, с. 91). Около скафандра находятся Малая автономная станция (входила в состав научной аппаратуры проекта “Марс-96”), макет американских марсоходов “Спирит” и “Оппортюнити”, а также советский шестиколес-



Технологический макет долгоживущей автономной станции АМС “Фобос”, на стенах – карты Марса и его спутников. Раздел “Автоматические межпланетные станции изучают Марс и его спутники”.

ный марсоход, созданный в начале 1980-х гг. во ВНИИтрансмаш как основной вариант самоходного аппарата по проектам “Марс-92” и “Марс-94”. Данный экземпляр прошел успешные испытания на Камчатке, в Тарусе и Калифорнии. Посетителям предлагался документальный фильм, рассказывающий об этом.

На планшете и в витрине шестого раздела, “Луна или Марс”, помещены статьи ученых, высказывающих разные мнения о приоритетах в исследовании этих тел Солнечной системы (Земля и Вселенная, 2006, № 2). Многие проекты и технологии марсианской и лунной программ уже существуют, кроме России ими занимаются США и ESA, Индия и Китай. Проекты бурно обсуждают специалисты и общественность, но приоритеты пока не определены.

Заключительный раздел выставки – “Автоматические межпланетные станции изучают Марс и его спутники” – рассказал об исследованиях АМС, проведенных за 50 лет (Земля и Вселенная, 2008, № 4, с. 101–102). Первым космическим аппаратом, стартовавшим к Марсу, была советская АМС “Марс-1”, запущенная 1 ноября 1962 г. С ней провели 61 сеанс радиосвязи, была получена информация о характере



Радиометр-спектрофотометр и масс-спектрометр АМС “Фобос”, в центре витрины – уменьшенный макет станции.

солнечного ветра, о магнитных полях и метеорных потоках. Радиосвязь поддерживалась до расстояния 106 млн км, 19 июня 1963 г. станция пролетела на расстоянии 195 тыс. км от Марса – так впервые была проложена межпланетная трасса. Макет “Марса-1” висит под потолком в зале “Утро космической эры”.

28 и 30 ноября 1964 г. к Марсу стартовали “Маринер-4” (США) и “Зонд-2” (СССР). В июле 1965 г. “Маринер-4” впервые сфотографировал Марс, в 1969 г. его съемку провели “Маринер-6” и “Маринер-7”. В конце 1971 г. АМС “Марс-2” и “Марс-3” вышли на орбиты искусственных спутников Марса, спускаемый аппарат “Марса-3” (в экспозиции музея представлен его полноразмерный макет)

впервые совершил мягкую посадку на поверхность планеты. В 1974 г. исследования Марса выполнили межпланетные станции “Марс-4–7” (в витрине – приборы, применяемые в этом полете: технологические образцы поляриметра видимого диапазона ВПМ-73, фотометр комбинированный ФКМ-73).

В 1975 г. к Марсу стартовали две американские АМС “Викинг” с комплексом научной аппаратуры для поиска жизни. Орбитальные модули “Викинга-1 и -2” вышли на орбиты вокруг Марса в июне – июле 1976 г., 20 и 24 июля 1976 г. их спускаемые аппараты осуществили посадку на Красную планету. Помимо фотосъемки (получено 1400 изображений марсиан-

ской поверхности) и сбора научных данных оба аппарата провели три биологических эксперимента для поиска предполагаемых следов жизни (микроорганизмов). В плотно закрытом контейнере наблюдались некоторые изменения среды, но к таким результатам мог привести сильный окислитель в грунте, поэтому нельзя уверенно считать их результатом деятельности бактерий. Аппараты выполнили детальную панорамную цветную съемку поверхности Марса и произвели наблюдения за марсианской погодой, а их орбитальные модули исследовали Марс еще несколько лет – до 1982 г. На стендах – карты Марса и его спутников, фотографии марсианской поверхности.

В июле 1988 г. запущены две советские АМС “Фобос”, “Фобос-2” вышла на орбиту вокруг Марса 30 января 1989 г.

К сожалению, завершить основную программу по исследованию Фобоса не удалось, малые спускаемые аппараты так и не попали на него, связь была потеряна 27 марта 1989 г. (Земля и Вселенная, 1989, № 5). В витрине можно увидеть уменьшенный макет станции и ее научные приборы: радиометр-спектрофотометр и масс-спектрометр, а слева от нее – технологический макет долгоживущей автономной станции, которая должна была опуститься на поверхность Фобоса и исследовать грунт.

В 1997 г. и 2001 гг. “Марс Глобал Сервейер” и “Марс Одиссей” (США) вышли на орбиты вокруг Марса. В течение 10 лет станции картографировали поверхность Марса, собирали научные данные о климате, геологии и минералогии, были составлены карты полярных ледяных шапок Марса и отдельных

мест со следами воздействия воды. Запущенная в 2003 г. первая европейская АМС “Марс Экспресс” до сих пор изучает поверхность и атмосферу Красной планеты. С января 2004 г. американский марсоход “Оппортюнити” прошел уже более 35 км и продолжает исследования (второй марсоход, “Спирит”, в марте 2010 г. завершил работу), так же как “Марсианский орбитальный разведчик” и большой марсоход “Кьюриосити” (США; Земля и Вселенная, 2012, № 3, с. 110–112; 2012, № 6). Об этих станциях и результатах исследований рассказывают стенды.

В фойе выставки демонстрировался телевизионный фильм “Тайны Красной планеты” из серии «Фантастика под грифом “секретно”».

Выставка работала до марта 2013 г. и пользовалась большим успехом.

Российские школьники – победители олимпиады

25 октября 2012 г. в Москву из Сеула с триумфом вернулись участники 17-й Международной олим-

пиады по астрономии. Нашей команде удалось занять второе место в общем командном зачете и получить несколько престижных наград. В трех турах соревнования (теоретическом, практическом и наблюдательном) участвовали команды из 20 стран. Сборная России превзошла все ожидания: завоеваны по две золотые и серебряные медали, а также бронзовая. Ей не

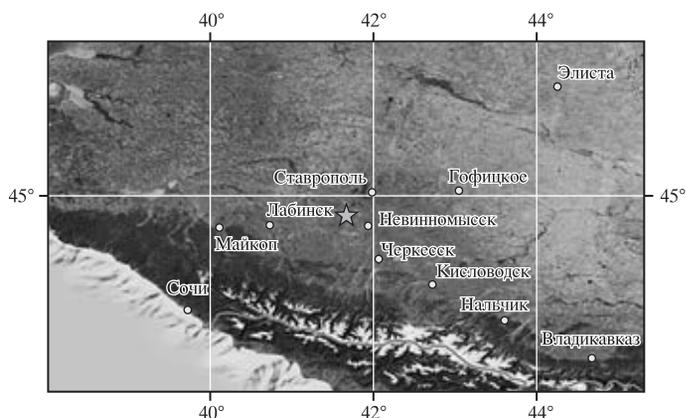
удалось обойти только Южную Корею, хозяйку Олимпиады. Золотыми призерами Олимпиады стали Антон Афанасьев и Вадим Сушко из г. Жуковский (Московская обл.). Ребята поймали свою счастливую звезду: в ГАИШ МГУ всех призеров примут без экзаменов.

По материалам Интернет-сайтов,
25 октября 2012 г.

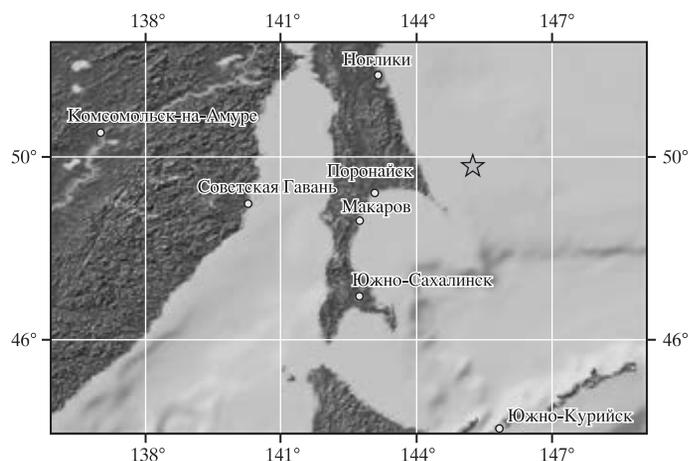
Сейсмичность Земли в марте – декабре 2012 г.

В этот период в Геофизической службе РАН обработано более 3500 землетрясений, из них 88 на территории России, в том числе 34 с магнитудой $M \geq 6,5$. Большая часть пришлась на Тихоокеанский регион и Центральную Азию, а также Курило-Камчатский регион, Америку и Средиземноморский регион. Остановимся на наиболее значимых событиях.

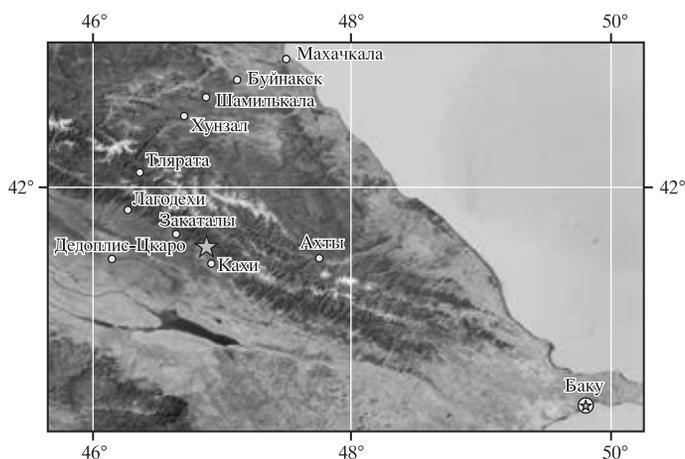
На территории Российской Федерации зарегистрировано землетрясение с магнитудой $M = 4,1$ балла 2 мая 2012 г. в 0 ч 44 мин (здесь и далее время по Гринвичу). Его очаг находился в Ставропольском крае на глубине 10 км, в 26 км от Невинномыска, в 41 км к юго-востоку от Ставрополя и в 67 км к северо-западу от Черкесска. По данным Геофизической службы РАН, сотрясения от землетрясения в Невинномысске достигали силы 3–4 балла, в Ставрополе и Черкесске – 3 балла. Землетрясение с максимальной магнитудой ($M = 7,4$) произошло 14 августа в 2 ч 59 мин в



Карта землетрясения в Ставропольском крае 2 мая 2012 г. (эпицентр отмечен звездочкой)



Карта землетрясения в Охотском море, зафиксированного 14 августа 2012 г. (эпицентр отмечен звездочкой)



Карта разрушительного землетрясения 7 мая 2012 г. в Азербайджане с магнитудой $M = 5,8$. Большая звездочка – эпицентр землетрясения, малая – столица Азербайджана.

Охотском море. Его очаг находился на глубине 580 км в 83 км от восточного побережья Сахалина, в 170 км от Поронайска ($M = 3-4$), в 267 км от Ноглики ($M = 2-3$), в 643 км от Южно-Курильска ($M = 2$). Угроза цунами не объявлялась.

Разрушительное землетрясение зафиксировано 7 мая в 4 ч 40 мин в Азербайджане с магнитудой $M = 5,8$. Его очаг находился на глубине 10 км в 17 км от Кахи (Азербайджан), в 21 км от Закаталы (Азербайджан), в 62 км к востоку от Дедоплис-Цкаро (Грузия), в 74 км к западу от Ахты (Россия) и в 74 км к северо-востоку от Тляраты (Россия). По данным РИА-Новости, в Закатальском и Гахском районах Азербайджана сила землетрясения составила 7 баллов, в Шекинском, Огузском, Газах-

ском, Товузском и ряде других районов – от 2 до 5 баллов. В Закатальском районе за медицинской помощью обратились 15 человек, тяжело пострадавших нет. В результате стихии в некоторых селах были разрушены дома, больше других пострадали села Азар, Заям и Гымыр. Кроме того, во многих частных и многоэтажных жилых домах в райцентре, а также в строениях в селах района образовались трещины. На территории России землетрясение вызвало сотрясение в Тлярате силой 6 баллов, в Шамилькале, Хунзахе, Ахты и Буйнакске – 5 баллов, в Махачкале – 4 балла. Землетрясение сопровождалось многочисленными афтершоками, колебания от некоторых ощущались на территории Дагестана.

Сильное землетрясение ($M = 7,7$) произошло 20 марта в 8 ч 02 мин на Тихоокеанском побережье Мексики. По данным ИТАР-ТАСС, в результате удара стихии 11 человек получили ранения, тысячам домов нанесен ущерб, некоторые из них полностью разрушены. В результате землетрясения без электричества осталось около 2,5 млн человек. Нарушена целостность зданий в штатах Оахака, Мичоакан и Табаско. Работа атомной электростанции Laguna Verde в штате Веракрус не прекращалась. В центре Мехико отмечены небольшие разрушения.

11 апреля в 8 ч 38 мин у западного побережья острова Суматра зафиксировано сильнейшее землетрясение ($M = 8,5$). По данным РИА-Новости, в районе Ачех-Бесар, самой западной индонезийской провинции Ачех, обрушился мост. «Пять человек погибли, в том числе один в Банда-Ачех, трое в районе Ачех-Бесар и один в Лхоксемаве», – сообщил представитель спасательной службы Вахьюди. По данным Вахьюди, от стихии наиболее пострадали три индонезийские провинции – Ачех, Западная и Северная Суматра, жители некоторых районов этих провинций нуждались в чрезвычайной помощи. Для ее распределения власти Индонезии послали пять военных кораблей. Индийский центр предупреждения цунами

объявил тревогу цунами, высота первой пришедшей на побережье волны не превысила 20 см. Эпицентр землетрясения находился в 350 км к юго-западу от эпицентра катастрофического землетрясения 2004 г. с $M = 8,8$. Различие в механизме очагов этих землетрясений и более удаленное от острова место возникновения землетрясения 11 апреля могут объяснять причину отсутствия большой волны цунами.

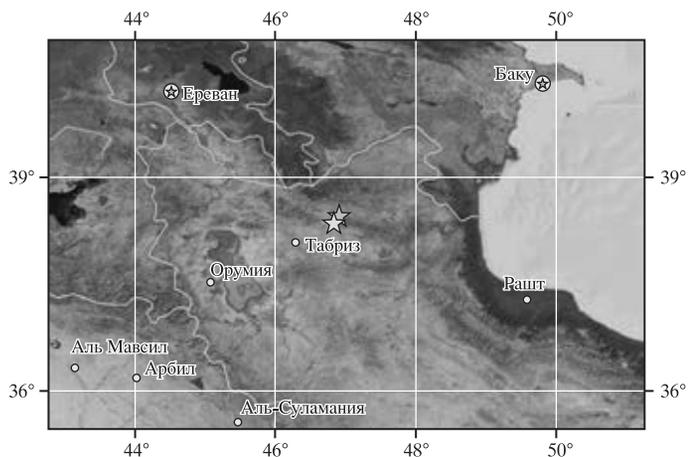
Вторая половина мая отмечена повышенной сейсмической активностью в Северной Италии. Здесь зарегистрированы два мощных землетрясения 20 мая в 2 ч 03 мин с $M = 6,1$ и 29 мая в 7 ч 00 мин с $M = 6,0$, а также множество более слабых толчков. Эпицентры расположены в области Эмилия-Романья на расстоянии около 20 км друг от друга. В результате первого толчка наиболее пострадали территории в районе г. Модена, откуда эвакуировано более трех тысяч человек, а также вокруг Феррары. Через 9 дней эвакуировали жителей городков Мирандола, Кавеццо и Мендолла, пострадавших от значительных разрушений. Общее число жертв достигло 24 человек. В результате стихии 14 тыс. остались без крова и размещены в палаточных городках Департамента гражданской защиты. Ущерб от землетрясений – примерно 5 млрд евро.



Последствия двух сильных землетрясений ($M = 6,1$ и $M = 6,0$) 20 и 29 мая 2012 г. в Северной Италии.

11 августа в 12 ч 23 мин и в 12 ч 34 мин в Северо-Западном Иране произошли два сильных землетрясения с $M = 6,5$ и $M = 6,4$ соответственно. Эпицентры землетрясений находились в провинции Северный Азербайджан на глуби-

не 10 км, сила толчков достигала 9 баллов по 12-балльной шкале МСК-64. Как сообщило иранское агентство ИСНА, погибли 300 человек, ранения получили более 2 тыс. человек. Основной удар стихии пришелся на горо-



да Ахар, Варазкан и Хариз. По заявлению главы Центра природных катастроф провинции Восточный Азербайджан, “60 деревень разрушены на 60–80%, четыре – на 100%”. Землетрясение дало о себе знать и на юго-востоке Армении: в городах Агарак, Мегри, Каджаран, Капан и Горис сила толчков составила 4–5 баллов, в Ереване – 3–4 балла. Иран находится в зоне повышенной сейсмической активности. В прошлом веке жертвами 20 наиболее сильных землетрясений стало свыше 170 тыс. иранцев. В декабре 2003 г. в результате подземного толчка с магнитудой $M = 6,6$ был полностью уничтожен древний город Бам на юго-востоке страны. Тогда погибло более 30 тыс. человек.

Самым разрушительным землетрясением (магнитуда 5,8) с наибольшим числом жертв можно считать землетрясение 7 сентября в 3 ч 19 мин в провинции Юньнань в Китае. Несмотря на небольшую магнитуду, по данным РБК, в результате землетрясения погибло



Карта землетрясения 11 августа 2012 г. в Северо-Западном Иране. Большие звездочки – эпицентры землетрясения, малые – столицы Армении и Азербайджана. Внизу – спасатели работают в местах разрушений.

Последствия землетрясения 7 сентября 2012 г. в провинции Юньнань (Китай) с магнитудой $M = 5,8$.



89 человек, 820 жителей получили ранения. Ущерб был нанесен не менее чем 700 тыс. жителей КНР. От природного бедствия пострадали китайские провинции Юньнань и Гуйчжоу. По предварительным итогам, подведенным китайскими властями, удар стихии уничтожил не менее 20 тыс. домов. Более 110 линий электропередач были оборваны, многие районы остались без связи.

7 ноября сильное землетрясение с $M = 7,4$ потрясло Гватемалу. Его

эпицентр находился у западного побережья страны, в 50 км к юго-западу от Реталхулеу, в 97 км югу от Сан-Маркоса. По данным РИА-Новости, в результате землетрясения погибли 48 человек. Наиболее пострадал от подземных толчков департамент Сан-Маркос. В населенных пунктах разрушены десятки домов, в том числе серьезно пострадали здания местных органов власти и полиции. Было нарушено дорожное сообщение. Многие населенные

пункты остались без света, телефонной связи и электричества.

Параметры всех землетрясений представлены на информационном сервере Геофизической службы РАН (<http://www.ceme.gsras.ru>).

Ураган Сэнди

В конце октября 2012 г. в Карибском бассейне, на северо-востоке США и в Восточной Канаде бушевал ураган Сэнди (Hurricane Sandy). Этот мощный тропический циклон затронул Ямайку, Кубу, Багамские острова, Гаити и побережье Флориды. Наиболее тяжелый ущерб был причинен северо-восточным штатам США, в частности Нью-Джерси и Нью-Йорк.

В 2012 г. это 18-й тропический циклон, получивший собственное имя, и 10-й в Атлантике. Ураган Сэнди оказался нетипичным, он сформировался 22 октября в Карибском море к югу от

Кубы и за 6 ч превратился в тропический шторм. Затем он стал медленно продвигаться на север, к Большим Антильским островам, продолжая набирать силу.

Тропические циклоны Атлантики зарождаются у западного побережья Африки или в центре океана и уже

потом начинают двигаться на запад, доходят до Карибского бассейна, затем часто поворачивают на северо-восток, достигают умеренных широт и там разрушаются. Траектория движения Сэнди была необычной, направленной строго по меридиану. После пересечения



Границы штатов США, где бушевал ураган Сэнди. Снимок сделан 30 октября 2012 г. экипажем Международной космической станции. Фото NASA.

островов Кубы, Гаити, Багам наблюдалось его ослабление до шторма. В Карибском море шторм стал ураганом, прошел через острова, затем скорость ветра снизилась до 20 м/с. В результате разгула стихии в регионе Карибского моря погибло 66 человек. После того как ураган пересек Багамские острова и вышел на север, началось его взаимодействие с внетропическим циклоном, это привело к усилению Сэнди и изменению его траектории. Он переместился на восточное побережье США и начал двигаться вглубь материка к Канаде.

Другая особенность Сэнди – его большие размеры. Диаметр тропического циклона в среднем составляет 400–600 км, а зона максимальных ветров – 300–400 км. У Сэнди даже на расстоянии 1500 км от “глаза” наблюдался настоящий супервихрь. Он не был очень сильным, но из-за своего размера ураган захватил достаточно обширные территории, что и привело к большому ущербу. Такие масштабные ураганы случались, но очень редко – примерно раз в 10 лет.

Утром 27 октября ураган Сэнди снова набрал самую высокую по шкале ураганов

Саффира – Симпсона силу, доходившую до первой степени. С вечера 28 октября в Нью-Йорке прекратилась работа метро, автобусов и поездов, на два дня остановлена фондовая биржа в Нью-Йорке, отменены авиарейсы из Нью-Йорка, Вашингтона и Филадельфии. 29 октября президент США Барак Обама в прямом эфире призвал американцев серьезно подготовиться к угрозе, которую может нести ураган Сэнди. В штате Делавэр эвакуировано 50 тыс. жителей прибрежных районов. Приближаясь к территории США, 30 октября ураган достиг максимальной мощности. Он превратился в супершторм, порывы ветра достигали 150 км/ч. В тот же день ураган соединился с холодным штормовым ветром с запада страны и существенно усилился. Затоплено семь тоннелей метро в Нью-Йорке, остров Манхэттен был полностью отрезан от материка. Уровень воды достиг 4 м, сгорело 50 зданий (по другим данным, 80), на подстанции произошел взрыв, около 250 тыс. человек остались без света, на АЭС “Найн-Майл-Пойнт” остановлен реактор. Погибло 113 человек. 31 октября ураган

продвигался от Нью-Йорка к Нью-Джерси, зафиксирован ветер с максимальной скоростью 175 км/ч. Из-за прорыва плотины затоплены города Муначи, Литл-Ферри и Карлштад. Чрезвычайное положение объявлено в Мэриленде, Массачусетсе, Нью-Джерси, Нью-Йорке, Коннектикуте, Пенсильвании, Род-Айленде, федеральном округе Колумбия и прибрежных районах Северной Каролины. Затем ураган прошел через Вирджинию и Пенсильванию на север, в Канаду. Отменено около 15 тыс. авиарейсов, без электричества осталось более 8 млн домов, в частности 250 тыс. в Вашингтоне и 100 тыс. в Канаде. На западе штата Мэриленд выпало 70 см снега, в горах Западной Вирджинии – около метра. 3 ноября ураган Сэнди утратил свою силу, но продолжал движение на территории Канады. 4 ноября обрушился снегопад на Аляску и Чукотку (Россия), а 5 ноября добрался до территории Якутии в виде сильного ветра со снегопадом. Общий ущерб от урагана оценивается в 50 млрд долларов.

По материалам Интернет-сайтов,
22 октября – 5 ноября
2012 г.

Астероид или комета?

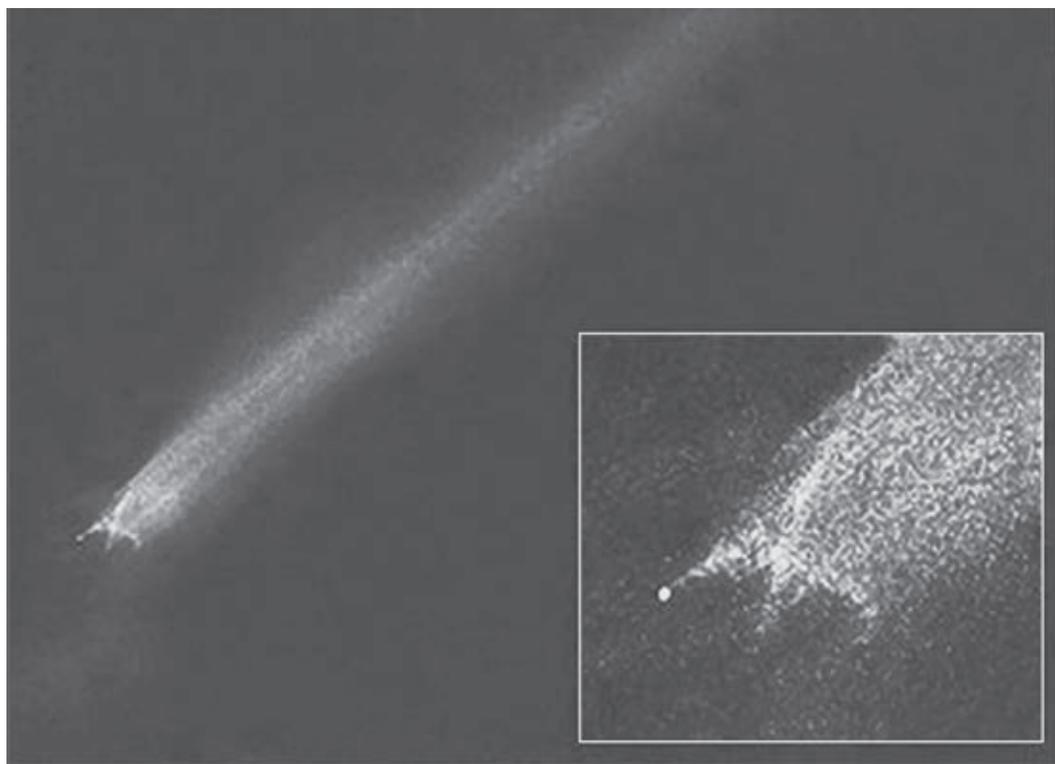
Наблюдение таинственного очень яркого 1,8-км астероида Оляято (2201 Oljato) с помощью АМС “Венера Экспресс” (ESA) поставило перед научной общественностью проблему. Астероид наделал много шума благодаря необычно длинному шлейфу, похожему на хвост

кометы. Кроме того, у Оляято вытянутая эллиптическая орбита с периодом обращения 3,2 года, благодаря чему он пересекает орбиты сразу трех планет: Венеры, Марса и Земли. Пока астрономы затрудняются однозначно сказать: астероид это или необычная комета. Возможно, это новый класс малых тел Солнечной системы. К ним относятся подобные объекты – 133P и 176P/LINEAR (Земля и Вселенная, 2009, № 6, с. 58).

В 1980–1990 гг. ИСВ “ПионерВенера-1” (“Pioneer Venus-1”) три раза наблюдал прохождение Оляя-

то между Венерой и Солнцем. Каждый раз в регионе было заметно увеличение магнитной активности. Исследования показали, что астероид потерял свою магнитную активность. Однажды произошла еще одна странность. От астероида по неустановленной причине откололись куски пород, сформировавшие пылевой шлейф вокруг астероида. Более 3 т пыли в день уносят солнечный ветер и гравитационные возмущения планет и Солнца.

Пресс-релиз ESA,
2 октября 2012 г.



Астероид Оляято с газопылевым шлейфом (во врезке – ядро астероида). Снимок сделан в сентябре 2012 г. европейской АМС “Венера Экспресс”. Фото ESA.

Полет МКС в августе – декабре 2012 г.*

20, во время проведения 32-й основной экспедиции МКС-32/33), российские космонавты Г.И. Падалка и Ю.И. Маленченко в течение 5 ч 51 мин работали в открытом космосе. Они перенесли грузовую стрелу со стыковочного отсека “Пирс” на модуль “Заря”, запустили спутник “Сфера”, установили дополнительные противометеоритные панели на служебном модуле “Звезда”, а также демонтировали контейнер “Биориск-МСН” и установили подкосы выносного рабочего места на стыковочный отсек “Пирс”.

30 вышли в открытый космос астронавты С. Уилльямс (США) и А. Хосиде (Япония). За 8 ч 17 мин они заменили неисправное оборудование и проложили кабели для обеспечения электропитания российского многоцелевого лабораторного модуля “Наука”, стартующего в конце 2013 г.

Из-за неисправности блока МBSU-1 на станции было ограничено электропотребление. **5** С. Уилльямс и А. Хосиде совершили повторный выход, в течение 6 ч 28 мин им уда-

лось завершить ремонт блока подключения электропитания на секции S0. Кроме того, астронавты смогли заменить неисправный блок подсветки и панорамирования видеокamеры на манипуляторе “Канадарм-2”.

14 от МКС отстыковали японский грузовой КК “HTV-3” (“Конотори-3”, Kounotori – белый аист), через двое суток он был сведен с орбиты и сгорел в атмосфере над Тихим океаном. 21 июля его запустила РН “Н-ПВ” с космодрома Тангасима, 27 июля “HTV-3” (масса 16 т) прибыл на МКС, доставив воду, продукты питания и научное оборудование, в том числе аквариумы. В них ученые поместят небольших пресноводных рыб – медаки и данио рерио. Первый эксперимент запланирован на 2013 г., его цель – изучение изменений в составе костей у рыб, развивающихся в условиях невесомости. Корабль также доставил на МКС пять микроспутников: два созданы в NASA, три – студентами японских университетов. 4 октября их вывели на орбиту с борта МКС для проведения технологических экспериментов и съемки Земли. “HTV-3” находился в составе МКС 49 сут. Это третий из серии японских грузовых кораблей, эксплуатирующихся с 2009 г. Еще четыре КК серии “HTV” предполагается запустить до 2016 г.

17 спускаемый аппарат КК “Союз ТМА-04М” с экипажем МКС-32 – командир МКС-32

Г.И. Падалка, бортинженеры С.Н. Ревин (Россия) и Дж. Акаба (США) – совершил посадку в 86 км северо-восточнее г. Аркалык (Казахстан). Полет экипажа 32-й экспедиции продолжался 124 сут 23 ч 51 мин. Работу на станции продолжил экипаж МКС-33 – Ю.И. Маленченко (Россия), С. Уилльямс (США) и А. Хошиде (Япония).

29 европейский грузовой КК “Эдоардо Амальди” (ATV-3 “Edoardo Amaldi”) успешно отстыковался от МКС. 26 сентября проблема с системой управления привела к сбою при расстыковке грузового корабля от МКС, поэтому была сделана повторная попытка. Напомним, что ATV-3 стартовал с космодрома Куру 23 марта, через пять дней он пристыковался к российскому модулю “Звезда”. Корабль доставил на МКС сухие грузы, воду, кислород, топливо и научное оборудование общей массой 6,6 т. В составе МКС ATV-3 пробыл 190 сут. **3** он отстыковался от МКС и был затоплен в Тихом океане. В 2013 г. и 2014 г. к МКС стартуют очередные транспортные корабли – ATV-4 “Альберт Эйнштейн” и ATV-5 “Жорж Леметр”.

8 с космодрома Канаверал стартовала РН “Фалькон-9” (“Falcon-9”) с частным грузовым КК “Дрегон” (“Dragon”) американской компании из Калифорнии “SpaceX”. Это первый эксплуатационный полет корабля коммерческого назначения, испытательный

* Продолжение. Начало см.: 1999, № 2; 2000, №№ 5, 6; 2001, № 5; 2002, №№ 1, 2, 4; 2003, №№ 1, 5; 2004, №№ 2–5; 2005, №№ 1, 4; 2006, №№ 1, 2, 4; 2007, №№ 1, 3, 4; 2008, №№ 1–6; 2009, №№ 1, 2, 4, 6; 2010, №№ 1–5; 2011, №№ 1, 2, 4–6; 2012, №№ 2, 5.

полет состоялся 22–31 мая (Земля и Вселенная, 2012, № 5, с. 106–110). Через три дня корабль доставил на станцию 454 кг грузов, в том числе научные приборы, питание, одежду, воду, кислород и подарок – шоколадно-ванильное мороженое. **28** “Дрэгон” отправился обратно, увозя на Землю 907 кг грузов, среди них требующее ремонта или замены оборудование, результаты экспериментов и более 500 проб крови членов экипажа, которые будут исследованы.

23 с площадки № 31 космодрома Байконур осуществлен запуск “Союз-ФГ” с КК “Союз ТМА-06М”. Стартовая площадка № 31 ранее использовалась лишь для запусков беспилотных космических аппаратов. “Союз ТМА-06М” – первый пилотируемый корабль, запущенный с нее после 1984 г. Космический корабль пилотирует экипаж МКС-34 – бортинженер МКС-33/34 и командир КК “Союз ТМА-06М” О.В. Новицкий, бортинженер МКС-33/34 Е.И. Тарелкин (Россия) и командир МКС-34 К. Форд (США). К. Форд совершил второй полет, О.В. Новицкий и Е.И. Тарелкин – новички в космосе. Планируемая продолжительность полета экипажа – 148 сут, возвращение намечено на 20 марта 2013 г. **25**

КК “Союз ТМА-06М” пристыковался к исследовательскому модулю “Поиск” (МИМ-2) МКС.

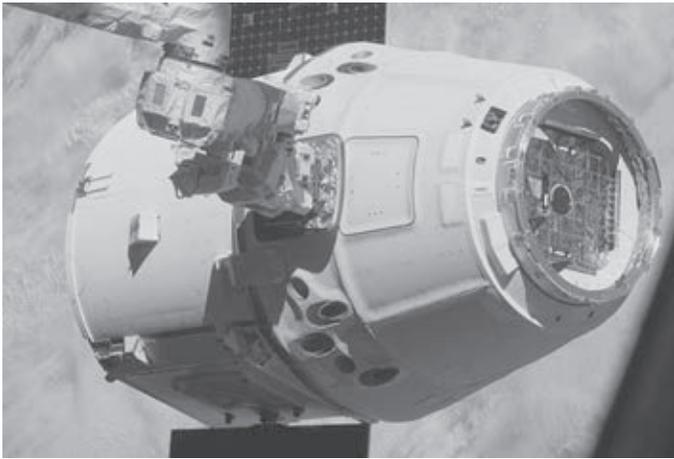
(524-й астронавт мира, 114-й космонавт России) родился в 1971 г. в г. Червень Минской области



Экипаж МКС-32/33 в модуле “Кибо”: С.Н. Ревин, Г.И. Падалка (Россия), Дж. Акаба (США), во втором ряду – А. Хошиде (Япония), С. Уилльямс (США) и Ю.И. Маленченко (Россия). 13 августа 2012 г. Фото NASA.



Японский грузовой корабль “HTV-3” с помощью манипулятора “Канадарм-2” отсоединяется от американского модуля “Гармония”. 14 сентября 2012 г. Фото NASA.



Частный грузовой корабль "Драгон" после расстыковки с МКС. 28 октября 2012 г. Фото NASA.

(Белорусская ССР), полковник ВВС РФ. После окончания в 1994 г. Качинского высшего военного авиационного училища летчиков служил в 4-й воздушной армии на Северном Кавказе. В 2006 г. окончил командный факультет Военно-воздушной академии им. Ю.А. Гагарина, затем служил командиром авиационной эскадрильи штурмового авиационного полка 4-й армии ВВС и ПВО. В 2007 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина.

(525-й astronaut мира, 115-й космонавт России) родился в 1974 г. в г. Первомайск Читинской области, подполковник ВВС РФ. В 1996 г. окончил Ейское высшее военное авиационное училище летчиков. С 1998 г. служил в ЦПК им. Ю.А. Гагарина в должности старшего бортового инженера-испытателя. Летал на самолетах Л-39 и Л-29, выполнил около 500 парашютных прыжков. В 1998 г.

окончил Военно-воздушную академию им. Ю.А. Гагарина. В 2003 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина.

(Kevin A. Ford; 500-й astronaut мира, 322-й astronaut США) родился в 1960 г. в г. Портленд (штат Индиана), полковник ВВС США в отставке. В 1982 г. защитил диссертацию по аэрокосмическому машиностроению в Университете Богоматери. В 1989 г. получил степень магистра (международные отношения) в Университете Трой. В 1990 г. поступил в школу летчиков-испытателей на авиабазе Эдвардс в Калифорнии. В 1994 г. получил степень магистра (аэрокосмическое машиностроение) в Университете Флориды. В 1997 г. получил степень доктора наук в Технологическом институте ВВС США. В 1984–2000 гг. служил в различных авиационных эскадрильях. В 2000 г. зачислен в отряд astronautов США.

Во время экспедиции МКС-33/34 планируется выполнить 50 экспериментов по восьми направлениям: 16 – биотехнология, 10 – медицина и биология, 8 – технические, 5 – образование, 4 – геофизика, 3 – исследование природных ресурсов, по 2 – исследование космических лучей и материаловедение. Экипаж отработает нештатные ситуации, например будет тушить пожар и учиться по-особому дышать для экономии воздуха в случае разгерметизации отсеков. Космонавты займутся фотографированием звезд и выращиванием новых сортов растений, которые обеспечат экипажи кислородом и витаминами.

1 astronaut С. Уильямс (США) и А. Хосиде (Япония) в третий раз вышли в открытый космос. За 6 ч 38 мин они отключили системы терморегулирования фотозлектрического модуля на секции Р6 от переднего радиатора и подключили ее к заднему радиатору. С. Уильямс установила новый мировой рекорд среди женщин по общему времени работы в открытом космосе – 50 ч 40 мин.

19 совершил посадку в 85 км северо-восточнее г. Аркалык (Казахстан) в спускаемом аппарате КК "Союз ТМА-05М" экипаж МКС-33 – Ю.И. Маленченко (Россия), С. Уильямс (США) и А. Хошиде (Япония). Экспедиция МКС-33 продолжалась 126 сут 23 ч 13 мин. Работу на станции продолжил экипаж МКС-34/35 – О.В. Новицкий, Е.И. Та-

релкин (Россия) и К. Форд (США).

19 запущен на КК “Союз ТМА-07М” экипаж 35-й основной экспедиции – бортинженер МКС-34/35 и командир КК “Союз ТМА-07М” Р.Ю. Романенко (Россия), командир МКС-35 К. Хадфилд (Канада) и бортинженер МКС-34/35 Т. Маршбёрн (США). К. Хадфилд в третий раз отправился в космос, Р.Ю. Романенко и Т. Маршбёрн – во второй. Работа экипажа на станции рассчитана на 147 сут, возвращение намечено на 15 мая 2013 г. **21** -

КК “Союз ТМА-07М” состыковался с малым исследовательским модулем “Рассвет” (МИМ-1) МКС.

(495-й астронавт мира, 103-й космонавт России) родился в 1971 г. в г. Щелково Московской области, полковник ВВС РФ. Его отец – космонавт Ю.В. Романенко. В 1992 г. окончил Черниговское высшее военное авиационное училище летчиков. С 1992 г. – помощник командира отряда авиационной эскадрильи отдельного испытательного тренировочного полка ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Освоил самолеты Л-39 и Ту-134. Общий налет составляет около 800 ч. Имеет квалификацию “Военный

летчик 3-го класса”. В 1997 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина.

(Christopher Hadfield; 337-й астронавт мира, 4-й астронавт Канады) родился в 1959 г. в г. Сарния в провинции Онтарио (Канада), полковник ВВС Канады. В 1980 г. окончил Королевский военный колледж в г. Виктория в провинции Британская Колумбия. В 1982 г. получил степень бакалавра по механике в Королевском военном колледже в Кингстоне. В 1980–1985 гг. проходил летную подготовку на различных базах и школах ВВС Канады. С 1985 г. служил в различных авиационных частях. Освоил более 70 типов летательных аппаратов. В 1992 г. получил степень магистра наук по авиационным системам в Университете штата Теннесси (США). В 1992 г. зачислен в отряд астронавтов Канады и прошел подготовку в качестве специалиста полета NASA.

(Thomas G. Marshburn; 498-й астронавт мира, 320-й астронавт США) родился в 1960 г. в г. Статсвилль (штат Северная Каролина). В 1982 г. получил степень бакалавра наук (физика) в колледже, в 1984 г. – степень магистра наук (техническая физи-

ка) в Университете штата Вирджиния, в 1989 г. – степень доктора медицины в Университете Уэйк-Форест. С 1994 г. работал хирургом в клинике авиационной медицины в Космическом центре им. Л. Джонсона. Два года работал хирургом в России по программе МКС. В 2004 г. зачислен в отряд астронавтов NASA.

В программу полета МКС-34/35 включены 45 научных экспериментов, два выхода в открытый космос, ремонтно-профилактические работы, прием шести космических кораблей – “Прогресс М-18М и -19М”, “Союз ТМА-08М”, ATV-4 “Альберт Эйнштейн” (ESA) и “Дрэгон-3 и -4” (США). Тем не менее свободное время будет, и часть его космонавты намерены посвятить занятиям музыкой. К. Хадфилд собирается не только играть на гитаре, но и писать песни, Р.Ю. Романенко хочет освоить губную гармошку.

Работу на станции продолжил экипаж МКС-34/35 (см. стр. 4 обложки) – О.В. Новицкий, Е.И. Тарелкин, Р.Ю. Романенко (Россия), Т. Маршбёрн, К. Форд (США) и К. Хадфилд (Канада).

По материалам Роскосмоса, ЦУП-М и NASA. Подготовил С.А. Герасютин

“Вояджер-1” за пределами Солнечной системы

5 сентября 2012 г. минуло ровно 35 лет со дня запуска АМС “Вояджер-1” (Земля и Вселенная, 1978, № 2). Установлено, что уже в конце августа – начале сентября 2012 г. станция пересекла границу Солнечной системы – гелиопаузу. Это последняя граница гелиосферы, где заряженные солнечные частицы останавливаются, сталкиваясь с мощным звездным ветром (Земля и Вселенная, 2005, № 4). “Вояджер-1” стал первым искусственным объектом в межзвездном пространстве, добравшимся до границ Солнечной системы.

Ранее станция преподнесла ученым немало сюрпризов. Восемь лет назад были выявлены признаки прохождения “Вояджером-1” гелиопаузы. АМС несколько раз пересекла гелиопаузу из-за того, что эта плазменная оболочка постоянно сдвигается в пространстве. В 2008 г. были обнаружены сверхзвуковые ударные волны в слоях гелиосферы. Выяснилось, что структура гелиосферы асимметрична, в частности ее магнитные полюса значительно отличаются друг

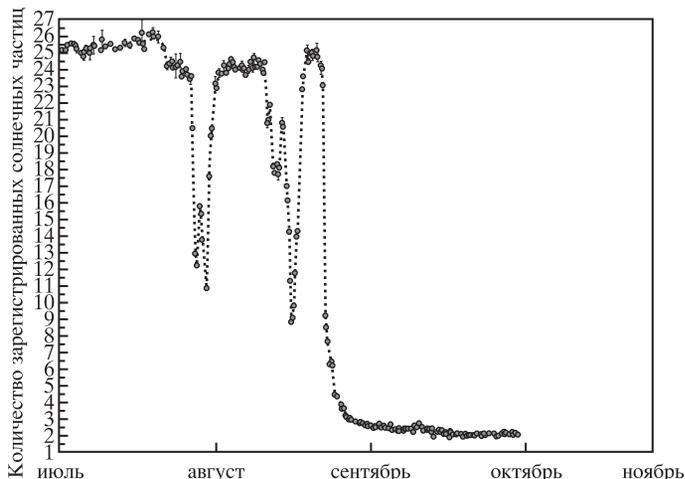


Диаграмма изменения числа частиц солнечного ветра, главным образом протонов, зарегистрированных с июля до начала октября 2012 г. АМС “Вояджер-1”. В конце августа частиц солнечного ветра стало очень мало. Это означает, что станция находится в межзвездном пространстве. NASA.



Схема гелиосферы Солнечной системы. Видно, как влияет головная ударная волна галактического звездного ветра на геометрию гелиосферы. Рисунок NASA.

от друга. По мнению ученых, это связано с силой и направлением магнитного поля, уплотняющего гелиосферу извне. К тому же скорость ее движения состав-

ляет не 94–95 тыс. км/ч, как считалось, а 83 тыс. км/ч, значит, давление на 25% меньше, чем ожидалось. Одним словом, гелиосфера движется слишком мед-

ленно, и в ней не создается давление, достаточное, чтобы породить фронт ударной волны.

С марта 2011 г. с помощью детекторов “Вояджер-1” исследовались параметры солнечного ветра. При достижении гелиопаузы датчики зарегистрировали изменение в направлении и интенсивности потоков плазмы. В мае–июле 2012 г. АМС “Вояджер-1”, находящаяся на расстоянии более 122 а.е. от Земли (18,5 млрд км), зафиксировала беспрецедентный всплеск активности аномальных космических заряженных частиц с энергиями более 0,5 МэВ, рождающихся в области гелиосферного ударного слоя. В конце августа частицы солнечного ветра почти не

регистрировались. В то же время начал расти поток галактических частиц (с энергиями около 70 ГэВ), приходящих из межзвездного пространства. Совпадение этих двух событий может указывать на то, что “Вояджер-1” действительно пересек гелиопаузу и покинул Солнечную систему. Это еще необходимо подтвердить измерениями магнитного поля. Если магнитное поле Солнечной системы сменилось межзвездным, можно с уверенностью говорить о

Напомним, что гелиосфера – область, заполненная солнечным ветром, – находится на расстоянии около 16 млрд км от Солн-

ца. На этом расстоянии поток заряженных частиц солнечного ветра и магнитное поле Солнца ослабевают настолько, что больше не могут противостоять давлению межзвездного вещества, в котором отдельные атомы и мелкие частицы пыли путешествуют со скоростью около 30 км/с относительно Солнца. На границе устанавливается равновесие: заряженные частицы межзвездного газа уже не проникают в гигантский газовый пузырь, внутри которого находится Солнечная система.

“Вояджер-1” сможет передавать информацию до 2025 г.

Пресс-релиз NASA,
12 сентября 2012 г.

Информация

Прыжок из стратосферы

14 октября 2012 г. австриец Феликс Баумгартнер совершил прыжок из стратосферы, достигнув скорости 1342 км/ч – в 1,24 раза выше скорости звука. Он стал первым человеком, преодолевшим звуковой барьер в свободном падении! Ф. Баумгартнер побил три мировых рекорда: самые высокие полеты на стратостате и прыжок с парашютом, самое быстрое свободное падение. Предыдущий рекорд высоты подъема (31 км) установил 50 лет назад лет-

чик-испытатель ВВС США Дж. Киттингер.

Разработкой проекта в течение трех лет занималась компания Red Bull Stratos, подготовка к выполнению миссии продолжалась пять лет. Ф. Баумгартнер пользовался консультациями 85-летнего полковника в отставке Дж. Киттингера. Для установления рекорда созданы высотный аэростат с герметической гондолой и специальный скафандр. Герметичную гондолу стратостата строили в частных мастерских Sage Cheshire Aerospace в Ланкастере (штат Калифорния). Гондола в форме сферы массой 1100 кг сделана из стекловолокна и защищена решеткой из хромомолибденовой стали, внутри ее все устроено, как в настоящем косми-



Подъем стратостата с площадки в пустыне штата Нью-Мексико (США). 14 октября 2012 г. Фото Информативного агентства Рейтерс.



Ф. Баумгартнер выпрыгивает из капсулы стратостата на высоте 39 км над Землей. 14 октября 2012 г. Фото Информ-агентства Рейтерс.

ческом корабле: приборная доска и оборудование, ручное управление для многочисленных систем жизнеобеспечения.

Аэростат с испытателем был запущен с калифорнийской базы в Перрисе. Наблюдать старт собрались члены компании Red Bull Stratos, опытные специалисты в области аэрокосмической техники, авиационной медицины, электроники и скайдайвинга. Стратостат объемом 810 тыс. м³ поднялся со скоростью около 300 м/мин, пока не достиг высоты 39 045 м, где он раздулся до диаметра 120 м. После подъема Ф. Баумгартнер совершил исторический прыжок и успешно приземлился на парашюте в пустыне штата Нью-Мексико. Свободное падение продолжалось 4 мин 20 с, общая продолжительность полета – 9 мин 03 с. В какой-то момент при свободном падении Ф. Баумгартнер начал быстро вращаться, однако

сумел овладеть ситуацией и через несколько секунд раскрыл свой парашют. Миллионы людей по всему миру следили в прямом эфире за его прыжком по телевиде-

нию и Интернету. Результаты прыжка позволят лучше понять, каким образом тело человека справляется с экстремальными условиями стратосферы.

В свои 43 года Ф. Баумгартнер, профессиональный скайдайвер и бейс-джампер, успел установить множество мировых рекордов. В 1999 г. он совершил прыжок с парашютом с башни Петронас в Куала-Лумпуре (Малайзия), в 2003 г. стал первым человеком, перелетевшим через Ла-Манш с помощью углепластикового крыла, в 2007 г. прыгнул с 90-го этажа (390 м) самого высокого здания в мире в Тайбэе (Тайвань).

По материалам Информ-агентств,
15 октября 2012 г.



Ф. Баумгартнер после успешного приземления. 14 октября 2012 г. Фото Информ-агентства Рейтерс.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336 (индекс издания)								
	на газету на журнал		Количество комплектов								
Земля и Вселенная (наименование издания)		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)							
ПВ		место		литер		на газету на журнал					
		Земля и Вселенная (наименование издания)									
Стоимость	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)									

Информация

Северная Корея – десятая космическая держава

12 декабря 2012 г. с северо-корейского космодрома Сохэ осуществлен старт РН “Ынха-3” (Млечный Путь) с искусственным спутником Земли “Кванмёнсон-3” (яркая звезда). Через 9,5 мин космический аппарат отделился от последней ступени носителя и вышел на околоземную орбиту высотой 499,7×584,18 км, наклоне-

нием 97,4° периодом обращения 95,5 мин. КНДР стала десятым членом “Большого космического клуба”, присоединившись к космическим державам – СССР/России, США, Франции, Японии, Китаю, Великобритании, Индии, Израилю и Ирану. Удачный старт ракеты – одиннадцатая попытка КНДР запустить свой спутник.

Запуск вызвал резкое осуждение со стороны Японии и Южной Кореи. Совет Безопасности ООН осудил произведенный КНДР запуск ракеты-носителя со спутником на борту, отме-

тив, что этим шагом Пхеньян поставил под угрозу стабильность в регионе.

КНДР настаивает на мирном характере своей космической программы и намерена ее развивать. Эксперты международного сообщества опасаются, что ракеты могут быть использованы в военных целях. Северная Корея потратила около 1,3 млрд долларов на строительство стартовой площадки и запуски ракет 12 апреля и 12 декабря 2012 г.

По материалам Информ-агентств,
12 декабря 2012 г.

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(I полугодие 2013 г.) во всех отделениях связи.
Подписаться можно и по Интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте Почта России.
Подписной индекс – 70336.*

Г.В. Матросова
С.А. Герасютин

О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
О.Н. Фролова

Н.Н. Токарева
Г.В. Печникова
О.Н. Никитина

Сдано в набор 28.12.2012. Подписано в печать 14.03.2013. Формат бумаги 70 × 100^{1/16}₁₆
Офсетная печать. Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отг. 3,0 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 350 Зак. 983

Учредители: Российская академия наук, Президиум
Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”
117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119049, Москва, Мароковский пер., 26
Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66
E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ “Наука” РАН
Отпечатано в ППП “Типография “Наука”,
121099 Москва, Шубинский пер., 6



