

ISSN 0044-3948

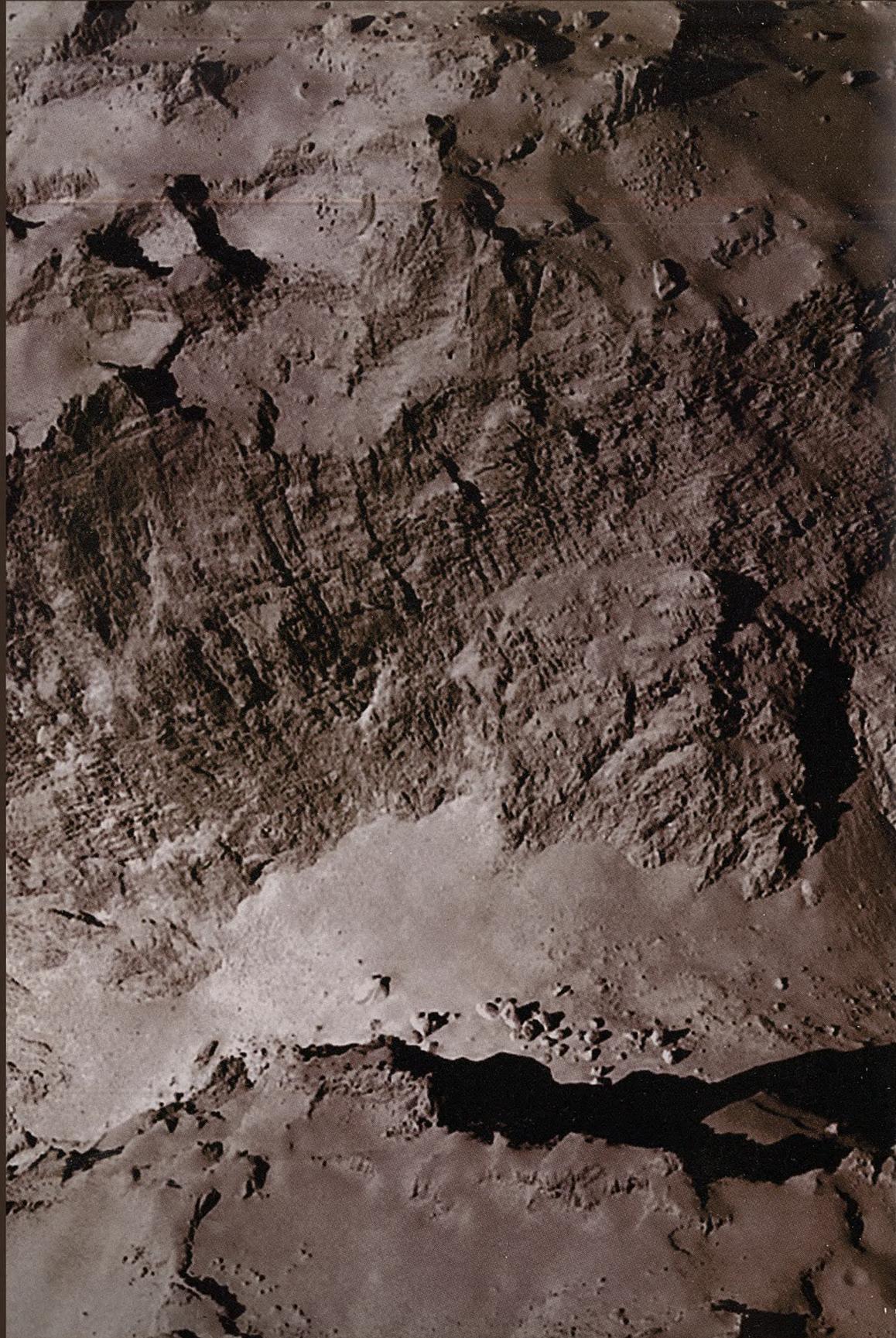
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ЯНВАРЬ-ФЕВРАЛЬ 1/2015



50 ЛЕТ
ЖУРНАЛУ



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

1/2015



Новости науки и другая информация: Солнце в августе – сентябре 2014 г. [30]; Завершение работы “Чибиса-М” [33]; Запуск японского метеоспутника [53]; Экзопланеты, где возможна жизнь [75]; Большое Красное Пятно на Юпитере уменьшается [86]; “Гершель”: изучение транснептуновых объектов [86]; Космический проект “Гамма-400” [107]; 40-я основная экспедиция на МКС [108].

Новые книги: Кратко о Луне и ее исследовании (А.И. Первушин. Битва за Луну. Правда и ложь о лунной гонке) [110].

В номере:

3 ПОЗДРАВЛЕНИЯ ЖУРНАЛУ

12 ЗАСОВА Л.В. Венера: научные проблемы, перспективы исследований

ИЗ НОВОСТЕЙ ЗАРУБЕЖНОЙ КОСМОНАВТИКИ

34 ГЕРАСЮТИН С.А. Полеты автоматических межпланетных станций

ПЛАНЕТАРИИ

54 РУБЛЁВА Ф.Б. 85 лет мы зажигаем звезды

ЛЮДИ НАУКИ

67 ДОКУЧАЕВА О.Д., ЕРЕМЕЕВА А.И., ПОНОМАРЁВА Г.А. Джордж Ричи (к 150-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

77 ПЕРОВ С.П. 40-я Ассамблея КОСПАР в Москве

ИСТОРИЯ НАУКИ

87 ГИНДИЛИС Л.М. Как произошла жизнь на Земле

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

100 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: март – апрель 2015 г.



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2015

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 Editor V.K. Abalakin; Deputy Editor V.M. Kotlyakov; Deputy Editor S.P. Perov

На стр. 1 обложки: Снимок из космоса Мароновского переулка, где в доме № 26 расположена редакция "Земли и Вселенной".

На стр. 2 обложки: Рельеф поверхности ядра кометы 67P Чурюмова – Герасименко. Изображение получено 15 августа 2014 г. с помощью камеры OSIRIS AMC "Розетта" (разрешение – 2 м). Фото ESA (к статье С.А. Герасютина).

На стр. 3 обложки: Вверху – Большое Красное Пятно на Юпитере. Снимки в видимом и ИК-диапазоне, полученные в 1995 г., 2009 г. и 2014 г. КТХ (справа). Фото JPL/NASA (к стр. 86). Внизу – Транснептуновые объекты (представлены в одном масштабе), исследованные за 4 года космической обсерваторией "Гершель". В левом ряду – наиболее крупные карликовые планеты Эрида, Плутон (и его спутник Харон), Макемаке и Хаумеа. Рисунок ESA (к стр. 86).

На стр. 4 обложки: Туманность Пещера (Cave Nebula) Sharpless 2-155/Caldwell – 9, отражательные туманности vdB-155 и GN 22.55.2, объекты Herbig-Haro 168 и 169 в созвездии Цфефея. Снимок сделал в 2014 г. астроном-любитель П.В. Каравацкий с помощью телескопа "Sky Watcher SKP 2501" 10" f/4 с карбоновой трубой и фокусером Feather Touch на монтировке NEQ-6 W Pro с ремненным приводом. Корректор комы – TeleVue Paracorr Type II, фотокамера – QHY8L, экспозиция – 5 ч.

In this issue:

- 3 CONGRATULATIONS TO THE JOURNAL
- 12 ZASOVA L.V. Venus: Science Problems, Research Prospects

NEWS OF FOREIGN ASTRONAUTICS

- 34 GERASYUTIN S.A. Flights of Automatic Interplanetary Stations

PLANETARIA

- 54 RUBLYOVA F.B. We're lighting up Stars for 85 Years

PEOPLE OF SCIENCE

- 67 DOKUCHAEVA O.D., EREMEYEVA A.I., PONOMAREVA G.A. George Ritchey (to the 150th Anniversary of Birth)

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 77 PEROV S.P. 40th COSPAR Assembly in Moscow

HISTORY OF SCIENCE

- 87 GINDILIS L.M. How Life has originated on Earth

AMATEUR ASTRONOMY

- 100 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: March – April 2015

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук С.П. ПЕРОВ

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 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



Дорогие друзья!

Как всегда, “незаметно” пришел очередной, теперь уже юбилейный – пятидесятый год существования нашего замечательного научно-популярного журнала “Земля и Вселенная”, несущего свет просвещения во многих областях наук о Небе и Земле любознательным людям, читающим на русском языке. Прошло много десятилетий, прежде чем благодаря титаническим усилиям выдающихся ученых, таких как профессор астрономии Дмитрий Яковлевич Мартынов, удалось убедить советских чиновников в насущной необходимости издания отечественного научно-популярного журнала.

После организации редакции “Земли и Вселенной” как журнала Президиума Российской академии наук 18 сентября 1964 г. наше периодическое издание в течение полувека сообщает в статьях, написанных известными учеными, о последних достижениях в астрофизике и геофизике, астродинамике и космонавтике, науках о Земле в России и мире, которые существенно изменили картину мироздания.

Потребность в нашем журнале значительно увеличилась в последнее десятилетие в связи с тем, что после исключения курса астрономии из программы российской общеобразовательной школы он стал эффективным учебным пособием и для учителей, и для учеников.

Стремление заработать и на народном просвещении, охватившее не в меру “предприимчивых” издателей научных монографий и журналов, в том числе и “аффилированных” с Российской академией наук, к сожалению, привело к резкому повышению стоимости журнала и исчезновению его из открытой продажи, к катастрофическому для читателей сокращению тиража.

Все это является отражением общей деградации духовной жизни российского общества, наступившей в последнее время, проявления которой ощущаются и в провалах российских космических экспериментов, и в появлении позорных для всякого просвещенного государства псевдонаучных астрологических прогнозов в официальной российской периодической печати и передачах радио и телевидения.

Остается надеяться на то, что руководство Наукой в царящем ныне безвременьи обратит свое внимание и на один из журналов Президиума РАН и создаст приемлемые условия для работы его редакции.

Мой плач Иеремии ни в коем случае не затмевает чувств сердечной благодарности всем нашим читателям, не оставлявшим нас все эти годы. Я искренне признателен нашим самоотверженным, бескорыстным авторам, которые присылали свои прекрасные по форме и содержанию статьи, продолжая питать и поддерживать интерес широких кругов российского общества к возвышенному, к прекрасному, каким является звездное небо над нами. Считаю своим приятным долгом выразить горячую благодарность членам Редакционной коллегии, которые своим авторитетным выбором тем и статей, благожелательным отношением и вниманием содействовали неуклонному повышению научного уровня материалов, публикуемых в нашем журнале. Благодарю от имени сотрудников редакции журнала “Земля и Вселенная” тех служащих Российской академии наук и Академического издательского центра “Наука”, кто активно способствовал поддержанию плодотворной жизни журнала все эти пять десятилетий.

Здесь уместно воздать должное памяти всех тех, кого уже нет с нами. И в первую очередь, конечно, мы вспоминаем Ефрема Павловича Левитана, стоявшего у истоков журнала и отдавшего ему 47 лет своей творческой жизни.

Floreat et crescat “La Terra et Universum”! Пусть живет, пусть процветает “Земля и Вселенная”!

*Главный редактор журнала “Земля и Вселенная”,
член-корреспондент РАН В.К. Абалакин*



Пятьдесят лет назад, на заре космической эры в советской научной жизни возник новый журнал “Земля и Вселенная”. Ему суждена была долгая, полезная и важная жизнь в российской научной среде. Все эти годы журнал знакомил общественность страны с нескончаемым потоком новых успехов и достижений в науках о Земле и Вселенной. Журнал был свидетелем и участником многих событий, происходивших в эти годы в освоении космоса и изучении Земли, прежде всего в нашей стране, внесшей решающий вклад в космические исследования на заре их становления. И сейчас журнал продолжает свою важную миссию – познавательную, просветительскую и организационную. Журнал постоянно рассказывает о новых достижениях в области космических и земных исследований, организует взаимодействие

ученых в изучении космоса и нашего дома – Земли, повествует о тех “далях” на Земле и в космосе, к постижению которых стремится наука. Журнал способствует участию российских ученых в важных международных проектах, живо и интересно рассказывает о современных проблемах изучения Земли и космоса, служит объединяющим мостом для специалистов в области географии, астрономии и космических исследований.

Я уверен, что журналу “Земля и Вселенная” суждена долгая и счастливая жизнь, и мы должны всячески способствовать этому. Желаю редакции журнала интересных материалов, а читателям – неослабевающего интереса в деле познания окружающего мира Земли и космоса.

*В.М. Котляков, академик,
заместитель академика-секретаря Отделения наук о Земле РАН,
директор Института географии РАН,
Почетный президент Русского географического общества*

Разделять ночь между красивой женщиной и прекрасным небом, днем же сопоставлять свои наблюдения и вычисления представляется мне счастьем на земле.

Из письма 27-летнего лейтенанта Бонапарта астроному Лаланду

Из всех наук астрономия есть та, которая была наиболее полезна разуму и торговле; вместе с тем она наиболее нуждается в дальних сношениях и в существовании научного общения.

Из письма Императора Наполеона Императору Александру I

Выпуск журнала, который Вы держите сейчас в руках, – юбилейный. Пятьдесят лет назад, в 1965 г., вышел первый номер журнала “Земля и Вселенная”, научно-популярного журнала Академии наук СССР.

Для меня как директора Института космических исследований РАН это особенно символично: в 1965 г. был создан и наш Институт, который занимается исследованиями Земли и Вселенной. На протяжении всего этого времени мы развивались и шли “рука об руку”, сотрудники ИКИ регулярно публиковали и сейчас публикуют в журнале статьи по последним результатам своих работ.

Вернемся на пятьдесят лет назад, к первому выпуску “Земли и Вселенной”. В обращении к читателю редакционная коллегия называла несколько задач, которые должно было решать новое издание. Их всего пять:

– *пропагандировать важнейшие научные достижения, показывая мировоззренческое значение наук о Земле и Космосе, а также их тесную связь с другими областями знания;*

– *вскрывать антинаучную сущность всякого рода сенсационных “гипотез” и “теорий” в области астрономии и геофизики, распространение которых дискредитирует советскую науку;*

– *оказывать помощь преподавателям и лекторам;*

– *содействовать широкому участию любителей в массовых наблюдениях и исследованиях, важных для астрономии, геофизики и геодезии;*

– *способствовать широкому развитию любительского телескопостроения”.*

Некоторые пункты этого списка сегодня кажутся на первый взгляд наивными и устаревшими, но, похоже, ни один из них не утратил актуальности. Более того, пятьдесят лет назад пропаганда астрономии и космической науки была не столь сложным делом, поскольку их достижения и так интересовали всех – лишь несколько лет минуло с момента запуска первого искусственного спутника Земли и полета в космос Ю.А. Гагарина. Но наши читатели по-прежнему интересуются новейшими результатами космических исследований, благодаря которым мы все лучше постигаем “наше место” во Вселенной – во всех смыслах этого выражения. А задача опровержения псевдонаучных концепций сего-



дня стала едва ли не более важной, чем пятьдесят лет назад, доказательства чему нам ежедневно предлагает массовое телевидение.

Три следующих пункта из этого списка посвящены преподавателям и любителям. Астрономии сегодня уже нет в школьной программе, но именно поэтому мы должны делать все возможное, чтобы новое поколение все же получало астрономические знания. Научно-популярный журнал, где публикуются статьи непосредственных участников космических экспериментов, – один из способов донести современную науку до общества.

Дело привлечения любителей к серьезным исследованиям в 1965 г. было действительно важной задачей. Всего восемь лет прошло с запуска первого искусственного спутника Земли, и наблюдения космических аппаратов с помощью наземных средств оставались важнейшим источником данных о плотности атмосферы. Кстати, и первый выпуск журнала открывала посвященная этим исследованиям статья Аллы Генриховны Масевич, одной из создателей сети наблюдения за ИСЗ.

Но и сегодня, когда, казалось бы, наша наука стала настолько сложна, что любителям в ней делать нечего, популярность приобретают так называемые распределенные вычисления, в которых может принять участие любой человек, имеющий компьютер с доступом в Интернет. Множество этих компьютеров становятся своего рода “суперкомпьютером”, который может довольно быстро провести объемные вычисления. Подобные проекты есть и в исследованиях космоса. Еще более интересно, что многие любители участвуют в проектах, где требуется “вручную” проанализировать множество изображений, сделанных аппаратами. Таков, например, астрономический проект Galaxy Zoo, в котором любители классифицируют галактики.

Что же касается любительского телескопостроения, то страсть к наблюдениям ночного неба, видимо, присуща человеку по его природе и сегодня их не меньше, чем пятьдесят лет назад. И журнал продолжает, в меру возможности, помогать всем, кому интересно смотреть вверх.

Но появились ли сегодня, на новом этапе космических исследований и технологий, новые задачи для журнала? Возможно, сегодня, когда все более популярным становится сетевое общение, такой задачей может стать объединение русскоязычных любителей астрономии и космоса в виртуальном пространстве.

Пятьдесят лет для временных масштабов Вселенной и даже Земли – практически ничто, однако для журнала это длинный путь. На протяжении полувека журнал следил за тем, что происходит в области космических исследований во всем мире. Читатели журнала были свидетелями путешествий луноходов, полета “Викингов” и “Вояджеров”, штурма Венеры, пролета вблизи ядра кометы Галлея.

Более того, за прошедшие пятьдесят лет стало понятно, что создатели журнала удивительно угадали его название. В 1965 г. слова “Земля” и “Вселенная” были соединены в названии в большой степени механически, так как все многообразие связей Земли с окружающим ее пространством еще не было исследовано. Но сейчас мы знаем, что наша планета не изолирована: она погружена в поток солнечного ветра, который, в свою очередь, представляет собой своего рода “пузырь” в окружающем его межзвездном веществе в относительно разреженном пространстве между рукавами Галактики. Климат Земли зависит от Солнца и от космических лучей; стабильность оси нашей планеты связана с Луной, что, в конечном счете, сделало возможным жизнь на Земле. Сегодня мы уже изучаем не просто космические объекты, но их системы и влияние их друг на друга, поэтому название журнала “Земля и Вселенная” приобрело особый смысл.

Самое прекрасное же состоит в том, что этот путь еще далек от завершения. Впереди – исследования дальних областей Солнечной системы, доставка грунта с Марса и попытки подлететь к Солнцу все ближе и ближе. А значит, у журнала будут новые интересные темы для статей и, надеемся, новые авторы и читатели.

Очень жаль, что пятидесятилетие издания не может встретить Ефрем Павлович Левитан – один из основателей журнала и бессменный руководитель редакционного коллектива до 2012 г. То, что сегодня вы держите в руках юбилейный выпуск, – его заслуга и подвиг, если вспомнить, в какое время приходилось издавать журнал всего два десятилетия назад. К сожалению, и сегодня последствия этого времени хорошо ощущаются, когда попадаешь в редакцию журнала в тихом Мароновском переулке недалеко от улицы со старомосковским названием Большая Якиманка.

Несмотря на трудности, журналу удалось не только выстоять, но и сохранить свою нишу и своего читателя. Сегодня это довольно сложно: и потому, что космос стал привычнее, и потому, что появилось много других научно-популярных журналов, в том числе и “глянцевых”, которые пишут об исследованиях Вселенной. Тем не менее “Земля и Вселенная” стоит особняком в этом ряду: здесь публикуются в основном русскоязычные авторы, активные непосредственные участники тех проектов и исследований, о которых они пишут. Будем надеяться, что, какими бы ни оказались будущие пятьдесят лет, журнал будет неизменно выполнять свои задачи и в 2065 г.

Взгляните, пожалуйста, снова на эпиграфы в начале моей заметки, сравните слова юного романтического лейтенанта со словами зрелого умудренного опытом побед и поражений Императора, пронесшего уважение и интерес к науке через всю свою насыщенную событиями жизнь... Не случайно именно такие лейтенанты становятся Императорами и президентами. Как говорил А.И. Солженицын – хороший урок Вождям.

*Л.М. Зелёный,
академик
директор Института космических исследований РАН*

Мне особенно приятно поздравить наш журнал “Земля и Вселенная” с 50-летием, поскольку одним из создателей этого журнала был мой учитель, профессор Д.Я. Мартынов, который много сделал для придания журналу высокого научно-популяризаторского уровня. Важно то, что журнал сохранил этот высокий уровень, несмотря на трудности переходного периода в нашей стране в 1990-х годах. Заслуга в этом принадлежит коллективу редакции журнала и его научной редколлегии.

Следует отметить самоотверженную работу коллектива редакции журнала, благодаря которой журнал “Земля и Вселенная” освещает на своих страницах наиболее современные и актуальные проблемы и достижения науки на самом высоком уровне.

Хочу также вспомнить незабвенного Ефрема Павловича Левитана, чья многолетняя активная деятельность на посту заместителя главного редактора журнала способствовала сохранению его высокого научно-популяризаторского уровня.

Желаю редакции журнала новых творческих успехов в благородном деле популяризации научных знаний.

*А.М. Черпацук,
академик
директор ГАИШ МГУ*



Дорогие коллеги!

Сотрудники Института астрономии РАН поздравляют с замечательным юбилеем редакцию журнала, который уже полвека выполняет ответственнейшую миссию – рассказывает своим читателям о нашем космическом доме и мире, который его окружает. Аудитория журнала на протяжении всего его существования охватывала академиков и школьников, профессиональных ученых и любителей астрономии. На страницах “Земли и Вселенной” находилось и находится место научным статьям, заметкам о жизни ученых, размышлениям об астрономическом образовании, воспоминаниям, новостям науки и астрономическому календарю. С самого первого номера, в числе авторов которого была А.Г. Масевич, сотрудники Астросовета АН СССР, в дальнейшем Института астрономии АН СССР и Института астрономии РАН, всегда входили в число самых внимательных читателей и статейных авторов журнала. Мы глубоко благодарны редакции за предоставляемую возможность поделиться научным знанием и рассказать о важных событиях научной жизни. Уверены, что редакция журнала “Земля и Вселенная” и в будущем продолжит радовать своих читателей интересными материалами, и надеемся на дальнейшее плодотворное сотрудничество в деле пропаганды науки, которое в канун 50-летия журнала становится все более актуальным.

*С огромным уважением,
сотрудники Института астрономии РАН*

Дорогие коллеги!

Искренне поздравляю редакцию журнала “Земля и Вселенная” с 50-летием. Этот юбилей – замечательное событие для редакции, авторов статей и читателей – специалистов и любителей, интересующихся вопросами астрономии, космонавтики и наук о Земле. Так получилось, что я вхожу в редколлегию журнала и сотрудничаю с ним как автор в течение 50 лет и по статьям журнала слежу за бурным развитием астрономии и космонавтики. С первых номеров и до настоящего времени журнал держит высокий научный уровень, оперативно освещает открытия в астрофизике, доходчиво доносит до читателей информацию о последних достижениях науки и техники, пропагандирует отечественную науку. Открывая любой текущий номер, я всегда нахожу интересную для себя статью или информацию. Очень надеюсь, что журнал и в дальнейшем будет радовать читателей интересными и увлекательными статьями на актуальные темы современной науки.

*Ю.А. Рябов,
доктор физико-математических наук
член редколлегии журнала “Земля и Вселенная”*

Коллективу журнала «Земля и Вселенная»

Уважаемые коллеги!



От имени редакционной коллегии и от себя лично поздравляю коллектив журнала “Земля и Вселенная” с полувековым юбилеем. В феврале 1965 г. вышел в свет первый номер вашего замечательного издания. С тех пор ваш журнал является пропагандистом достижений отечественной и мировой науки в области астрономии, космонавтики и наук о Земле. Для решения этих задач издание постоянно публикует статьи отечественных и зарубежных ученых по проблемам астрономии, космонавтики, геофизики и геодезии. Особо отмечу тот отрадный факт, что вы много внимания уделяете достижениям и экспериментам в исследовании космического пространства. Практическая космонавтика активно развивается: от первых искусствен-

ных спутников Земли и пилотируемых космических кораблей к длительно функционирующим орбитальным комплексам, автоматическим межпланетным станциям, орбитальным обсерваториям, искусственным спутникам. Без этого невозможно представить современную метеорологию, геологию, географию, гляциологию, навигацию и связь.

Свою первую статью – “Наблюдения Земли из космоса” – я опубликовал в 1993 г. в журнале “Земля и Вселенная” и с тех пор являюсь не только постоянным читателем, но и автором издания.

В последнее время астрономическая общественность, педагоги озабочены ситуацией, в которой оказалась школьная астрономия. Молодое поколение имеет узкий кругозор по элементарным вопросам космического пространства, результатам и перспективам развития космических исследований. На мой взгляд, очень информативными и важными являются проблемные статьи и статьи рубрик: “Космонавтика XXI века”, “Люди науки”, “Международная космическая станция”, “Из новостей зарубежной космонавтики”, “История науки”, “Гипотезы, дискуссии, предложения”, “Астрономическое образование”, “Любительская астрономия”.

Ваши публикации помогают ликвидировать “белые пятна” в базовом школьном образовании. Желаю вашему сплоченному и творческому коллективу и дальше продолжать эту полезную работу.

*В.П. Савиних,
член-корреспондент РАН,
дважды Герой Советского Союза,
летчик-космонавт СССР,
Президент МИИГ АиК,*

Главный редактор журнала “Российский космос”



РН 68704, стр. 2 из 2
№ 11.10.14

**Приветствие членов экипажа МКС редколлегии и редакции
журнала «Земля и Вселенная» по случаю его 50-летнего
юбилея:**

Пролетая над известным всем ученым Мароновским переуком, где в
доме 26 помещаются редакции академических журналов, приветствуем и
поздравляем редакционно и редакционно-популярного журнала
Президиума РАН «Земля и Вселенная» с 50-летним юбилеем и желаем ему
много-много лет процветания, дальнейших успехов в пропаганде
достижений отечественной и мировой космонавтики и космических наук

Члены экипажа 41/42 экспедиции на МКС

Максим Сураев

Елена Серова

Александр Самокутяев

Комета РН



Приветствие членов экипажа МКС редколлегии и редакции журнала «Земля и Вселенная» по случаю его 50-летнего юбилея

Пролетая над известным всем ученым Мароновским переуком, где в доме 26 помещаются редакции академических журналов, приветствуем и поздравляем редакционно и редакционно-популярного журнала Президиума РАН «Земля и Вселенная» с 50-летним юбилеем и желаем ему многих-многих лет процветания, дальнейших успехов в пропаганде достижений отечественной и мировой космонавтики и космических наук.

Члены экипажа 41/42 экспедиции на МКС
Максим Сураев, Елена Серова, Александр Самокутяев

Венера: научные проблемы, перспективы исследований

Л.В. ЗАСОВА,
доктор физико-математических наук
ИКИ РАН

К сожалению, проект “Вега” поставил последнюю точку в истории наших исследований Венеры. Думаю, что расставание с этой планетой было ошибкой: мы потеряли “экологическую нишу”, одну из немногих областей, где были впереди многие годы, и не только в исследованиях планет, а в фундаментальных космических исследованиях вообще.

В.И. Мороз. Воспоминания

В этой статье речь идет о Венере, которую раньше называли “русской планетой” за решающую роль советских ученых в ее исследованиях. Вернет ли она себе этот титул? Мы подробно расскажем, чем интересна Венера, по каким причинам ее атмосфера и условия на поверхности так не похожи на земные и почему ее изучение так важно для понимания эволюции земного климата. Будет рассказано, какие важнейшие научные задачи стоят перед исследователями в



настоящее время и как предполагается их решать. Читатель узнает и о готовящейся в России миссии “Венера-Д” для комплексного исследо-

вания атмосферы Венеры на различных высотах, поверхности этой планеты и плазмы вокруг нее. Предполагается, что в состав АМС “Венера-Д” войдут орбитальный и посадочный аппараты, субспутник и долгоживущая станция для работы на поверхности планеты. Впервые планируется использовать два орбитальных аппарата. Успешная работа АМС “Венера-Д” позволит получить уникальные научные результаты.

Близость Венеры к Земле, сходные размеры, плотность и количество энергии, получаемой от Солнца (Венера расположена ближе к Солнцу, но ее облака отражают 77% поступающей солнечной энергии), заслужили ей титул “близнеца Земли”. На Венере нет смены времен года и отсутствуют океаны, переносящие тепло и вращательный момент. Все это предполагает, что венерианская атмосфера устроена относительно просто. Тем не менее оказалось, что она представляет собой очень сложную динамическую систему.

До сих пор мы очень мало знаем о нашей соседке (Земля и Вселенная, 2012, № 3). Несомненно, основные особенности Венеры сейчас хорошо известны: высокая температура на поверхности (около + 470 °С), сернокислотные облака, на пять порядков меньшее содержание воды по сравнению с Землей, обилие сернистых соединений, отсутствие собственного магнитного поля и совершенно иная геологическая эволюция. Венера – это планета, на примере которой впервые была продемонстрирована важность парникового эффекта. Даже понятие “парниковый эффект” было впервые применено по отношению

к атмосфере планеты, именно Венеры, американским ученым А. Ингерсоллом в 1969 г. Особенность Венеры еще и в том, что скорость ветра там растет от 0,5–1 м/с вблизи поверхности до ураганной, десятки метров в секунду, на верхней границе облаков, причем везде – от экватора до высоких широт. В результате планета и ее атмосфера вращаются с разными скоростями: сама планета совершает оборот вокруг оси за 243 земных суток, а ее атмосфера (на уровне верхнего облачного слоя) вращается с периодом около четырех суток, то есть более чем в 60 раз быстрее! Эта особенность атмосферы получила название суперротации. Да и само направление осевого вращения Венеры и ее атмосферы, в отличие от других планет (кроме Урана), направлено в сторону, противоположную орбитальному вращению вокруг Солнца.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ

В 1960-х гг., вскоре после начала космической эры, Венера была открыта фактически заново. Стало известно, что по целому ряду характеристик Венера совсем не похожа на Землю. В отличие от нашей планеты на Венере наблюдаются:

– массивная углекислотная атмосфера, соз-

дающая мощный парниковый эффект, который делает поверхность горячее, чем дневная сторона более близкой к Солнцу планеты – Меркурия;

– отсутствие воды, которая могла бы растворить углекислый газ или способствовать его отложению, например, в панцирных живых организмах, как это, по видимому, произошло на Земле;

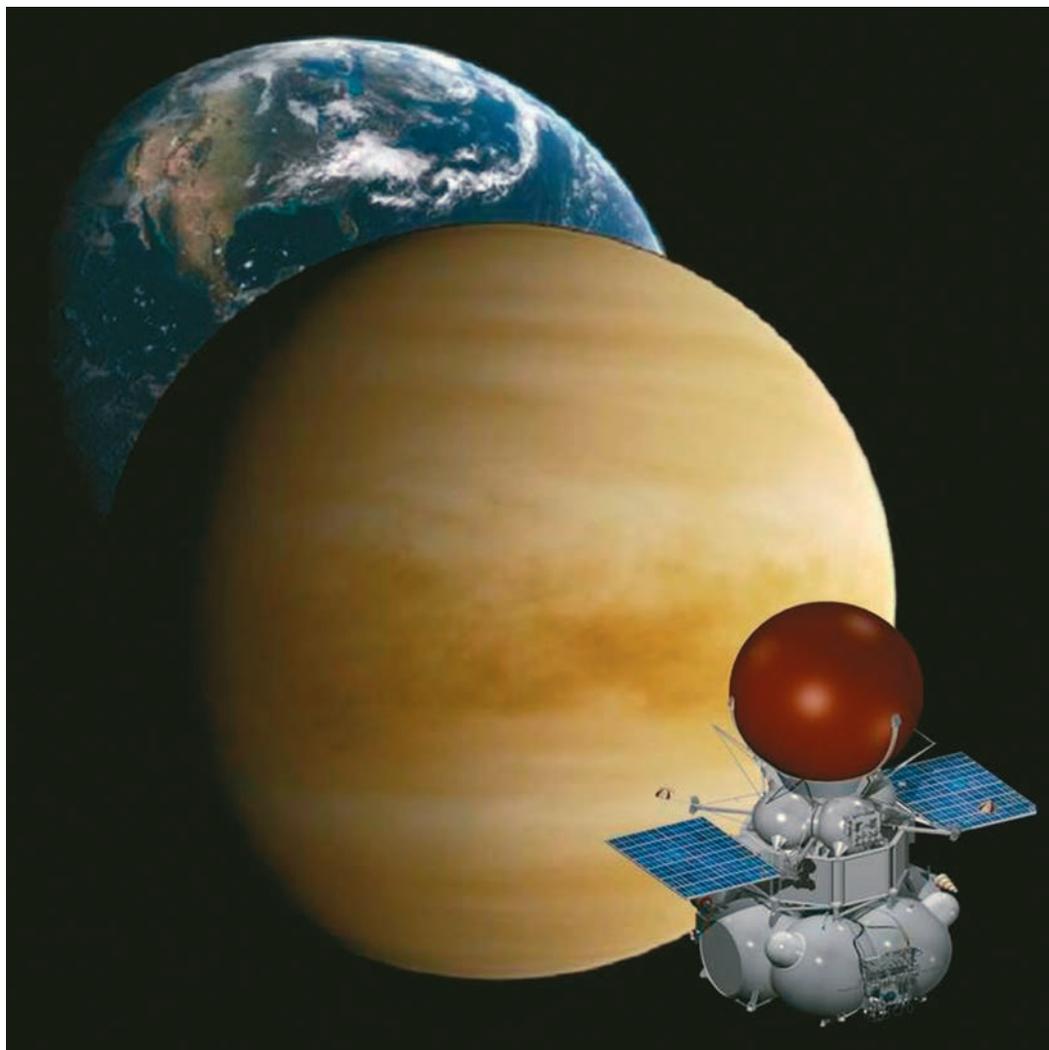
– мощная вулканическая активность, формирующая молодую поверхность и выбрасывающая большое количество сернистых соединений в атмосферу;

– отсутствие магнитного поля, которое могло бы препятствовать проникновению солнечного ветра в атмосферу и “сдуванию” атмосферных составляющих.

Все это делает исследование Венеры чрезвычайно интересным и важным для понимания того, почему ее эволюция пошла иным путем по сравнению с эволюцией нашей планеты, где есть и вода, и магнитный щит, охраняющий нас от потоков солнечного ветра, и, главное, есть многообразная жизнь.

Вопросы, на решение которых направлено изучение Венеры, можно разделить на три группы.

Как возникла и эволюционировала планета,



Венера в УФ-диапазоне. На переднем плане – макет АМС “Венера-Д”, на заднем плане – Земля. Коллаж.

и были ли условия на ранних этапах ее эволюции пригодными для возникновения жизни?

Для ответа на эту группу вопросов необходимо понять, как происходило формирование планеты, какие процессы впоследствии модифицировали атмосферу, приведя к

ее современному газовому и изотопному составу, значительно отличающемуся от земного. Существующее определенное сходство в строении атмосфер Земли и Венеры и не очень большое различие в содержании таких устойчивых молекул, как N_2 (в атмосфере Ве-

неры азота всего втрое больше), говорят о сходных условиях образования этих планет, а столь драматическое различие между ними связано с различием в их эволюционном пути. Остается открытым и вопрос о том, куда и вследствие каких процессов “ушла”



вода с планеты, почему сильно различается относительное содержание водорода и дейтерия в атмосферах Земли и Венеры, хотя эти изотопы вступают в совершенно одинаковые химические реакции, и почему в земной атмосфере во много раз меньше углекислого газа CO_2 . Масса CO_2 в атмосфере Венеры примерно соответствует его массе в карбонатах на Земле. Предполагается, что на Земле именно живые организмы перевели углерод из атмосферы в связанное состояние. Исследование поверхности Венеры и ее сравнение с поверхностью Земли поможет разобраться в том, какие факторы определяют свойства со-

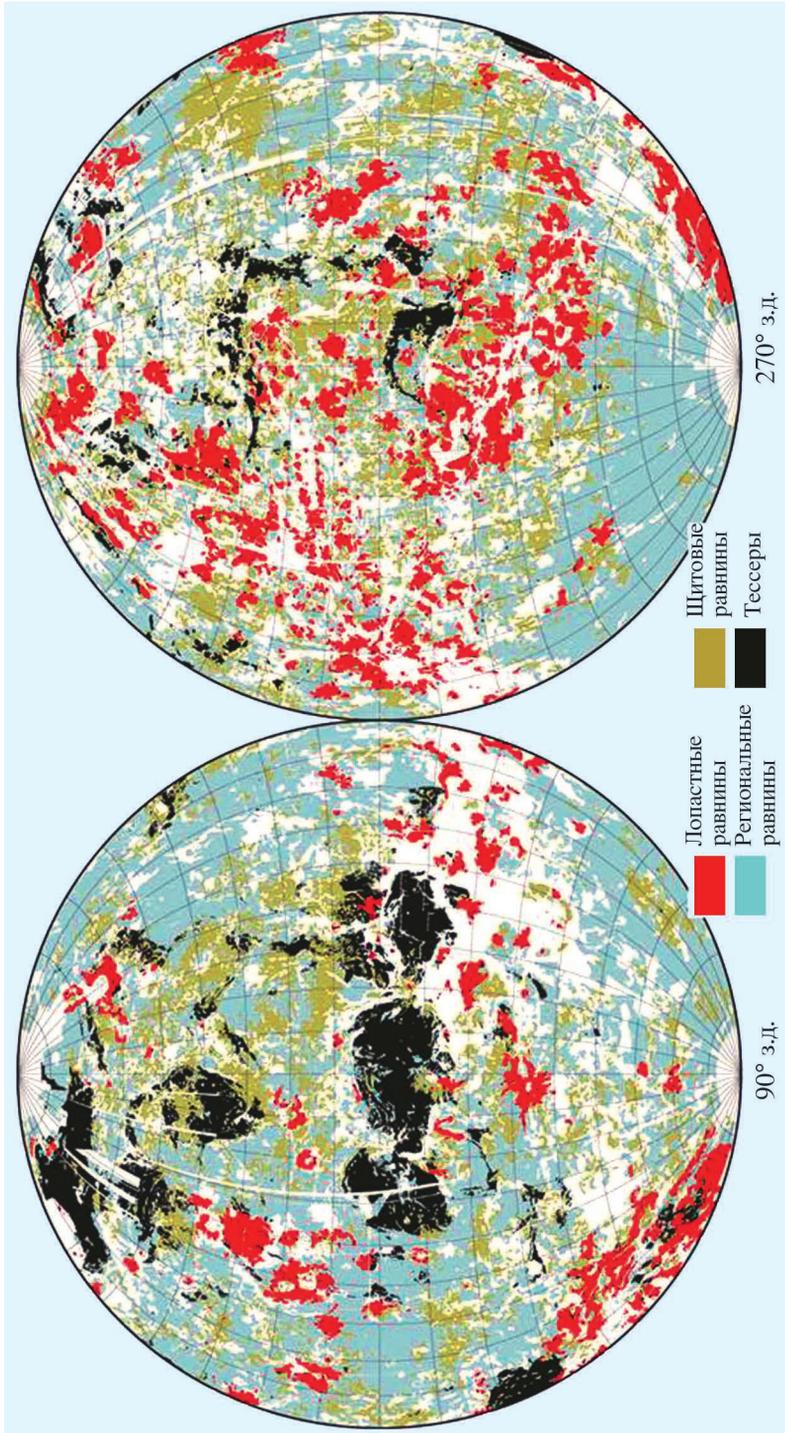
ставляющих ее пород, в частности уяснить роль вулканов и взаимодействия поверхности с газовой оболочкой планеты в эволюции планеты. Изучение плазменной оболочки Венеры, экзосферы, магнитосферы, ионосферы, взаимодействия атмосферы с солнечным ветром важно для того, чтобы понять, когда и как Венера потеряла магнитное поле и какую роль играл солнечный ветер в формировании ее климата.

Сходный состав Земли и Венеры (их средние плотности близки), говорит о том, что они образовались практически в одной области, из одного и того же вещества протопланетного диска, поэто-

Вероятное извержение вулкана на Венере в настоящее время. Рисунок ESA.

му содержали вначале одинаковое количество легких соединений (летучих). В процессе эволюции их относительное содержание очень сильно изменилось. Таким образом, состав атмосферы Венеры отражает историю ее происхождения и эволюции. Содержание инертных газов, особенно изотопные соотношения ксенона, криптона, неона, позволяют понять, откуда и как были принесены эти элементы.

Чтобы понять, как эволюционировал состав



Геологическая карта Венеры. Черным отмечены тессеры, занимающие около 8% поверхности Венеры. По данным М.А. Иванова, А.Т. Базилевского, ГЕОХИ РАН.

атмосферы, необходимо с высокой точностью измерить содержание и изотопные соотношения благородных газов, в частности таких элементов, как Xe, Kr, ^{40}Ar , ^{36}Ar , Ne, ^4He , ^3He . Оценка изотопных соотношений H/D, $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$, $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ и $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ поможет узнать, с какой скоростью и как планета теряла атмосферу и куда исчезли из нее пары воды. Измерение отношения радиогенных изотопов ^4He , ^{40}Ar и Xe, образовавшихся в результате радиоактивного распада, могло бы дать ключ к определению средней скорости внутренней дегазации и ее изменения с течением времени.

Изучение эволюции Венеры, как и других планет земной группы, важно и для понимания условий на экзопланетах. Если в Солнечной системе мы имеем две столь схожие по многим параметрам планеты, находящиеся на соседних орбитах, но сильно отличающиеся по составу атмосфер и условиям на поверхности, то можно ожидать, что и среди экзопланет мы встретим планеты, развитие которых эволюция направила по разным путям и сделала их непохожими друг на друга, несмотря на, казалось бы, одинаковые начальные условия.

Какие процессы сформировали и про-

должают формировать поверхность Венеры?

В поисках ответа надо разобраться в химии и минералогии планетной коры, в процессах, которые ее формировали и видоизменяли с течением времени, во внутреннем строении и динамике, классифицировать разновидности вулканизма и тектоники и их изменение со временем, исследовать текущие процессы взаимодействия поверхности с атмосферой.

Изучение Венеры привело к выводу, что около 80% ее поверхности подверглось реформированию в течение последнего 1 млрд лет в результате гигантских вулканических извержений. Это означает, что только тессеры (возвышенности размером сотни – тысячи километров с системами хребтов, образующих сложную мозаику, впервые обнаруженные ИСВ “Венера-15 и -16”) остались не залитыми лавой, могут рассказать нам о более древней поверхности, а может быть и о следах древнего океана. На поверхности следует идентифицировать составляющие элементы (включая водород) и минералы, в которые эти элементы входят, попытаться отождествить минералы типа гранитов, образовавшиеся, возможно, в присутствии воды.

Измерение содержания в венерианских облаках компонентов, таких как SO_2 , H_2O , OCS, CO, и сернокислотных аэрозолей (H_2SO_4) позволит разобраться, как происходит циклический химический обмен между атмосферой и поверхностью.

Что Венера может сказать нам о будущем земного климата?

Не окажется ли, что мы, совсем того не желая, нарушаем экологические балансы, чем понемногу делаем Землю похожей на Венеру?

Чтобы найти ответ, надо досконально изучить, как работает парниковый эффект на Венере, понять, была ли на поверхности Венеры когда-либо в далеком прошлом жидкая вода, как взаимодействует атмосфера с твердым телом планеты. Для этого необходимо:

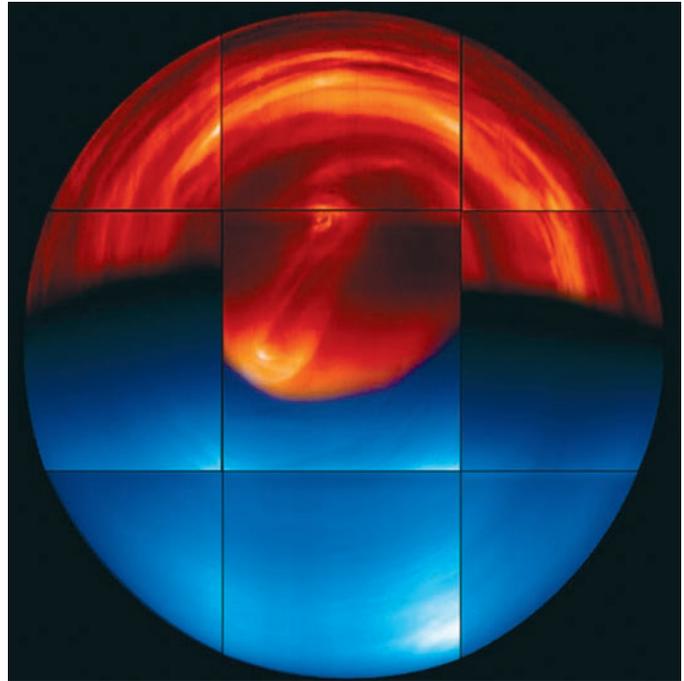
– разобраться в том, как происходит диссипация атмосферных составляющих;

– выяснить, какие процессы определяют динамику атмосферы, ее суперротацию, рождают атмосферные волны локального и планетарного масштаба;

– измерить глобальное количество солнечной энергии в атмосфере и ее радиационный баланс в зависимости от высоты, широты и долготы;

– уточнить содержание и высотные профили химически активных атмосферных парниковых газов, паров воды.

Помимо перечисленных выше глобальных вопросов, важная научная проблема связана также с исследованием химического состава и структуры облаков Венеры. Они простираются на высотах от 50 до 70 км (или от 30 до 90 км с учетом подоблачной и надоблачной дымки) над поверхностью, но, несмотря на малую плотность, играют огромную роль в динамике, парниковом эффекте, химии атмосферы. Основной компонент облачного слоя на всех широтах – серная кислота высокой концентрации. Капли серной кислоты, в составе которых 10–25% воды, вполне могут быть пригодными для существования микроорганизмов (аналогичных земной бактерии *Helicobacter Pylori*). В составе нижнего слоя облаков в результате прямых измерений были обнаружены хлор, сера и фосфор – элементы, необходимые для формирования клеток. Температура и давление в нижнем облачном слое не очень отличаются от условий на поверхности Земли. Поэтому гипотеза о существовании бактерий в области нижнего облачного слоя не кажется столь уж фантастической.



Мозаичное изображение Южного полушария Венеры. Вверху (красный цвет) – ночная сторона ($\lambda = 1,74$ мкм, высота – 50 км), внизу (голубой цвет) – дневная сторона (ультрафиолет, высота – 70 км), в центре – полярный “диполь” ($\lambda = 3,8$ мкм, высота – 60 км). Снимок получен ИСВ “Венера Экспресс”, ESA.

Детальное исследование химического состава облачного аэрозоля исключительно интересно еще и потому, что с ним связан неизвестный пока ультрафиолетовый поглотитель солнечной радиации, влияющий на тепловой баланс и глобальную циркуляцию атмосферы. К примеру, чтобы понять причину суперротации, требуется объяснить, как угловой момент передается от поверхности к атмосфере, и отождествить источник энергии для поддержания ее быстрого

вращения. По современным представлениям, энергию на поддержание суперротации атмосферы дают так называемые термические приливы (волновые изменения температуры в атмосфере в течение солнечных суток), рождаемые солнечным излучением. Термические приливы, в свою очередь, – результат поглощения половины всей поступающей солнечной энергии упомянутым выше “неизвестным УФ-поглотителем” в тонком верхнем облачном слое толщиной

менее 10 км. Этот поглотитель впервые был обнаружен в спектрах Венеры в 1975 г. Состав его до сих пор неизвестен.

ВЕНЕРА – “РУССКАЯ ПЛАНЕТА”

Начало научных наблюдений Венеры в телескоп было положено в 1610 г. Галилео Галилеем. Он описал фазы Венеры, наглядно показав, что она светит отраженным солнечным светом. Между тем исследование Венеры как планеты начал русский ученый М.В. Ломоносов (Земля и Вселенная, 2011, № 6). Он открыл атмосферу Венеры при наблюдении ее прохождения по диску Солнца: *“Планета Венера окружена знатной воздушной атмосферой, таковой (лишь бы не большею), какая обливается около нашего шара земного”*. Но до начала космических исследований о строении атмосферы Венеры и условиях на ее поверхности и деталях рельефа и даже о периоде ее осевого вращения не было известно ровным счетом ничего.

В СССР космические исследования Венеры начались в 1961 г., когда к Венере была направлена АМС “Венера-1”. Но с ней, так же как и с последующими “Венерой-2, -3”, связь была потеряна (хотя “Венера-3”, судя по ее траектории,

все же должна была достичь планеты). Первые три аппарата были изготовлены в ОКБ-1 под руководством академика С.П. Королёва. Все следующие полеты станций, от “Венеры-4” до “Веги-1, -2”, изготовленных в НПО им. С.А. Лавочкина под руководством Г.Н. Бабакина, оказались очень успешными.

В 1967 г. спускаемый аппарат АМС “Венера-4” впервые проник в атмосферу планеты и передал информацию о ее температуре и давлении на высоте 55–25 км (Земля и Вселенная, 1969, № 1). Спускаемый аппарат был снабжен тормозным и основным парашютами, площадь купола основного – 55 м², с их помощью он должен был погасить скорость падения. Поначалу было неясно, достигла ли “Венера-4” поверхности, но условно было принято административное решение: считать, что посадка все же произошла. В том же 1967 г., когда американская АМС “Маринер-5” провела радиопросвещение атмосферы Венеры, был получен профиль температуры и давления в атмосфере (40–90 км). Стало понятно, что “Венера-4” не могла достичь поверхности в рабочем состоянии: она была раздавлена, когда давление возросло до 25 атм. Тем не менее этот аппарат позволил сделать несколько очень важных

открытий: был выяснен состав атмосферы (90–95% – углекислый газ), обнаружена водородная корона Венеры и показано отсутствие собственного магнитного поля и радиационных поясов.

В 1969 г. были запущены АМС “Венера-5 и -6”. Войдя в атмосферу Венеры на ночной стороне планеты, аппараты передавали информацию до высоты 18 км, пока давление не стало для них слишком высоким. С помощью газовых анализаторов был уточнен состав атмосферы (97% CO₂, 2% N₂, O₂ < 1%, следы H₂O).

Первыми аппаратами, успешно севшими на поверхность Венеры, были “Венера-7” (1970), проработавшая на поверхности 27 мин, и “Венера-8” (1972) – 50 мин. На поверхности были измерены давление (90 ± 15 атм) и температура (475 ± 20 °С). Впервые удалось осуществить радиосвязь с Землей с поверхности другой планеты.

Спускаемый аппарат АМС “Венера-8”, в отличие от предыдущих, сел на освещенной стороне Венеры в 500 км от утреннего терминатора. Это было важно для подготовки к получению изображений поверхности на последующих станциях. Спускаемый аппарат был снабжен фотометром, предстояло измерить освещенность, чтобы понять, темно или



Панорамы поверхности Венеры, переданные спускаемыми аппаратами АМС "Венера-9 и -10".

светло на поверхности под непрозрачным облачным слоем толщиной более 20 км. Стало известно, что ранним утром освещенность составляет 350 ± 150 лк, а если экстраполировать к полудню, то получится 1000–3000 лк – как в сумерках на Земле, этого должно быть достаточно для получения изображения.

Все измерения на этих "Венерах" делались впервые в истории. В частности, была определена скорость ветра (по доплеровскому изменению частоты сигнала на разных высотах), оказавшаяся равной 50–60 м/с на высоте 50 км и 0–2 м/с

вблизи поверхности. На спускаемых аппаратах гамма-спектрометры впервые измерили минеральный состав грунта. С помощью бортового радиовысотомера измерены диэлектрическая проницаемость и плотность грунта (по оценкам мощности радиоволн, отраженных от поверхности).

АМС серии "Венера", запущенные в 1970–1980-е гг., можно отнести уже к следующему поколению аппаратов: они более тяжелые, с более емкой научной нагрузкой и в отличие от предыдущих миссий запускались РН "Протон-К". "Венера-9 и -10" содержали посадочные и орбитальные аппараты. Они впервые позволили заглянуть под облачный слой планеты, были получены первые в мире черно-белые панорамы поверхности (Земля и Вселенная,

1976, № 2). Спускаемые аппараты были оснащены комплексом научной аппаратуры, включая панорамный телефотометр для изучения оптических свойств и получения изображения поверхности в месте посадки. После спуска – сначала на парашюте, затем за счет тормозного аэродинамического щитка – спускаемые аппараты совершили мягкую посадку на освещенной Солнцем, но невидимой с Земли стороне Венеры. Освещенность оказалась достаточной для получения изображений, и прожекторы, которыми были оснащены обе "Венеры", не потребовались. Спускаемый аппарат АМС "Венера-9" сел на склон с уклоном 30° . Место его посадки в области Бета (Beta Regio) выглядело как россыпь довольно крупных камней. "Вене-



ра-10" опустилась на расстоянии 2200 км от этой области. В месте посадки были хорошо видны базальтовые плиты со следами выветривания. По содержанию естественных радиоактивных элементов – калия, тория и урана – состав грунта оказался аналогичным земным вулканическим базальтам. Измерения проводились и во время спуска: вертикальный профиль интенсивности солнечного излучения в атмосфере в нескольких спектральных диапазонах; свойства аэрозолей в атмосфере, при этом была выявлена резкая нижняя граница облачного слоя на высоте

около 48 км. Обнаружен рассеивающий слой, ниже уровня облаков, возможно, содержащий аэрозольные кристаллы. Орбитальные аппараты стали первыми в истории искусственными спутниками Венеры. Они содержали научные приборы, а также использовались для ретрансляции информации с посадочного аппарата на Землю. Обнаружены ночное свечение молекулярного кислорода в тепловом ИК-диапазоне в верхнем облачном слое, которая впоследствии была связана с солнечным приливом.

На "Венере-11 и -12" были впервые измерены

Так могут выглядеть молнии в атмосфере Венеры. Рисунок ESA.

содержания инертных газов: неона, аргона, криптона. Оказалось, что отношения изотопов неона и аргона существенно отличаются от земных значений, так что в случае аргона отношение изотопов $^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ для Венеры близко к 1, то есть превышает в 300 раз земное отношение. ^{36}Ar является реликтовым изотопом, тогда как ^{40}Ar образуется из ^{40}K в коре планеты в процессе радиоактивного распада и попадает в

атмосферу в результате дегазации. Другой важный эксперимент проводился с помощью спектрометра в ближнем ИК-диапазоне. Основной задачей здесь было определение вертикального профиля содержания водяного пара. Прямые измерения давали противоречивые результаты с очень высокими значениями концентрации – до 100 и даже до 1000 ppm H_2O под облаками. Спектральные измерения имели огромное значение, их интерпретация позволила убрать противоречия в содержании водяного пара под облаками: было получено 30 ± 10 ppm в подоблачной атмосфере и до поверхности. Это значение в дальнейшем под-

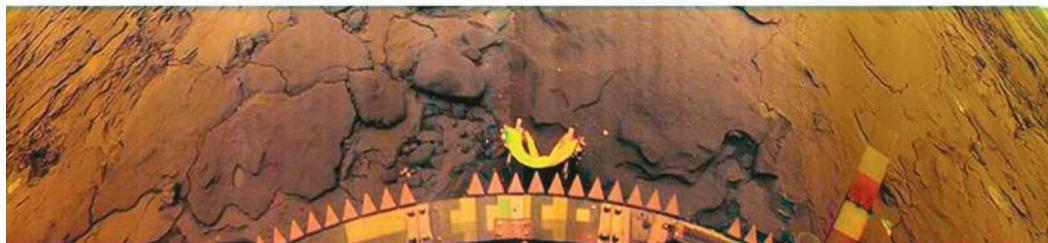
твердилось, в частности в ходе эксперимента ВИРТИС на АМС “Венера Экспресс”. Кроме того были впервые зарегистрированы электрические разряды в атмосфере, а также измерено содержание SO_2 и CO под облаками.

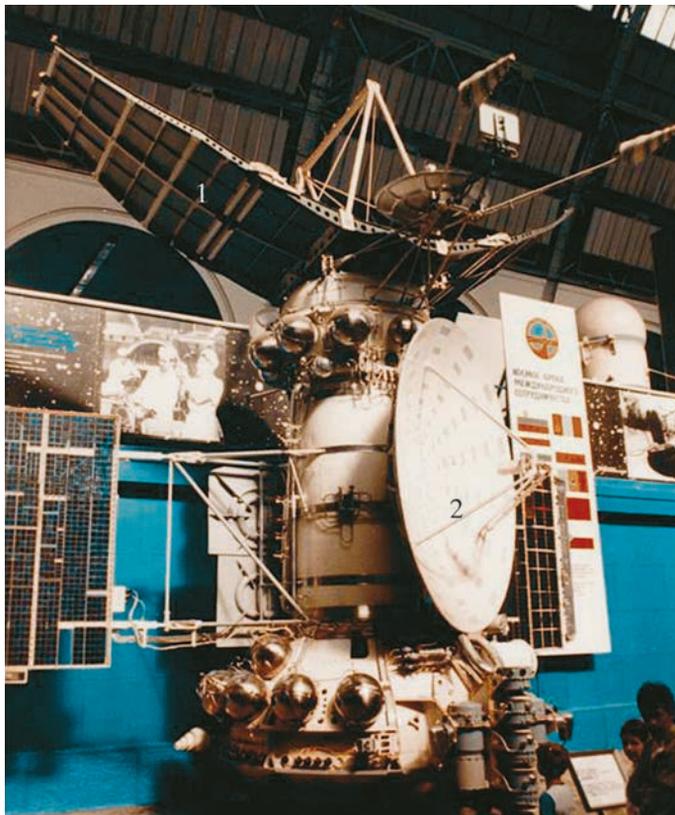
На спускаемых аппаратах АМС “Венера-13 и -14” панорамная съемка была уже цветной (Земля и Вселенная, 1983, №№ 3, 4). Она позволила наглядно продемонстрировать, что поверхность планеты – это горячая, обезвоженная и безжизненная каменистая пустыня, раскинувшаяся под мощным слоем плотной углекислотной атмосферы. Был произведен забор пробы грунта. С помощью рентгено-флуоресцентного спектрометра был измерен состав грунта, показано, что порода в месте посадки представляет собой аналог земных базальтов.

В 1983 г. на орбиты искусственных спутников Венеры выведены АМС “Венера-15 и -16”, основной задачей которых было радарное картирование поверхности. Получены карты Северного полушария планеты с разрешением по горизонтали 0,9-2,5 км, по вертикали – 50 м. На борту находился прибор для исследования атмосферы – фурье-спектрометр со спектральным интервалом 6–40 мкм. По его данным ученые построили 3D-поле температур в области 60–100 км, уточнили строение облачного слоя и рассчитали вертикальные профили плотности SO_2 и H_2O на разных широтах.

Последними космическими аппаратами, направленными в нашей стране к Венере, были станции “Вега-1 и -2”, “посетившие” Венеру в 1985 г. на пути к комете Гал-

Панорамы поверхности Венеры, переданные спускаемыми аппаратами АМС “Венера-13 и -14”.





Макет орбитального аппарата АМС “Венера-15” в павильоне “Космос” ВДНХ: 1 – радиолокатор бокового обзора, 2 – остронаправленная антенна для передачи информации на Землю.

настоящее время (Земля и Вселенная, 1984, № 1; 1985, № 3).

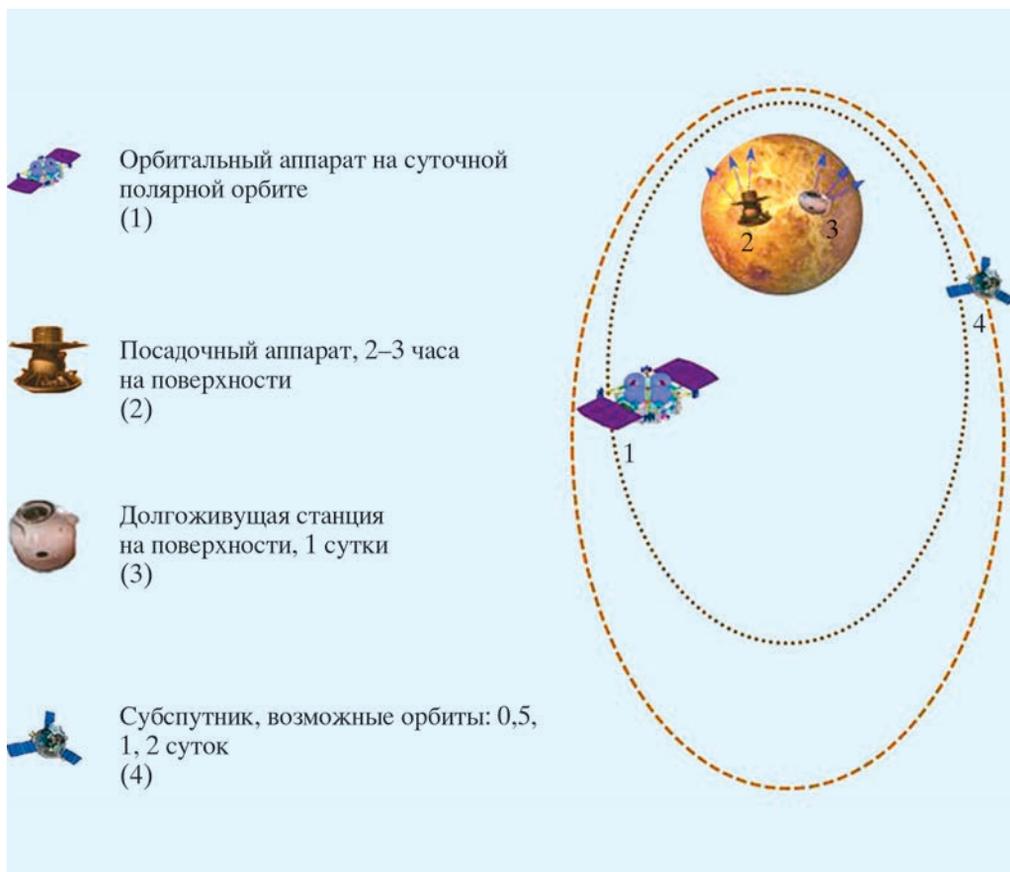
ЕВРОПЕЙСКАЯ МИССИЯ “ВЕНЕРА ЭКСПРЕСС”

После “Магеллана” Венера “отдыхала” от земных посланников более 10 лет, пока в 2005 г. на орбиту вокруг планеты не была выведена АМС “Венера Экспресс” (ESA). Достигнув Венеры в 2006 г., она успешно проработала на орбите восемь лет и, вероятно, заканчивает свое существование в конце 2014 г., значительно перекрыв расчетный срок функционирования – 500 сут (Земля и Вселенная, 2006, № 2, с. 17; 2009, № 6). Среди приборов, установленных на “Венере Экспресс”, два прибора (планетный Фурье-спектрометр PFS и атмосферный спектрометр SPICAV-SOIR) были изготовлены с участием российских ученых. Анализ данных ИСВ “Венера Экспресс” подтвердил: на Венере очень мало воды. Если бы содержание океанов Земли было равномерно распределено по всей планете,

лея. Спускаемые аппараты массой около 2 т содержали посадочные аппараты и атмосферные зонды с комплексом научных приборов. Впервые в атмосфере Венеры аэростатные зонды дрейфовали более 48 ч на высоте 53–55 км. Также впервые было выполнено бурение и определено состав поверхности рентгено-флуоресцентным и другими методами (Земля и Вселенная, 1986, № 4).

После этого вплоть до настоящего времени в СССР и в России космических запусков к Венере не производилось. Американская АМС “Ма-

геллан”, выведенная на орбиту вокруг Венеры в 1990 г., впервые точно измерила гравитационное поле планеты (Земля и Вселенная, 1989, № 3, с. 76–78; 1991, № 4, с. 112). Станция продолжила начатое американской станцией “Пионер Венера” и советскими АМС “Венерой-15 и -16” радиолокационное картографирование планеты. Картирование поверхности Венеры радаром ИСВ “Венера-15 и -16” и “Магеллан” показало, что поверхность Венеры наиболее молодая в Солнечной системе, поэтому планета может быть геологически активной и в



Предполагаемая схема проекта “Венера-Д” с обозначением орбит искусственных спутников Венеры и времени работы посадочных станций.

вода образовала бы слой глубиной 3 км. Но если сконденсировать водяной пар в атмосфере Венеры на ее поверхность, то слой воды будет толщиной только 3 см. Миллиарды лет назад на Венере, скорее всего, было значительно больше воды. “Венера Экспресс” подтвердила, что планета могла потерять много воды через атмосфе-

ру. По-видимому, поток ультрафиолетового излучения от Солнца расщеплял в атмосфере Венеры молекулы воды, состоящие из двух атомов водорода и одного – кислорода, затем они навсегда покидали планету. Но измеренная экспериментом ASPERA “Венеры Экспресс” современная скорость диссипации недостаточна для объяснения потери всей воды на планете. Либо эта скорость в прошлом была выше, либо действуют другие процессы, удаляющие воду. Например, воду могли абсорбировать и связывать минералы на

поверхности. Но детали этого процесса не очень понятны. Не ясно даже, были раньше на планете моря и океаны или же вода существовала только в атмосфере.

Значительное количество недостаточно стабильных серосодержащих газов в атмосфере говорит об относительно недавней вулканической активности, происходившей в течение последнего миллиона лет. Но достоверных свидетельств продолжающейся активности не обнаружено. В результате измерений полос поглощения SO_2 в УФ-диапазоне с помощью

аппаратуры АМС “Пионер Венера” в 1978 г., а позднее и “Венеры Экспресс” была получена практически идентичная картина изменения содержания SO_2 над облаками: высокое содержание (до 1 ppm) SO_2 в начале измерений быстро уменьшилось в процессе измерений почти на порядок. Хотелось бы связать такие изменения с происшедшими на поверхности извержениями. Однако подобная интерпретация выглядит сомнительной: почему извержения в обоих случаях прекратились сразу после начала измерений? Очевидно, что могут существовать и другие объяснения.

ИСВ “Венера Экспресс” получила впечатляющие результаты, но не смогла решить фундаментальных проблем, связанных с эволюцией планеты и ее атмосферы, с выяснением причин кардинального отличия от земных условий. Так как эти задачи в принципе не решаются при наблюдениях с орбиты, необходимы прямые измерения в атмосфере и на поверхности. Данные, полученные на “Венере Экспресс”, помогают сформулировать научные задачи для новых миссий.

ПРОЕКТ “ВЕНЕРА-Д”

В России сейчас создается новая миссия к Венере – АМС “Венера-Д” (Земля и Вселенная, 2012, № 3). Это миссия для комплексного

исследования Венеры, ее атмосферы, поверхности и окружающей плазмы. “Венера-Д” поможет выяснить причины столь непохожих эволюционных путей Земли и Венеры. Планируется производить дистанционные измерения с орбиты и прямые измерения в атмосфере и на поверхности.

“Венера-Д” состоит из двух основных частей: большого посадочного и орбитального аппаратов. Ее посадочный аппарат создается на основе посадочного аппарата АМС “Вена”. Кроме того, в комплекс “Венеры-Д” войдут малый орбитальный аппарат – субспутник и долгоживущая станция для работы на поверхности Венеры. Субспутник будет оснащен “плазменным” комплексом научной аппаратуры, а долгоживущая станция – сейсмометром, метеокомплексом и другой аппаратурой для мониторинга состояния атмосферы и поверхности в течение 24 ч.

Ранее изучалась возможность включения двух аэростатных зондов, один из которых должен был плавать в среднем облачном слое (на высоте 55 км, аналогично баллонам “Веги-1, -2”), другой – под облаками, по пути следования последнего должны были сбрасываться дрозонды, которые во время спуска в течение 30 мин должны были исследовать атмосферу.

Основной принцип проектирования АМС “Венера-Д” – использование средств доставки научной аппаратуры, многократно показавших свою надежность (например, серия АМС “Венера-Вена”, 1975–1985 гг.), в совокупности с самым современным комплексом научной аппаратуры и инновационными методами исследований.

НАУЧНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Чтобы понять причины “неземных” условий на Венере, предполагается исследовать:

- состав атмосферы, содержание различных газов, включая инертные газы и их изотопы, изотопы летучих, малые составляющие;

- состав, строение, микрофизику и химию облаков;

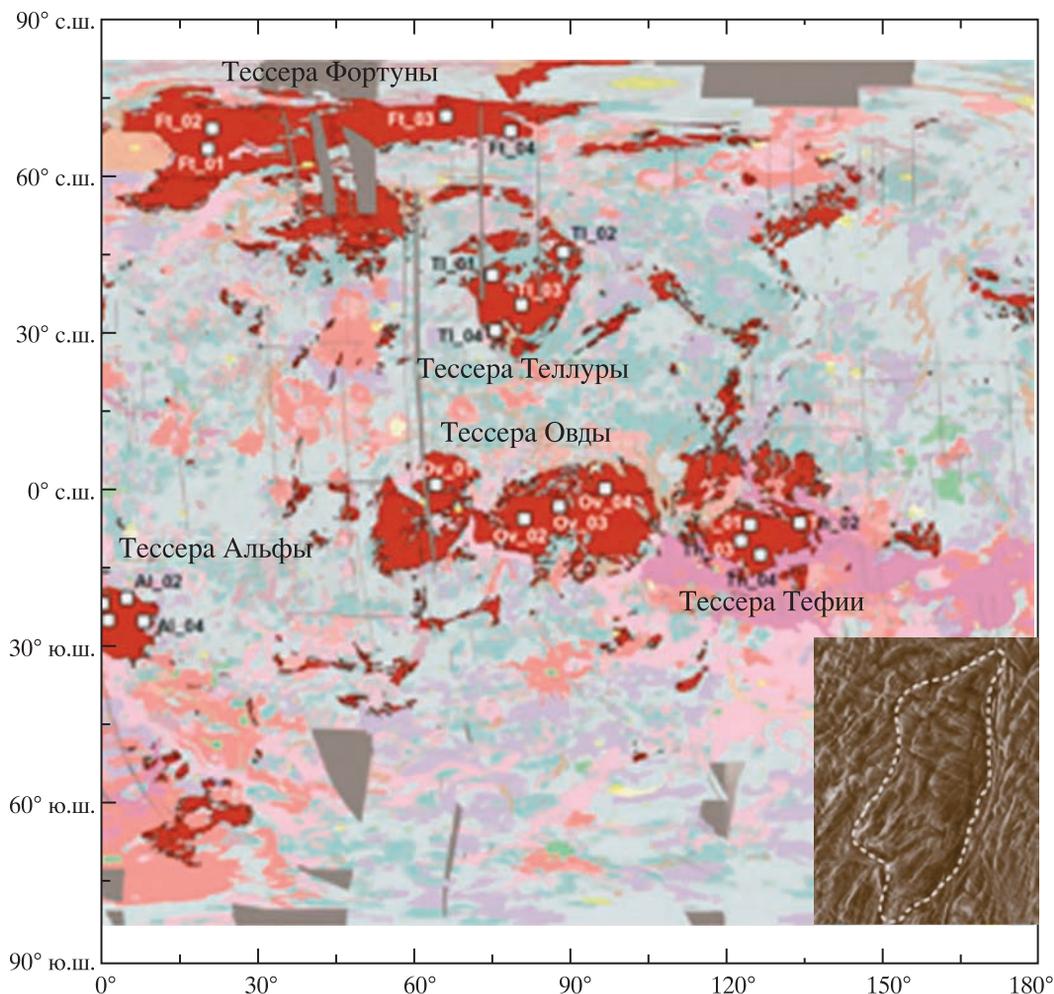
- термическое строение, тепловой баланс и природу гигантского парникового эффекта;

- механизм суперротации и другие особенности динамики атмосферы Венеры;

- детали строения и химического состава наиболее древних из наблюдаемых на поверхности геологических образований (тессеры и родственные им структуры);

- элементный состав минералов на поверхности, включая радиоактивные изотопы и железо на различных степенях окисления;

- проявления современной вулканической,



Геологическая карта Венеры с предполагаемыми местами (обозначены белыми квадратами) посадки спускаемого аппарата "Венера-Д". Справа – Тессера Фортуны на радиолокационном изображении обведена пунктирной линией. По данным М.А. Иванова, ГЕОХИ РАН.

электрической и сейсмической активности Венеры, сейсмический фон планеты;

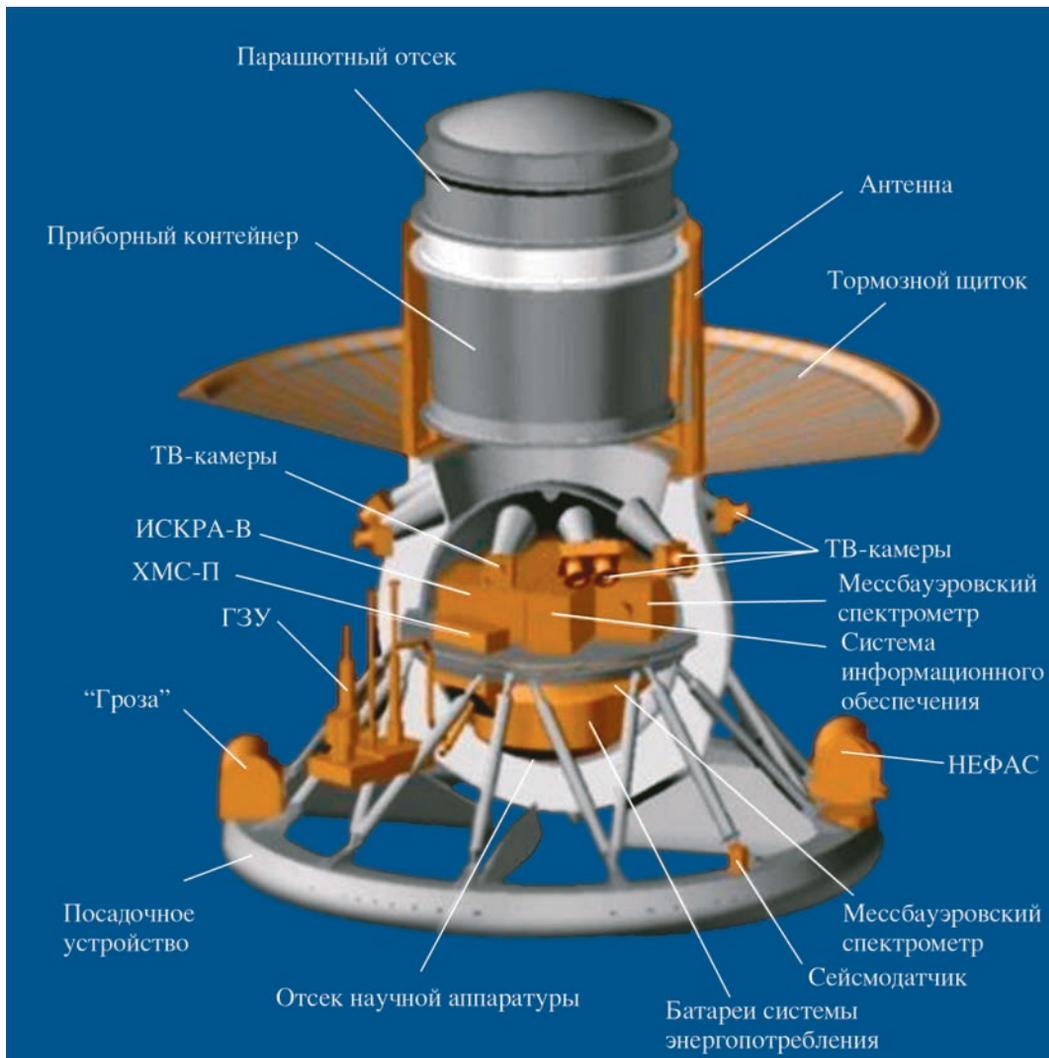
– строение экзосферы, ионосферы и магнитосферы, диссипацию атмосферных составляющих.

Посадочный аппарат "Венеры-Д" будет представлять собой модерни-

зированную версию успешно использованного ранее на аппаратах серий "Венера" и "Вега". Напомним, что последняя посадка на поверхность Венеры была совершена 30 лет назад (АМС "Вега-1 и -2"). Посадка "Венеры-Д" предполагается на пересеченную местность (тессеры), в то время как

все советские аппараты совершали посадки в равнинной местности, "залитой" вулканическими базальтами.

Выбирают и анализируют возможные места посадки сотрудники ГЕОХИ РАН. Они детально изучают тессеры на картах, составленных по радиолокационным

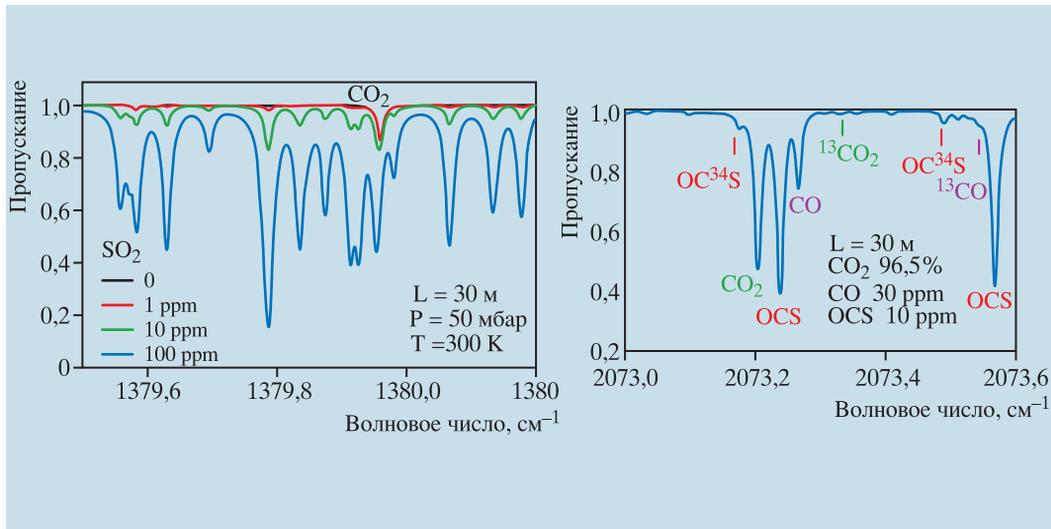


изображениям ИСВ "Магеллан", которые сравнивают с земными аналогами. Поверхность тессер сильно изрезана структурами с крутыми склонами, поэтому существует риск потери посадочного аппарата "Венера-Д" при посадке, хотя "Венера-9" успешно села на склон 30°. Тессеры занимают всего 8% поверхности, поэтому, прежде чем совершить безопасную по-

садку, необходимо "попасть" на тессеру. Во время предыдущих миссий при подлете к Венере за двое суток спускаемый аппарат отделялся от орбитального отсека, по баллистической траектории двигался к Венере и совершал посадку в заданном месте. При таком спуске в зависимости от окна старта может оказаться, что в месте посадки тессера

Посадочный аппарат АМС "Венера-Д" с предварительной компоновкой размещения научной аппаратуры. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

отсутствует или занимает малую часть участка поверхности, соответствующего эллипсу разброса. Поэтому, чтобы посадочный аппарат "Венеры-Д" сел в выбранный район планеты, в ИПМ



Примеры ожидаемых спектров в эксперименте ИСКРА-В. Измерения выполняются в спектральных диапазонах двух лазеров: 7,2 мкм для изучения содержания SO_2 (слева) и 4,82 мкм – CO , OCS , изотопов серы и углерода (справа). L – длина оптического пути в кювете, P – давление, T – температура, содержание газа дано в единицах ppm (1 ppm – одна миллионная доля). По данным Н.И. Игнатьева, ИКИ РАН.

РАН изучается возможность его спуска с орбиты искусственного спутника Венеры.

На посадочном аппарате будут установлены приборы:

- многоканальный диодно-лазерный спектрометр (ИСКРА-В);

- газовый хроматограф-масс-спектрометр (ХМС-П);

- активный гамма- и нейтронный спектрометр;

- мессбауэровский спектрометр;

- телевизионный комплекс, включающий посадочные камеры, стерео- и панорамные камеры, камеры высокого разрешения (до 0,1 мм);

- нефелометр и спектрометр размеров частиц для исследования микро-

физических свойств частиц и строения облаков (НЕФАС);

- волновой комплекс (“Гроза”), метеокomплекс, сейсмометр;

- устройство для забор грунта и атмосферных проб (ГЗУ).

Три эксперимента нацелены на исследование проб атмосферы и грунта в герметическом отсеке посадочного аппарата АМС “Венера-Д” (ИСКРА-В, хромато-масс-спектрометр, мессбауэровский спектрометр).

В качестве примера расскажем, как будет работать один из значимых приборов – “ИСКРА-В” (И.И. Виноградов, О.И. Кораблёв, ИКИ РАН). Он измеряет с большой точностью и высоким спектральным разрешением

($\lambda/\Delta\lambda = 10^7$) содержание летучих и их изотопов – SO_2 , CO , CO_2 , OCS , H_2O , D/H , $^{34}\text{S}/^{33}\text{S}$, ^{32}S , $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{16}\text{O}/^{17}\text{O}/^{18}\text{O}$, очень важных для понимания процессов происхождения и эволюции атмосферы, механизма исчезновения воды и образования серосодержащих соединений. Для измерения со столь высоким спектральным разрешением важно обеспечить низкое давление (50 мбар), чтобы линии поглощения были узкими. Но приходится учитывать, что давление окружающего газа в нижней атмосфере очень высокое – до 100 бар. Поэтому плотный газ, забранный в кювету прибора, надо сделать очень разреженным, а после измерения

удалить его из кюветы, чтобы забрать следующую порцию во время спуска. Проблема еще и в том, что линии излучения избранных изотопов очень слабые и их нелегко зарегистрировать. Современные оптические методы позволяют обеспечить очень большую длину оптического пути (до 2 км) в кювете, прежде чем свет попадет в спектрометр. Для эксперимента подбираются несколько лазеров разных спектральных диапазонов в соответствии с длинами волн линий газов и изотопов, которые будут измеряться.

На орбитальном аппарате будут установлены приборы либо новые, никогда не использовавшиеся для исследования Венеры, либо летавшие ранее, но модернизированные в соответствии с научными задачами “Венеры-Д”. Это картирующий УФ-спектрометр, миллиметровый радиометр, гетеродинный спектрометр со сверхвысоким разрешением, ИК- и Фурье-спектрометр, картирующий спектрометр в ближнем ИК-диапазоне, камера с фильтрами от УФ-диапазона до ближнего инфракрасного, эксперимент по наблюдению звездных и солнечных затмений. Эксперимент по двухчастотному радиопросвечиванию, предложенный ФИРЭ РАН, подразумевает исполь-

зование орбитального аппарата и субспутника. При этом в качестве излучателя предполагается использовать 70-м радиантенну на Земле, а сигнал принимается на борту (обычно поступают наоборот). Это на порядок увеличивает мощность сигнала, что очень важно для проведения эксперимента.

В настоящее время проект АМС “Венера-Д” находится в стадии научно-исследовательской разработки. Первоначально он был включен в Федеральную космическую программу России 2006–2015 гг. (исключен с 2014 года), и, вероятно, войдет в программу 2016–2025 гг. По классификации NASA, проект “Венера-Д” относится к классу флагманских миссий (<http://vfm.jpl.nasa.gov>). Научные задачи миссии “Венера-Д” во многом пересекаются с дорожной картой исследования Венеры, разработанной аналитической группой NASA VEXAG (Venus Exploration Analysis Group), а также с задачами американской венерианской климатической миссии АМС “Venus Climate Mission”, рекомендованной к запуску в 2021 г. Эта миссия пока не финансируется из-за отсутствия средств.

В январе 2014 г. Планетным департаментом NASA (Planetary Depart-

ment) было решено принять участие в проекте “Венера-Д”. Была создана Объединенная рабочая группа (The Venera-D IKI/Roscosmos – NASA Joint Science Definition Team) для определения возможной степени вовлечения NASA в проект “Венера-Д”: элементы миссии, научные приборы. Рабочая группа должна была проанализировать научные задачи проекта и выработать соответствующие рекомендации. К середине 2015 г. рабочая группа должна была подготовить отчет о результатах работы для NASA, ИКИ РАН и Роскосмоса. К сожалению, работа группы была приостановлена в апреле 2014 г. из-за политических санкций.

Подводя итог, подчеркнем: имеются все основания надеяться, что в результате работы “Венеры-Д” наши представления о процессах на этой удивительной планете и в ее атмосфере перейдут на качественно новый уровень. Может быть, тогда мы сможем найти ответы по крайней мере на часть вопросов, поставленных в настоящей статье, и понять, почему Венера пошла по другому пути эволюции, нежели Земля. Важно и то, что миссия “Венера-Д” поможет Венере остаться “русской планетой”.



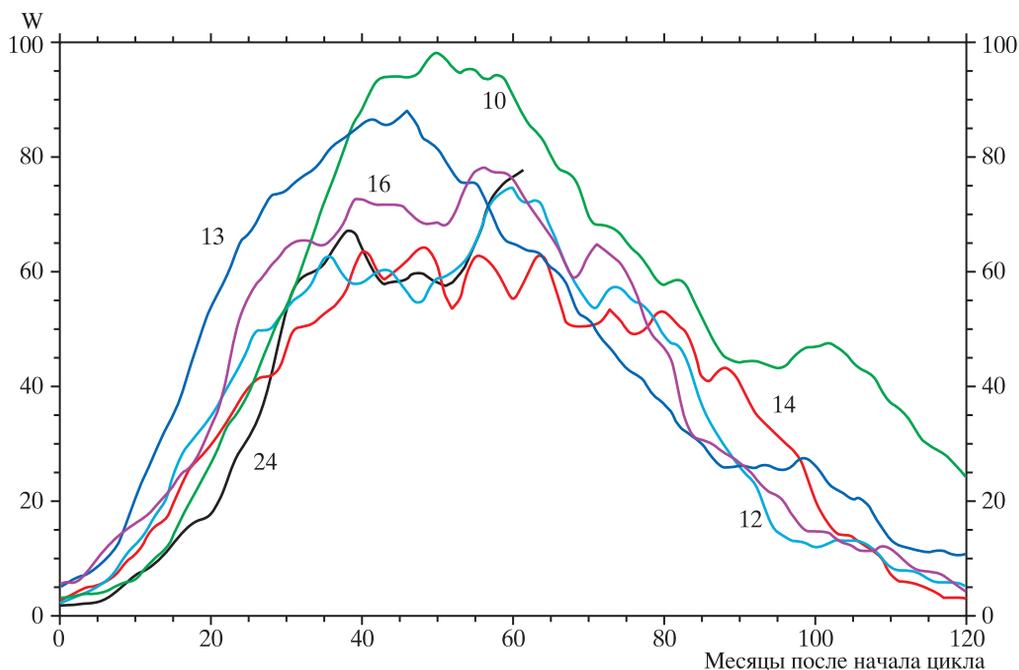
Солнце в августе – сентябре 2014 г.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Пятнообразовательная активность Солнца в рассматриваемый период уверенно держалась на среднем уровне, но временами поднималась до высокого, поэтому отодвигается время наступления максимума текущего

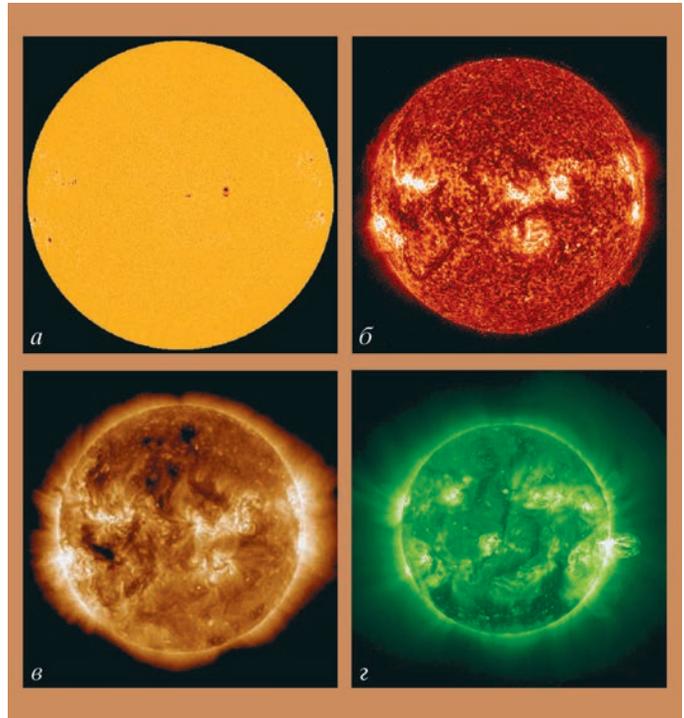
24-го цикла. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 10 до 4. Группы пятен преимущественно были небольшими и спокойными и лишь четыре – средними ($300 < Sp < 500$ м.д.п.), три из них

образовались в Южном полушарии. Всего же из 56 групп солнечных пятен 21 появилась в Северном полушарии, то есть продолжается тенденция к увеличению их числа в Южном полушарии. Кривая роста



Ход развития (61 месяц) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

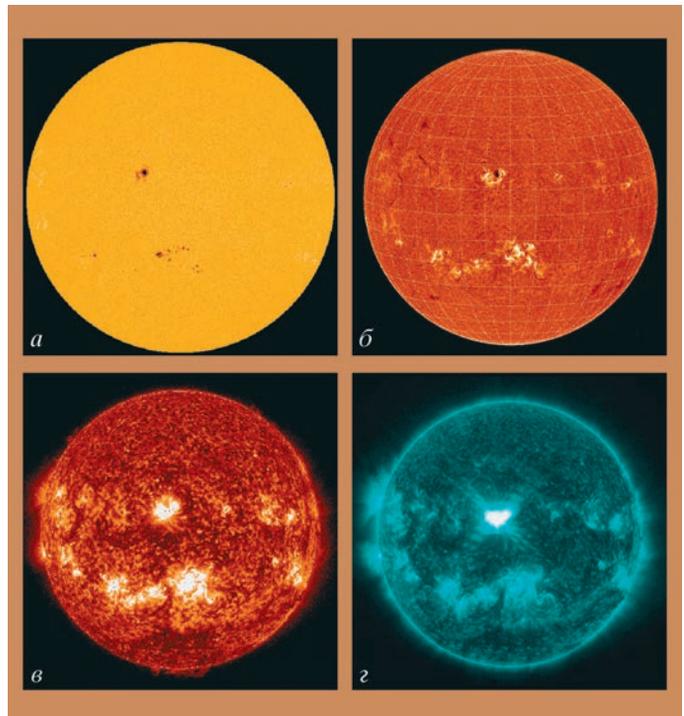
Солнце 24 августа 2014 г.:
 а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$);
 б) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$);
 в, г) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$).
 Вспышка балла M5.9/2B видна слева на лимбе Солнца. Космические солнечные обсерватории "SDO" и "STEREO-B" (<http://spaceweather.com>).

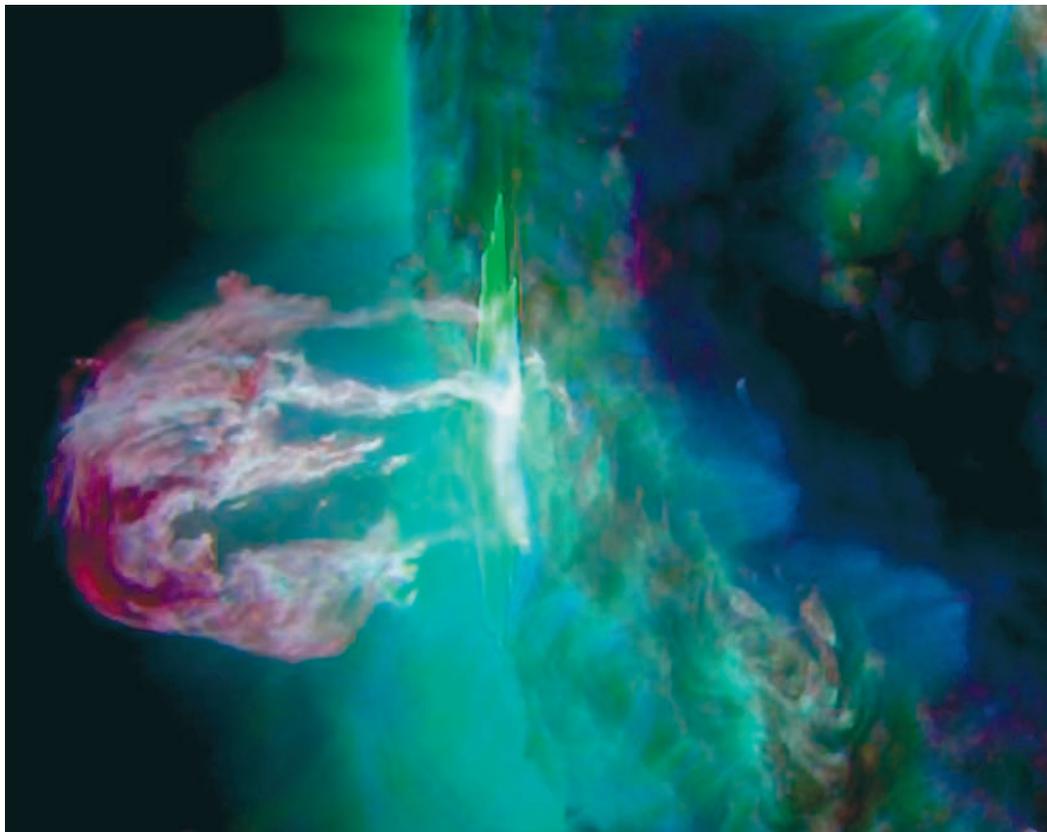


сглаженных за год значе-
 ний относительного числа
 пятен продолжает подъем к
 максимуму текущего цикла.
 Поэтому рост текущего цикла
 (более 5,3 года) становится
 рекордным после 12-го
 цикла (5 лет). Текущие
 среднемесячные значения
 чисел Вольфа – $W_{\text{авг.}} = 74,7$
 и $W_{\text{сент.}} = 87,6$. Сглаженное
 значение относительного
 числа солнечных пятен в
 феврале и марте 2014 г. со-
 ставило $W^* = 78,4$ и $80,8$
 соответственно.

В первой половине **ав-
 густа** относительное число
 солнечных пятен держалось
 на среднем уровне, затем
 достигло высоких значе-
 ний и лишь 15 августа вер-
 нулось к среднему уровню,

Солнце 10 сентября 2014 г.:
 а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б)
 в самой сильной водородной линии H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$);
 в) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$),
 в линии крайнего ультрафиолета Fe IX ($\lambda = 131 \text{ \AA}$). В
 центре диска видна вспышка балла X1.6/2B. Космиче-
 ская солнечная обсерватория "SDO" (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).





Вспышка балла M5.9/2B и выброс коронального вещества, произошедшие 24 августа 2014 г. Снимок получен в линиях крайнего ультрафиолета ($\lambda = 131 \text{ \AA}$, 171 \AA , 304 \AA). Космическая солнечная обсерватория "SDO".

который продлился до конца месяца. Максимальное ежедневное значение относительных чисел солнечных пятен отмечено **1 и 2 августа (W = 115)**, минимальное – 10 августа (W = 43). В небольшой группе пятен Южного полушария, выходящей из-за восточного лимба, 24 августа произошла солнечная вспышка рентгеновского балла M5.9/2B. Средний уровень вспышечной активности держался 1, 21, 22 и 26 августа. В остальные дни вспышечная активность оставалась

на низком уровне, лишь 12 и 14 августа опустилась до очень низкого. Выбросы солнечных волокон (25 событий) состоялись 2, 3, 6, 15 (2), 19, 22, 24 (2), 25 (2) и 29 августа. Коронографы космической обсерватории "SOHO" зарегистрировали 137 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди них один был типа "гало", два – "частичное гало III" (угол раствора 180° – 270°) и шесть – "частичное гало II" (угол раствора 90° – 180°). Межпланетная ударная волна от

выброса большого солнечного волокна 15 августа достигла 19 августа околоземного космического пространства (SI) и вызвала 6-часовую геомагнитную суббурю. Одна рекуррентная и одна вновь образовавшаяся корональные дыры проходили по видимому диску Солнца, однако высокоскоростные потоки не вызвали в околоземном космическом пространстве значимых геомагнитных возмущений. Единственная малая магнитная буря 27 и 28 августа вызвана возмущением

от выброса большого волокна 22 августа. На средних широтах Земли в течение 8 сут сохранялась возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ зарегистрирован 30 и 31 августа.

В **сентябре** пятнообразовательная активность Солнца была в основном на среднем уровне, высокий уровень держался 6–13 и 26–28 сентября. На видимом диске Солнца возникли от 5 до 9 групп солнечных пятен, 4 из которых были среднего размера. Максимальное число пятен наблюдалось **26 сентября ($W = 123$)**, минимальное – 21 сентября ($W = 43$). Высокий уровень

вспышечной активности зафиксирован 10 сентября (вспышка балла X1.6/2B) и 28 сентября (вспышка балла M5.6/2B). Первая вспышка произошла в центральной зоне видимого диска Солнца в группе пятен Северного полушария, вторая – Южного. Вспышки среднего балла отмечены 3, 6, 8, 11, 14, 18, 23 и 27 сентября. Выбросы солнечных волокон (16 событий) случились 2, 11, 12 (2), 13, 18, 19 (3), 20 (3), 23, 24 и 25 (2) сентября. Коронграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 140 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди них – по два типа “гало” и “частичное гало III” (угол раствора 180° – 270°) и 10 – типа “частич-

ное гало II” (угол раствора 90° – 180°). В сентябре образовались рекуррентная и две новые корональные дыры, но их геоэффективность оказалась незначительной. Зарегистрированы умеренная (12 сентября) и малая (24 сентября) магнитные бури. В сентябре в течение 5 сут была возмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах очень высокие потоки релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ наблюдались 1, 5 и 26–30 сентября.

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

Информация

Завершение работы “Чибиса-М”

15 октября 2014 г. академический ИСЗ “Чибис-М” массой 40 кг вошел в плотные слои атмосферы в южной части Южной Америки на 15 310-м витке на высоте около 80 км и прекратил существование. 25 января 2012 г. его запустили в автономный полет космонавты с борта МКС из транспортно-пускового контейнера гру-

зового корабля “Прогресс М-13М”. Космический аппарат вышел на орбиту высотой 500 км. “Чибис-М” превысил заявленный срок службы в 2,5 раза.

Это первый микроспутник из серии, создаваемой Российской академией наук на базе универсальной платформы, разработанной в СКБ космического приборостроения ИКИ РАН. В цели полета входило изучение молниевых разрядов из космоса. На борту “Чибиса-М” впервые работала аппаратура, изучавшая высотные атмосферные гроззовые разряды в широком диапазоне электромагнитного излуче-

ния (от радио- до гамма-диапазона) и определявшая, как грозы влияют на состояние ионосферы и тем самым на космическую погоду около Земли (Земля и Вселенная, 2013, № 4). За время работы “Чибис-М” передал на Землю 24,8 Гбайта научных данных о том, что происходит в атмосфере и ионосфере Земли. Научные руководители проекта – директор ИКИ академик Л.М. Зелёный и заведующий сектором взаимодействия радиоволн с плазмой академик А.В. Гуревич.

Пресс-релиз ИКИ РАН,
16 октября 2014 г.

Полеты автоматических межпланетных станций*

С.А. ГЕРАСЮТИН

В 2014 г. в межпланетном космическом пространстве функционировали 22 автоматические межпланетные станции США, ESA, Японии, Индии и Китая, в том числе – луноход и два марсохода. Космические аппараты работали на орбитах искусственных спутников Марса (5), Луны (2), Меркурия, Венеры, Сатурна



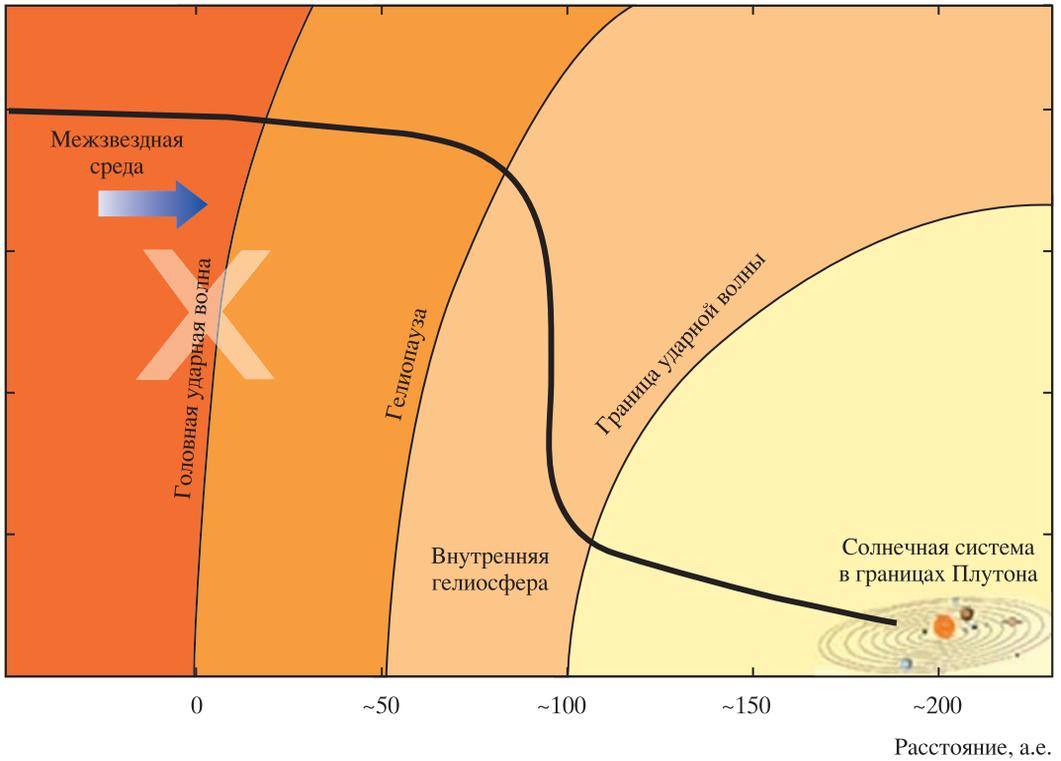
и ядра кометы Чурюмова – Герасименко. Продолжается полет трех АМС к Юпитеру, Плутону и карликовой планете Церере. В обзор вошли важные открытия, сделанные в ходе полетов АМС, и новые сведения о природе небесных тел.

1. “Вояджер-1 и -2” (“*Voyager-1/2*”, США). Станции запущены 5 сентября и 20 августа 1977 г. (Земля и Вселенная, 1978, № 2). Напомним, что в декабре 2004 г. и августе 2007 г. АМС “Вояджер-1 и -2” достигли порога Солнечной системы – гелиопаузы (границы гелиосферы), за ее пределами начинается

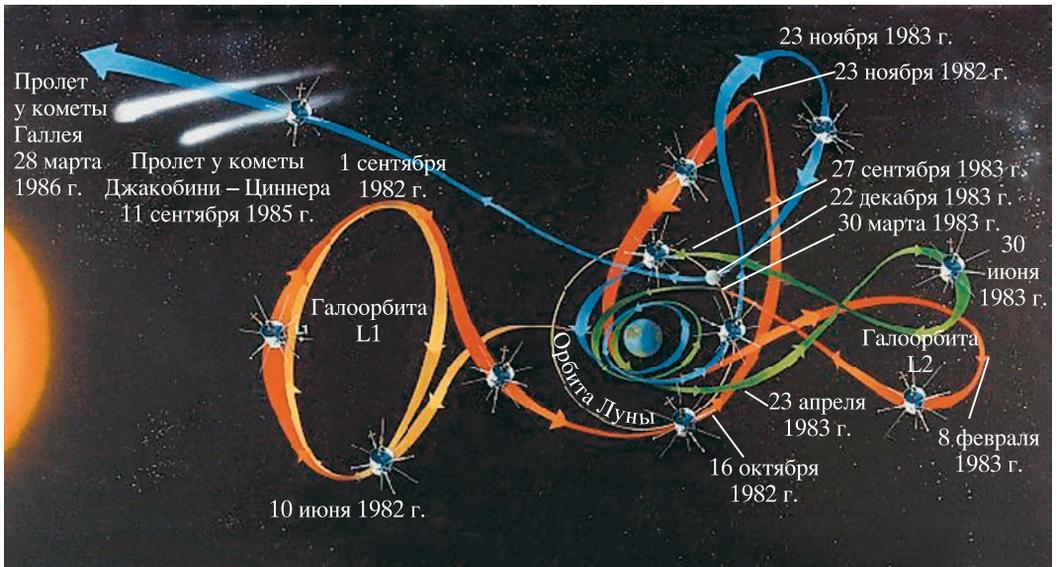
межзвездная среда. 28 июля 2012 г. “Вояджер-1” вошел в область гелиопаузы, где частицы солнечного ветра улетают в межзвездное пространство, а звездный ветер входит внутрь гелиосферы. Формирование ударной волны и переходного слоя на границе магнитосферы аналогично тому, как происходит обтекание солнечным

ветром магнитосферы Земли. Последним индикатором выхода за пределы гелиосферы стала смена направленности магнитного поля. 12 сентября 2013 г. NASA подтвердило, что “Вояджер-1” пересек границу гелиопаузы и стал первым космическим аппаратом, окончательно покинувшим Солнечную систему.

* Продолжение. Начало см.: 1995, № 5; 1996, № 3; 1997, № 4; 1998, № 3; 1999, № 3; 2000, № 4; 2001, № 5; 2003, № 1; 2004, №№ 1, 3; 2005, № 2; 2006, № 3; 2007, № 5; 2008, №№ 1, 5; 2009, № 2; 2010, № 2; 2011, № 4; 2012, № 6; 2013, № 5.



Строение гелиосферы. На ее границе сейчас находятся АМС "Вояджер-1 и -2". Рисунок NASA.



Траектория полета АМС "ICE" ("ISEE-3", ESA - NASA). 1978-1986 гг. Рисунок NASA.

За гелиопаузой “Вояджер-1” обнаружил “стену” из межзвездной плазмы, плотность которой в 40 раз больше плотности внутри гелиопаузы. Второе открытие – сжатое межзвездное магнитное поле, огибающее гелиопаузу. “Вояджер-1” также измерил энергетический спектр (около 300 МэВ) низкоэнергичных протонов галактических космических лучей в межзвездной среде. Внутри гелиосферы эти частицы “выметаются” солнечным ветром. “Вояджер-1” обнаружил, что наибольший поток у частиц с энергиями порядка 30 МэВ, что в 10 раз меньше энергии частиц галактического ветра.

Обе станции продолжают удаляться за пределы гелиосферы со скоростью 17,08 км/с (“Вояджер-1”) и 15,52 км/с (“Вояджер-2”). К началу 2015 г. “Вояджер-1” находился на расстоянии 19,48 млрд км (130,23 а.е.) от Земли, сигнал от него идет 18 ч 03 мин, “Вояджер-2” – 16,01 млрд км (107,02 а.е.) и 14 ч 11 мин соответственно. С обеими станциями поддерживается связь, они передают информацию со скоростью 160 бит/с.

2. “ICE” (“ISEE-3”, ESA – NASA). Космический аппарат “ISEE-3” (International Sun-Earth Explorer – международный солнечно-земной исследователь) массой 479 кг запущен 12 августа 1978 г. с космодрома Канаверал (Земля и Вселенная, 1986, № 3, с. 103–104). Напомним, что это первый КА, занявший стационарную по-

зицию в точке Лагранжа L1 (1,5 млн км от Земли), продемонстрировав возможность таких маневров. В 1982 г. “ISEE-3” (13 научных приборов) завершил программу исследования наиболее удаленных областей магнитосферы и характеристик солнечного ветра. Затем его переименовали в АМС “ICE” (International Cometary Explorer – международный исследователь комет) и по дополнительной программе использовали при пролетах комет Джакобини – Циннера (11 сентября 1985 г.) и Галлея (28 марта 1986 г.). В 2008 г. NASA использовало сеть дальней космической связи, чтобы определить расположение “ICE”. Выяснилось, что АМС находится в рабочем состоянии с момента последнего сеанса связи в 1999 г. Дальнейшие исследования показали, что большинство приборов на ее борту работоспособны, а в топливных баках еще есть топливо. В мае 2014 г. группе энтузиастов удалось установить связь с АМС “ICE” и включить ее двигатели ориентации. 10 августа 2014 г. станция выполнила гравитационный маневр около Луны, пролетела в 15,6 тыс. км от нее и вышла на гелиоцентрическую орбиту: высота – $1,03 \times 0,93$ а.е., наклонение – $0,1^\circ$ и период обращения – 355 сут. Планируется продолжить сбор данных о магнитосфере Земли и солнечном ветре.

3. “Кассини-Гюйгенс” (“Cassini-Huygens”, NASA – ESA). 15 октября 1997 г. АМС стартовала, 1 июля 2004 г. вышла на орбиту

искусственного спутника Сатурна (Земля и Вселенная, 2004, № 6, с. 70–72). За 10 лет работы на орбите Сатурна станция передала на Землю около 1 млн фотографий и много научной информации. В 2014 г. станция находилась на рабочей орбите, ее параметры: апоцентр – 1,07–4,4 млн км, перицентр – 658–810 тыс. км, период обращения – 31–39 сут. К началу 2015 г. АМС совершила 211 оборотов вокруг Сатурна. В 2014 г. (200–211-й витки) собирали данные в основном о Титане (97–105-й облеты), полярных областях планеты, ее кольцах и магнитосфере.

В 2013–2014 гг. АМС “Кассини” продолжила изучение и съемку мощнейшего, длительного, колоссального по масштабам урагана на Северном полюсе Сатурна, начавшегося в конце 2006 г. и охватившего большую часть планеты (Земля и Вселенная, 2007, № 4, с. 91; 2012, № 1, с. 107–108). Гексагональное атмосферное образование диаметром около 25 тыс. км, в два раза больше Земли, вращается со скоростью 530 км/ч. Вертикальные атмосферные потоки формируют волны плотности, вращающиеся вокруг полярной области на широте 77° . Во время шторма повышается электрическая активность в атмосфере. Замечено, что за последние годы динамические процессы в атмосфере Сатурна усилились.

Планетологи обратили внимание на узкое и хаотичное кольцо F, которое особенно быстро меняется.



Фрагмент карты Северного полюса Титана. Карта составлена из множества снимков АМС «Кассини», полученных в 2005–2013 гг. NASA/JPL/ASI/USGS.

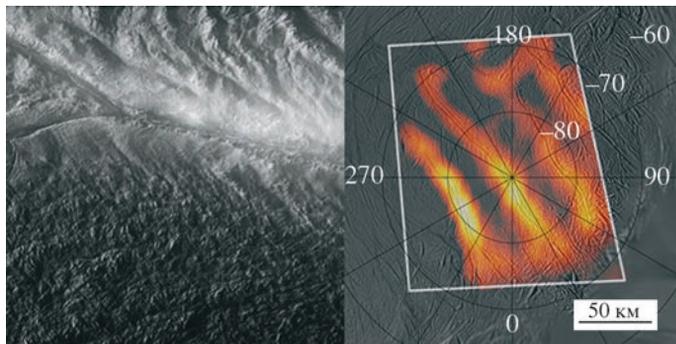
Напомним, что кольцо F вращается вокруг Сатурна в месте, очень близком к пределу Роша, поэтому приливные силы планеты разрывают рыхлые спутники, затем под воздействием силы взаимного притяжения частицы собираются в единую массу, образуя сгустки. Сравнение данных о свойствах этого кольца, полученных «Вояджерами», с результатами наблюдений «Кассини» последних лет, показывает резкое уменьшение числа ярких сгустков. Если «Вояджеры» видели два-три ярких сгустка за короткое время пролетов, то за шесть лет работы «Кассини» удалось только дважды обнаружить сгустки. Остальные кольца Сатурна демонстрируют заметную эволюцию в течение десятилетий, а коль-

цо F может меняться за дни и даже часы. Причина этого – столкновение крохотных спутников размером до 1 км с наиболее плотными частями кольца, чьи траектории проходят рядом с кольцом и пересекают его орбиту. Сгустков стало меньше из-за редкого попадания мелких спутников в кольцо F. Отвечает за их исчезновение спутник Прометей размером 86 км. Каждые 17 лет орбита Прометея становится близкой к орбите кольца F, в эти моменты его влияние становится особенно сильным. С течением времени количество сгустков становится все меньше, поскольку маленькие рыхлые спутники постепенно разрушаются во время столкновений.

В течение 2014 г. АМС «Кассини» 11 раз облетела

Титан (диаметр – 5150 км): 1 января, 2 февраля, 6 марта, 7 апреля, 17 мая, 18 июня, 20 июля, 21 августа, 22 сентября, 24 октября и 10 декабря. Станция выполнила 100 пролетов мимо Титана, в ходе которых продолжала накапливать сведения о динамике атмосферы и гидрологических процессах: ИК-спектрометр VIMS картографировал его поверхность, велась съемка и радарное зондирование.

Изучение изотопного состава азота в атмосфере Титана показало, что вещество спутника сконцентрировалось при очень низких температурах, характерных для объектов облака Оорта, то есть 4,5 млрд лет назад. Ученые исключили возможность того, что блоки вещества, из которых впо-



“Тигровые полосы” в Южной полярной области Энцелада. Поверхность вблизи гейзеров покрыта снегом, кристаллическим льдом и крупными ледяными блоками. Справа – наложение изображений в видимом и тепловом ИК-диапазоне. Температура наиболее ярких участков – 113–157 К. АМС “Кассини”, 2010–2012 гг. Фото NASA.

следствии сформировался Титан, возникли в сравнительно теплом пылевом диске, окружавшем юный Сатурн. Это говорит о том, что твердая оболочка Титана появилась на заре образования Солнечной системы в очень холодном газопылевом диске, который стал местом рождения ядер комет.

В районе Северного полюса Титана водоемов больше всего – моря Кракена и Лигейя, около 400 озер разных форм и размеров, это 70% площади поверхности спутника. Некоторые озера дают начало рекам, в другие реки впадают. У озер берега почти отвесные, возможно, наполняющая их жидкость выталкивает твердые породы наверх. Определен химический состав озер: этан – 76–79%, пропан – 7–8%, метан – 5–10%, цианид водорода – 2–3%, бутен, бутан и ацетилен – около 1%. На основе гравитационной карты Титана, построенной по данным “Кассини”, ученые выдвинули предположение, что жидкость на глубине около 100 км отличается повышенной плотностью и экстремальной соленостью. Скорее всего, она представляет собой рассол, содержа-

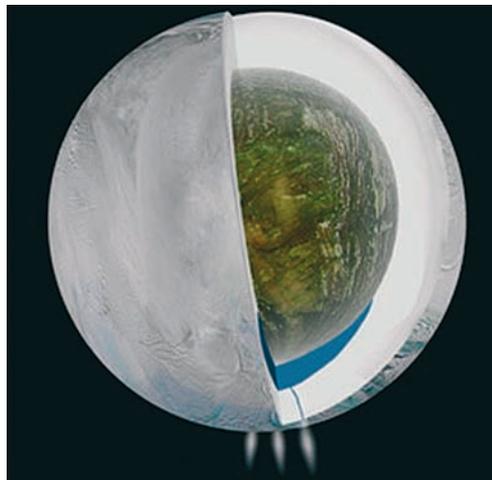
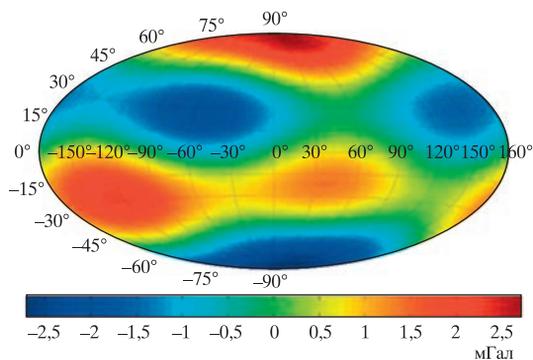
щий натрий, калий и серу. Сильная соленость океана делает практически невозможным существование в нем жизни. Над Южным полюсом Титана простирается туман, образующийся при испарении метана, который наполняет его многочисленные озера. По мере того как метан будет испаряться, образующиеся метановые облака будут перемещаться к Северному полюсу Титана. В 2015 г. в этой части спутника начнется лето, в 2017 г. – период летнего солнцестояния.

Метан на Титане легко разрушается под воздействием солнечного света, поэтому для поддержания уровня этого газа в атмосфере необходим какой-то постоянный источник. На Земле это живые организмы и геологические процессы (например, вулканы). На Титане метан появляется во время таяния замерзших залежей этого вещества под поверхностью. Установлено, что в настоящее время метанового льда на поверхности должно быть в 1200 раз больше, чем в атмосфере.

В 2014 г. АМС “Кассини” передала новые фотографии

Титана, Тетии (1062 км), Мимаса (396 км), Гипериона (266 км) и Прометея – спутника-пастуха кольца F. 23 января и 28 мая станция сделала снимки крошечных спутников – Атласа (32 км) и Пана (28 км), влияющих на структуру кольца A.

На основе данных, полученных “Кассини” при пролетах около Энцелада (504 км), планетологи построили карты его гравитационного потенциала. Им удалось определить скорость “Кассини” с точностью до 0,02–0,09 мм/с (скорость АМС относительно Сатурна и его спутников – десятки километров в секунду). Такую потрясающую точность обеспечил во многом тщательный учет всевозможных, даже очень слабых факторов, влияющих на скорость аппарата. Это позволило уточнить размеры Энцелада, рассчитать распределение массы внутри спутника. Оказалось, что радиус его ядра – 190 км, толщина мантии – 60 км, плотность – 1,61 г/см³. Обнаружена большая гравитационная аномалия вблизи Южного полюса Энцелада. Там под ледяной корой находится океан глубиной 10 км, откуда выходит теп-



Энцелад. Карта аномалий гравитационного поля, составленная по результатам анализа траекторий полета АМС “Кассини” вокруг Сатурна. Справа – модель внутреннего строения Энцелада на основе данных “Кассини”. Рисунки NASA/JPL.

ловой поток. Поверхность Энцелада покрыта следами тектонической активности: складками, разломами, бороздами, указывающими на интенсивную деформацию коры и внутренние конвективные процессы. Мощные выбросы водяного пара с кристаллами льда поднимаются на высоту 100 км из “тигровых полос” – четырех относительно свежих разломов около Южного полюса Энцелада (Земля и Вселенная, 2006, № 4, с. 110–111; 2007, № 4, с. 83; 2012, № 6, с. 25–26). Места, в которых расположено более 100 гейзеров, нагреты до 113–157 К, что значительно выше температуры остальной поверхности спутника, не превышающей 75 К. Если на Европе, Ганимеде, Каллисто и Титане есть жидкая вода, то условия там с точки зрения пригодности для жизни сильно уступают условиям на Энцеладе из-за высокого давления внутри водоемов

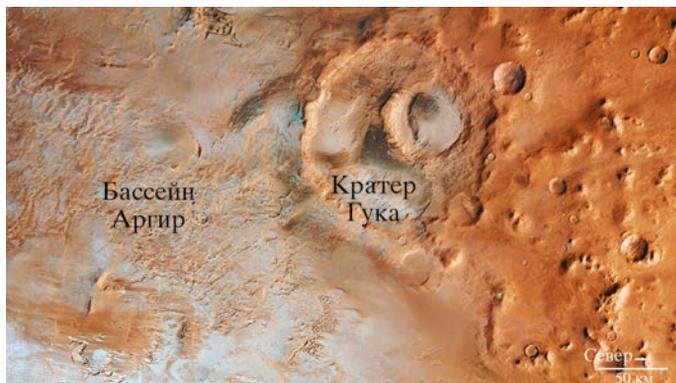
и недостатка минеральных веществ.

Работу “Кассини” продолжили до сентября 2017 г.

4. “Марс Одиссей” (“Mars Odyssey”, США). АМС запущена 7 апреля 2001 г., 24 октября 2001 г. она вышла на орбиту искусственного спутника Марса (Земля и Вселенная, 2002, № 3, с. 26; 2003, № 1, с. 78–79). В июле 2012 г. орбита АМС была скорректирована для передачи информации от марсохода “Кьюриосити”, в настоящее время станция находится на круговой орбите: высота – около 400 км, наклонение – 93,2°, период обращения – 1,96 ч.

В течение 12 лет продолжают исследования залегания водяного льда под поверхностью планеты с использованием российского нейтронного спектрометра HEND. Длительная работа на полярной круговой орбите позволила построить глобальную карту спек-

тральной плотности потока нейтронов от Марса (энергетический диапазон 0,4 эВ – 15 МэВ). По данным HEND построена глобальная карта распределения водяного льда и связанной воды, определена массовая доля водяного льда и химически связанной воды, оценены глубины залегания водосодержащих слоев. Исследования показывают, что в прошлом по его поверхности текли реки, а большие участки сегодняшней суши, возможно, занимали океаны. В современных климатических условиях жидкая вода на поверхности Марса не может существовать долго, но под поверхностью в высоких широтах планеты сохранился водяной лед, а на умеренных и экваториальных широтах вода находится в связанном виде. Это физически связанная вода (на поверхности частиц грунта) или химически связанная вода (в составе гид-



Кратер Гука диаметром 138 км и глубиной 2,4 км (46° ю.ш. и 316° в.д.), расположенный около бассейна Аргир (Argyre Planitia), состоит из двух ударных кратеров. Изображение получено 20 апреля 2014 г. стереокамерой HRSC АМС "Марс Экспресс" (разрешение – 63 м). Север – справа. Внизу – трехмерная реконструкция этого снимка. Фото ESA.

ратированных минералов). С помощью HEND ученые непрерывно следили за сезонными вариациями углекислого газа в атмосфере и воды в верхнем приповерхностном слое грунта в течение цикла сезонов и сравнивали наблюдаемые вариации с предыдущими марсианскими сезонными циклами. К настоящему времени накоплены данные более чем за шесть циклов.

Старейший из действующих ИСМ, "Марс Одиссей",

начал менять свою орбиту, чтобы дать ученым возможность провести систематические наблюдения за утренними туманами и инеем на поверхности Марса. Ранее его траектория проходила через полюса планеты и синхронизирована с Солнцем таким образом, что он наблюдал дневную сторону примерно в 4 часа вечера по местному времени. Нагретая Солнцем поверхность Марса сильнее излучает в инфракрасном диапазоне,

что облегчает работу по изучению минералов прибору THEMIS. Орбиты всех других ИСМ построены так, чтобы спутники наблюдали Марс при полном освещении, поэтому обозреть поверхность утром они не могут.

Маневр по смене орбиты начался 11 февраля 2014 г., сейчас АМС "Марс Одиссей" приближается к утренним орбитам. Как ожидается, желаемая конфигурация будет достигнута в ноябре 2015 г., после чего необходимо будет остановить дрейф. Планируется исследовать, как меняется температура марсианского грунта после восхода Солнца и после заката, изучить поведение загадочных темных полос, которые могут быть ручьями из соленой воды, посмотреть, как тает углекислотный лед, как возникают и исчезают утренний туман и облака на Марсе. Исследователи намерены выяснить, как эти явления ведут себя в разные сезоны.

Работа АМС "Марс Одиссей" продлена до 2016 г.

5. "Марс Экспресс" ("Mars Express", ESA). АМС стартовала 2 июня 2003 г., 25 декабря того же года вышла на орбиту искусственного спутника Марса (Земля и Вселенная, 2003, № 5, с. 54; 2004, № 1, с. 35–36). Сейчас станция находится на эллиптической орбите, высота которой $298 \times 10,1$ тыс. км, наклонение – 86° , период обращения – 6,7 ч. Напомним, что с июня 2011 г. радар MARSIS просвечивает северную полярную область Марса. Из семи приборов, установлен-

ных на аппарате, три (спектрометры OMEGA, PFS и SPICAM) изготовлены российскими специалистами. Важнейшие данные, полученные с помощью российских приборов, касаются геохимии и атмосферной химии.

Многие снимки, сделанные стереокамерой высокого разрешения HRSC, показывают следы бурных процессов, происходивших в древние эпохи. Например, на снимке в регионе Южного полушария Марса был обнаружен небольшой кратер, на стенках которого видны прекрасно сохранившиеся овраги и следы селевых потоков. Свойства деталей рельефа указывают на то, что потоки сформировались под влиянием жидкой воды совсем недавно по геологическим меркам – 200 тыс. лет назад. Кратер образовался уже после окончания предполагаемого ледникового периода на Марсе, который закончился около 400 тыс. лет назад. На снимке 20 апреля 2014 г. на 13 082-м витке запечатлен двойной кратер Гук диаметром 138 км и глубиной 2,4 км (46° ю.ш. и 316° в.д.), расположенный около северного края бассейна Аргир (Argyre Planitia) шириной 1800 км. Это одна из самых больших ударных структур на Марсе, возникшей при падении гигантского тела приблизительно 4 млрд лет назад. Кратер назван в честь английского физика и астронома Р. Гука (1635–1703). Он включает две различные геологические структуры, возникшие

от столкновения с небесными объектами: меньший кратер умещается внутри большого, который возник раньше. В центре меньшего кратера находится насыпной выпуклый холм с темными дюнами, образованный, возможно, отложениями песка и водяного льда. Рельеф местности влияет на течение ветров, образуя ловушку для песка и способствуя формированию дюн и линейных деталей рельефа – яранг. К югу от кратера Гука заметен тонкий слой углекислотного инея, покрывающего равнины.

19 октября 2014 г. сделаны снимки кометы C/2013 A1 (Siding Spring), пролетевшей в 11 тыс. км от Марса.

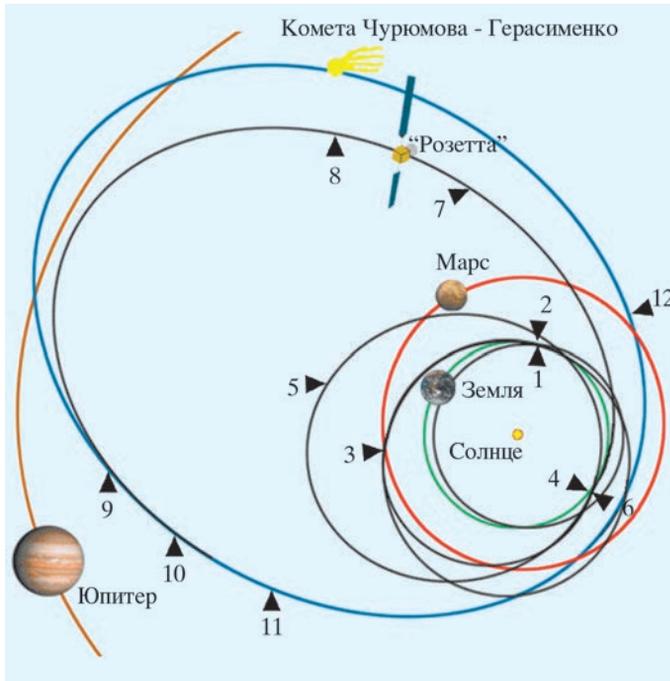
Исследования Марса продлены до 2016 г.

6. “Оппотьюнити” (“MER-2”, США). Марсоход “Оппотьюнити” (“Opportunity”) запущен 25 июня 2003 г., 25 января 2004 г. совершил мягкую посадку на Марс (Земля и Вселенная, 2004, № 1, с. 31, 36–37). “Оппотьюнити” продолжает исследования уже более 10 лет, время его работы превысило запланированное в 40 раз (!), он проехал 40,2 км. Рекорд пока принадлежит “Луноходу-2”, который в 1973 г. проехал 42 км. Марсоход сделал тысячи фотографий, обследовал почти десятков кратеров, определил состав пород, впервые обнаружил метеориты и получил неопровержимые доказательства существования воды на Марсе.

Ограничение, которое специалисты считали клю-

чевым при расчете гарантированного времени работы “Оппотьюнити”, было связано с работой солнечных батарей – единственного источника питания. Даже самые совершенные солнечные батареи на Марсе постепенно покрываются пылью, и со временем их эффективность падает настолько, что аппарат уже не сможет обеспечить потребности в энергопитании. Чувствительная электроника спрятана в теплоизолированном отсеке, который необходимо подогревать: ночью температура падает до -90° . Скопление пыли на солнечных панелях должно было привести к тому, что марсоход сначала перестал бы двигаться, а затем замерз. Этого не случилось, так как пыль легко сдувается ветром, особенно зимой. В 2013 г. эффективность батарей была 47%, а после “обдува” в 2014 г. она выросла до 60%.

Марсоход несколько месяцев исследует хребет Мюррея (Murray Ridge) в древнем 22-км ударном кратере Эндевор (Endeavour), в котором работает с августа 2011 г. Возбравшись на холмы, 18 апреля и 15 августа 2014 г. он произвел панорамную съемку местности. Затем марсоход двинулся дальше на юг к хребтам, образующим западную кромку кратера Эндевор. В августе 2014 г. бортовой компьютер “Оппотьюнити” самопроизвольно перезагружался более 10 раз. Это очень мешает научным исследованиям, поскольку



Траектория полета по гелиоцентрической орбите АМС “Розетта”: 1 – запуск в марте 2004 г., 2 – первый пролет у Земли в марте 2005 г., 3 – пролет мимо Марса в феврале 2007 г., 4 – второй пролет у Земли, 5 – сближение с астероидом Штейнс в сентябре 2008 г., 6 – третий пролет у Земли в ноябре 2009 г., 7 – сближение с астероидом Лютеция в июле 2010 г., 8 – перевод в “спящий” режим в июле 2011 г., 9 – “пробуждение” АМС в январе 2014 г., 10 – выход на орбиту кометы в августе 2014 г., 11 – посадка спускаемого аппарата на поверхность ядра кометы в ноябре 2014 г., 12 – завершение программы в августе 2015 г. Рисунок ESA.

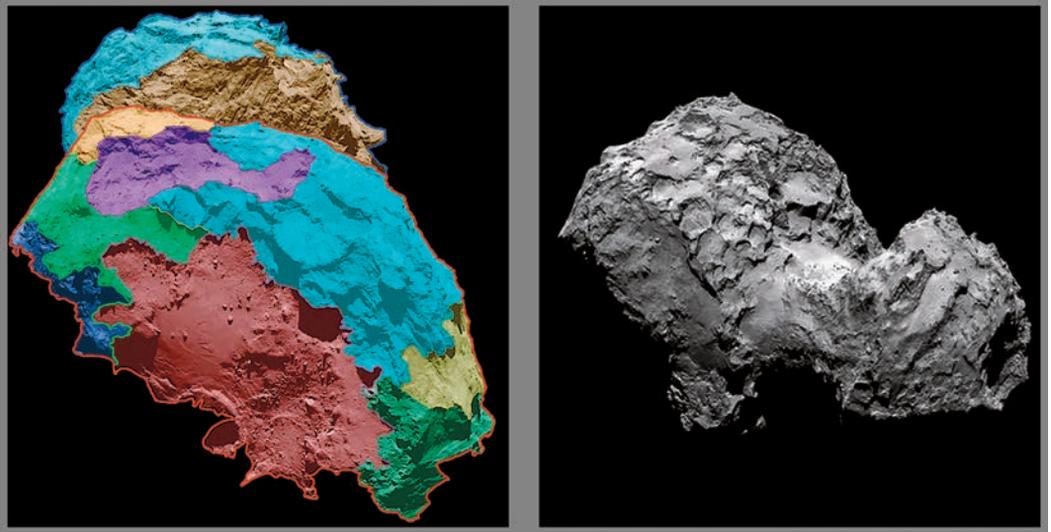
восстановление после каждой перезагрузки занимает 1–2 сут. Чтобы очистить флэш-память компьютера, в сентябре проведено ее реформатирование. В планах марсохода – изучение богатой алюминием глины, которая была обнаружена на снимках с орбиты.

Работа марсохода “Оппортюнити” продлена до конца 2015 г.

7. “Розетта” (“Rosetta”, ESA). АМС запущена

2 марта 2004 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 4, с. 47–49). С мая 2011 г. по январь 2014 г. “Розетта” находилась в “спящем” режиме, за 10 лет сделала три витка вокруг Солнца по гелиоцентрической орбите. 20 января 2014 г. она “проснулась” по сигналу внутреннего таймера, до ядра кометы 67Р Чурюмова – Герасименко оставалось 28 тыс. км, скорость сближения – 48 м/с. 2 июля проведена очередная

коррекция траектории полета, скорость относительно кометы уменьшилась на 25,8 м/с. В июле “Розетта” получила первые данные о комете, определив, что ядро имеет неправильную форму. В это время комета еще не была активна, она находилась на расстоянии 544 млн км от Солнца, между орбитами Марса и Юпитера. Истечение водяного пара происходило со скоростью 0,3 л/с, температура была близка к -70°C . По мере приближения к Солнцу темпы дегазации ядра возросли. Постепенный нагрев ядра приведет к сублимации льда, истечению газа и пыли, формированию комы кометы. 3 августа на дистанции 285 км до ядра кометы сделан первый снимок с разрешением 5,3 м, изучение кометы ведется с использованием 11 научных приборов. 7 августа АМС приблизилась к ядру кометы на 100 км, 17 августа она вышла на “треугольную” орбиту вокруг ядра высотой около 80 км – впервые в истории! Измерены состав и плотность комы, передано уже более 40 тыс. спектров. Ударный анализатор и аккумулятор пыли зафиксировал испущенные кометой первые частицы из силикатов и органики с незначительными примесями. Местами количество угарного газа примерно равно количеству водяного пара, обнаружены аммиак, метан и метанол. С 24 августа по 3 сентября АМС двигалась по орбите в 50 км от ядра, делая повороты 24, 27 и 31 августа. 3 сентября станция перешла на орбиту картографирова-



Различные морфологические участки поверхности ядра кометы 67P Чурюмова – Герасименко, по снимкам АМС “Розетта”. 11 сентября 2014 г. Справа – ядро кометы. Снимок сделан 3 августа 2014 г. АМС “Розетта” с расстояния 285 км. Рисунок и фото ESA.

ния, удаленную от поверхности ядра на 30 км. 18–24 сентября “Розетта” двигалась вокруг ядра по орбите высотой 28×29 км, с периодом обращения 13 сут 15 мин. 24 сентября она перешла на орбиту, удаленную от ядра на 20 км, 29 сентября совершила маневр и вышла на рабочую круговую орбиту высотой 6 км.

12 ноября спускаемый аппарат “Филы” (“Philae”, 10 приборов) массой 100 кг совершил посадку на поверхность ядра кометы в области J. В течение 3 сут он передал снимки ее поверхности, просветил недра радаром, пробурил породу на глубину несколько сантиметров, взял пробы грунта и исследовал его морфологические, химические, микробиологические и другие свойства в пироллизерах.

Снимки ядра кометы с разрешением до 75 см (!), полученные с помощью системы обработки изображений OSIRIS (см. стр. 2 обложки), были проанализированы, и в начале сентября была подготовлена карта поверхности с выделением отдельных областей, каждую из которых характеризует особая морфология. Ядро состоит из двух частей, соединенных перешейком. Его масса, оцененная с точностью 10%, – 10^{13} кг, оно вращается, делая оборот за 12,4 ч. На снимках хорошо различаются три типа ландшафтов. Первый тип – очень гладкий: поверхность будто укутана покрывалом из мелкой пыли, скрывающей детали рельефа – кратеры полностью засыпаны материалом. Второй тип – с полями валунов, их особенно много в области перемычки. Третий тип – слоистые по-

роды, расположенные вблизи перемычки на меньшей половине ядра. Необычный рисунок поверхности вызван преимущественной ориентацией хребтов и борозд, что подтверждает большую прочность горных пород в этой области. Есть области, где доминируют утесы, углубления, кратеры, валуны и параллельные борозды. Некоторые из них выглядят давно сформированными, другие появились благодаря активности кометы: обломки, выброшенные газовыми струями, падали на поверхность.

В планах “Розетты” – наблюдать за эволюцией кометы по мере приближения к Солнцу, радиозондировать ядро для изучения ее внутренней структуры, определять температуру различных участков поверхности, плотности и температуры газов в коме. “Розетта” про-

должит следовать за кометой так долго, как только сможет. Комета Чурюмова – Герасименко пройдет перигелий 13 августа 2015 г., в этот момент она будет в 1,29 а.е. (185 млн км) от Солнца.

8. “Мессенджер” (“Messenger”, США). АМС запущена 3 августа 2004 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 6; 2005, № 2). Напомним, что 18 марта 2011 г. АМС вышла на орбиту вокруг Меркурия, став первым искусственным спутником этой планеты (Земля и Вселенная, 2012, № 2, с. 41). С апреля 2012 г. “Мессенджер” делает три оборота вокруг Меркурия в сутки. С марта 2013 г. высота перицентра орбиты станции посте-

пенно уменьшается, причем точка перицентра находится над Северным полюсом Меркурия. 17 июня 2014 г. “Мессенджер” успешно скорректировал свою орбиту, подняв высоту перицентра с 114 км до 156 км. Из-за возмущений Солнца высота перицентра снова начала снижаться и опустилась до 24,3 км. 12 сентября на станции включили четыре самых мощных двигателя на 2 мин, после чего высота перицентра увеличилась до 94 км, период обращения – до 8 ч. Еще два маневра по подъему орбиты выполнены 24 октября 2014 г. и 21 января 2015 г. В марте 2015 г. станция упадет на поверхность Меркурия.

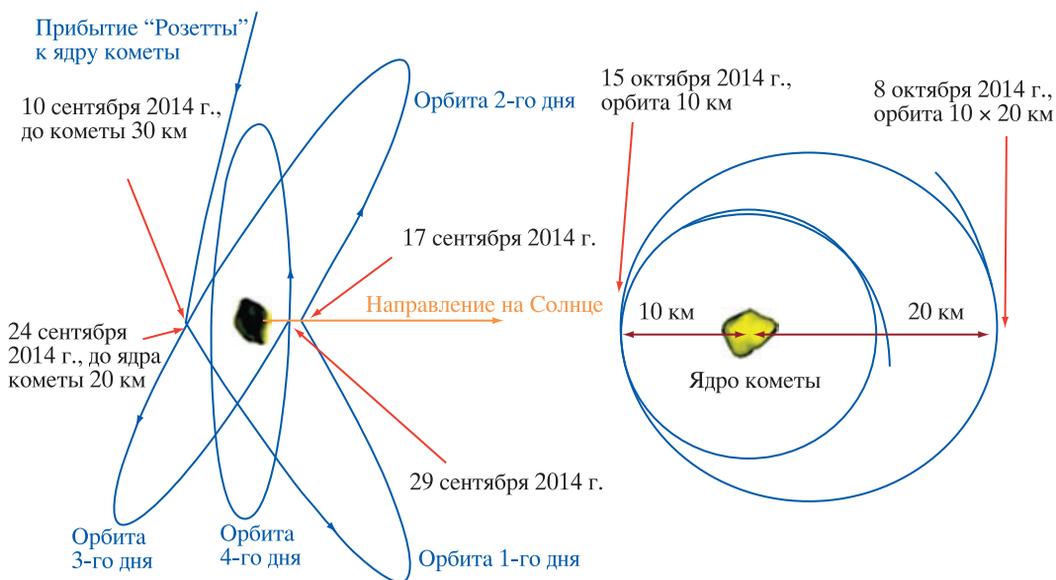
Данные, полученные “Мессенджером”, коренным образом изменили наши представления о геологии Меркурия, природе и характере его вулканизма, истории глобального сжатия планеты. Под поверхностью Меркурия были обнаруже-

ны ямы и пустоты, возникшие при выделении летучих из коры планеты.

Анализ снимков Меркурия, сделанных АМС, показывает, что вулканизм оказал огромное влияние на поверхность планеты. На Меркурии действовали гораздо более мощные вулканы, чем до сих пор считалось. Обнаружены обширные пирокластические потоки пепла, указывающие на возможно вулканическую природу этих участков поверхности. Языки пирокластов иногда удалены от самих впадин на 50 км, что намекает на весьма мощные (даже по земным меркам) взрывные выбросы вулканической природы. Чтобы забрасывать пирокласты столь далеко, магма должна была быть переполнена легкими газами. Как же можно объяснить изобилие в древней магме Меркурия вулканических газов?

На Меркурии есть необычные формы рельефа,

Траектория полета “Розетты” вокруг ядра кометы с 10 сентября по 15 октября 2014 г. Слева – вид сбоку, справа – со стороны Солнца. Рисунок ESA.



отражающие его древнюю тектоническую активность. Проанализировав огромный массив данных и снимки АМС с изображением “дольчатых откосов”, возникающих из-за остывания и сжатия недр планеты, планетологи пришли к выводу, что радиус Меркурия уменьшился на 5–7 км за последние 4 млрд лет. Это означает, что Меркурий “сжимается” в 2–8 раз быстрее, чем предполагалось. Во время этой работы ученые использовали полную топографическую карту поверхности Меркурия, созданную в марте 2013 г.

Солнечный ветер не равномерен, он содержит отдельные потоки и закручивающиеся струи, делающие космическую погоду столь же разнообразной и переменчивой, как погода на Земле. Недавно ученые впервые зафиксировали на Меркурии аномальный горячий поток. Когда солнечный ветер со сверхзвуковой скоростью набегаёт на магнитосферу или ионосферу планеты, образуется головная ударная волна. Аномальные горячие потоки состоят из частиц очень горячего солнечного ветра, отклонённых этой ударной волной. Подобные потоки уже наблюдались в окрестностях Земли, Венеры, Марса и Сатурна.

В заключительный год работы АМС “Мессенджер” переключилась с глобального обзора всей планеты на изучение отдельных узких участков. Во время съёмки поверхности Меркурия с малой высоты и с высоким разрешением изучают-



Северо-восточный край кратера Сюз на Меркурии. Дно кратера затоплено лавой, видны загадочные светлые ямы (пустоты). Кратер назван в честь американского детского писателя и художника Теодора Сюза. Снимок сделан 16 декабря 2013 г. АМС “Мессенджер” (разрешение – 32 м). Фото NASA.

ся фронты вулканических потоков, тектонические особенности, слоистость стенок кратеров. Предполагается определить состав поверхности, магнитное и гравитационное поля Меркурия.

9. “Дип Импакт” (“Deep Impact”, США). АМС запущена 12 января 2005 г. (Земля и Вселенная, 2005, № 5). Станция обращается по гелиоцентрической орбите: афелий – 1,09 а.е., перигелий – 1,09 а.е., наклонение – 4,2°, период обращения – 365,4 сут. Напомним, что 4 ноября 2010 г. АМС пролетела около ядра кометы Хартли-2 (103P/Hartley 2) и

передала снимки и спектры ядра кометы (Земля и Вселенная, 2011, № 2). После исследования кометы “Дип Импакт” занимается поисками астероидов по дополнительной программе “Deep Impact/EPOXI”.

10. “Марсианский орбитальный разведчик” (“Mars Reconnaissance Orbiter”, США). АМС стартовала 12 августа 2005 г., вышла на орбиту искусственного спутника Марса в октябре 2006 г. (Земля и Вселенная, 2005, № 6, с. 56). Станция передала более 2 тыс. метеорологических данных, 220 тыс. снимков Марса, созданы



Дно кратера Виноградов диаметром 224 км на Марсе. Съемка камерой высокого разрешения HiRISE проведена зимой после полудня по местному времени. Снимок получен 1 июля 2014 г. АМС "Марсианский орбитальный разведчик" с расстояния 261,2 км (разрешение – 26 см). Фото NASA.

карты минерального состава поверхности и проведена радиолокационная съемка полярных шапок и подповерхностных слоев грунта. АМС продолжает работу на круговой орбите высотой 300 км, наклонением 89,2°, с периодом обращения 62 мин (Земля и Вселенная, 2012, № 2, с. 110–111). С помощью радара получены новые данные о ландшафте Северной полярной шапки.

Камера высокого разрешения HiRISE продолжает фотографировать одни и те же регионы Марса. Например, в июле 2014 г. переданы снимки 224-км старого полуразрушенного кратера Виноградов в южной части Жемчужной земли (Margaritifer Terra; 4° ю.ш. и 25° з.д.), расположенной к югу от экватора.

Юго-восточная часть дна кратера покрыта множеством загадочных ярких пятен – это обнажения коренной породы, выступающей из-под слоя темного песка. Происхождение светлых пород, ориентированных в направлении северо-запад – юго-восток, пока неизвестно. Они могут быть выброшены из соседнего кратера, результатом эрозии кромки кратера Виноградов или каких-либо других процессов.

Достаточно распространенный тип рельефа на поверхности Марса – овраги. Сравнение снимков одних и тех же оврагов, сделанных с интервалом в несколько лет, показало, что их рельеф изменяется достаточно быстро зимой или ранней весной. Ученые предполагают, что это вызвано влиянием

замерзшей углекислоты, которая с наступлением зимы инеем оседает на склонах оврагов, а весной сублимирует. Песчинки рассыпаются, уменьшая силы сцепления в отдельных песчинках и мелких камешках. В результате происходят многочисленные осыпи и обвалы, потоки песка и щебня формируют характерный дольчатый вид у стенок многих кратеров. В устье одного из оврагов появились отложения нового щебневого потока, на склоне форма оврага изменилась из-за эрозии и отложений сыпучего материала.

Получены новые снимки пылевых вихрей в марсианской атмосфере. Пылевые смерчи возникают так же, как в пустынях на Земле: сильный нагрев поверхности солнечным светом приводит к увеличению температуры приземного воздуха, который из-за своей меньшей плотности, закручиваясь, поднимается в виде колонны. Ветер гонит эту "колонну" вперед, и она захватывает с поверхности грунта пыль и мелкий сор. На одном из таких удачных снимков можно увидеть сразу три "пылевых дьявола" и оценить их высоту.

Программа исследований АМС рассчитана до конца 2015 г.

11. "Венера Экспресс" ("Venus Express", ESA). АМС запущена 9 ноября 2005 г., вышла на орбиту искусственного спутника Венеры 16 апреля 2006 г. (Земля и Вселенная, 2006, № 3). После маневров станция перешла на рабочую орбиту высотой 250 × 66 000 км,

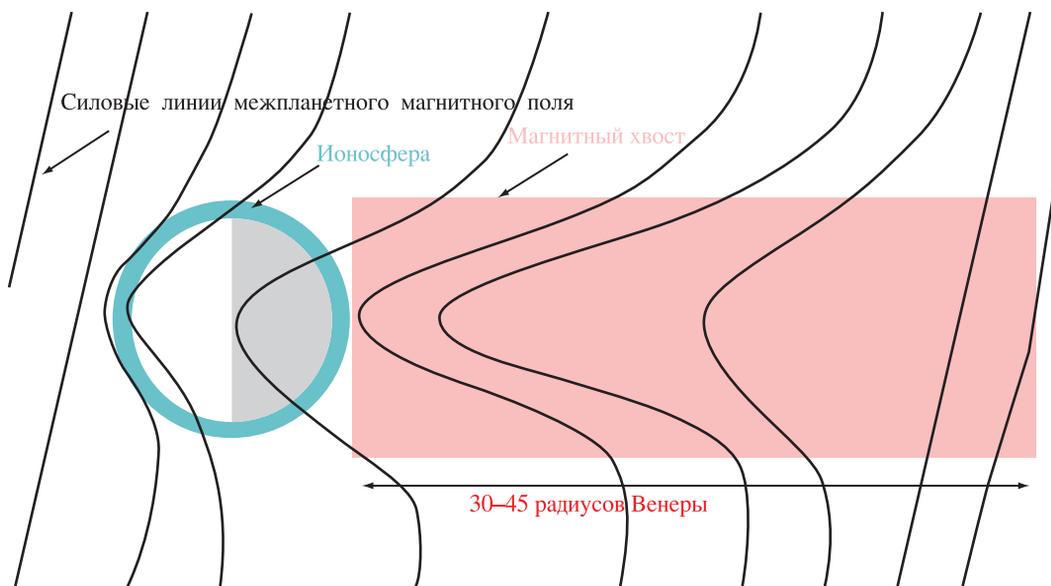


Схема взаимодействия ионосферы Венеры с солнечным ветром и межпланетным полем, формирующими индуцированную магнитосферу. Магнитный хвост Венеры – область на теневой стороне планеты, где магнитно-силовые линии выглядят как растянутая рогатка. По данным АМС “Венера Экспресс”. Рисунок ESA.

наклоном 89° , с периодом обращения 24 ч.

20 мая 2014 г. ИСВ “Венера Экспресс” перешла на новую фазу исследований – аэроторможения. На каждом витке, проходя перигелий своей орбиты, станция погружается в агрессивную атмосферу Венеры. Так, 18 июня 2014 г. она пролетела на высоте около 136 км, через 5 сут спустилась до высоты 130 км. Атмосфера на этих высотах уже достаточно плотная, чтобы оказывать заметное сопротивление движению аппарата. Во время погружения 18 июня акселерометры станции зафиксировали динамическое давление $0,13 \text{ атм/м}^2$. Предполагается, что при дальнейших погружениях это давление вырастет до $0,4\text{--}0,6 \text{ атм/м}^2$, поскольку с каж-

дым витком перигелий орбиты оказывается все ниже. 29 июня давление набегающего атмосферного потока превысило $0,4 \text{ атм/м}^2$. Измерение силы сопротивления атмосферы позволяет определить ее плотность на разных высотах на дневной и ночной стороне. Аэроторможения продлились до 11 июля 2014 г., затем высота перигелия орбиты “Венера Экспресс” была поднята до 470 км.

На снимках, переданных станцией, обнаружены яркие пятна в молодой рифтовой зоне – Каньоне Ганики (Ganiki Chasma). Эту область 36 раз наблюдала камера VMC. Из снимков была составлена мозаика, на ее основе построена карта относительной поверхностной яркости. Оказалось,

что пятна расположены в одних и тех же местах на поверхности Венеры. В течение нескольких витков они остаются яркими, а потом исчезают. Планетологи полагают, что яркие пятна представляют собой потоки лавы или выбросы вулканических газов, а возможно, то и другое одновременно.

Ученые из ИКИ РАН, используя магнитогидродинамическую модель и данные “Венера Экспресс”, определили длину магнитного хвоста Венеры – $30\text{--}45$ радиусов планеты ($187,6\text{--}266,3$ тыс. км), что примерно в шесть раз меньше прежних оценок.

“Венера Экспресс” в течение 7 лет передавала информацию о структуре и плазменных процессах в магнитном хвосте Венеры.

У нее, в отличие от других планет Солнечной системы, нет собственного магнитного поля. Тем не менее, вокруг планеты формируется индуцированная магнитосфера, возникающая из-за взаимодействия солнечного ветра с ее ионосферой. При этом на дневной стороне силовые линии межпланетного магнитного поля растягиваются. На теневой стороне силовые линии постепенно выпрямляются под воздействием сил магнитного натяжения. На некотором удалении от планеты магнитный хвост с характерной конфигурацией силовых линий заканчивается.

Работа станции продлена до конца 2015 г.

12. “Новые горизонты” (“New Horizons”, США). АМС стартовала 19 января 2006 г. и продолжает полет к Плутону, вблизи которого пролетит 14 июля 2015 г. Напомним, что в сентябре 2009 г. начал поиск объектов в поясе Койпера для исследований (Земля и Вселенная, 2007, № 1). До 2015 г. станция будет находиться в спящем режиме, время от времени “пробуждаясь” для проверки работы систем и приборов. 2 июня 2014 г. она миновала очередной рубеж: расстояние между ней и Плутоном стало меньше 3 а.е. В июле – августе 2014 г. Космический телескоп им. Хаббла провел интенсивные наблюдения области неба в созвездии Стрельца, где сейчас находится Плутон, в поисках транснептуновых объектов, с которыми АМС могла бы встретиться после пролета системы Плутона. По результатам наблюдений

ученые NASA выберут наиболее подходящий объект. После сближения с Плутоном траектория станции будет изменена, чтобы через 3–4 года аппарат смог пролететь мимо выбранного объекта. Скорее всего, это будет небольшое небесное тело диаметром 50–100 км.

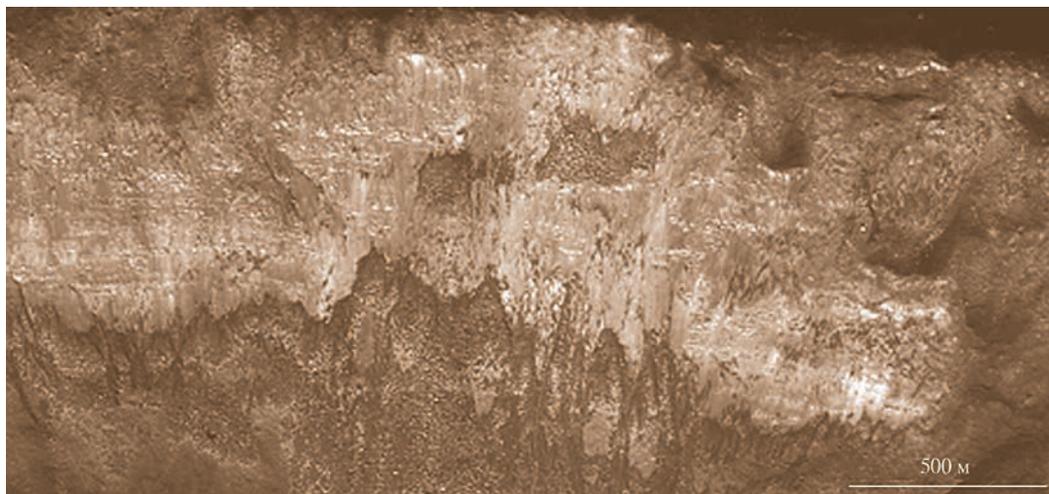
13. “Доун” (“Dawn”, США). АМС запущена 27 сентября 2007 г. (Земля и Вселенная, 2008, № 1). Станция в течение года (до июля 2012 г.) исследовала астероид Веста ($458 \times 560 \times 578$ км), выйдя на орбиту вокруг нее. Она измерила массу и гравитационное поле Весты, определила ее форму, рельеф поверхности и минеральный состав (Земля и Вселенная, 2012, № 1, с. 35–37; 2012, № 3, с. 40). 26 августа 2012 г. АМС “Доун” удалась от Весты и отправилась к карликовой планете Церере (909×975 км). 19 сентября 2014 г. АМС и ближайшую к Земле карликовую планету разделяло 4,44 млн км, скорость сближения была 650 м/с. В апреле 2015 г. станция должна достигнуть Цереры и выйти на орбиту ее искусственного спутника. На круговой полярной орбите высотой 1470 км, с периодом обращения 19 ч “Доун” в течение двух месяцев сможет шесть раз сфотографировать всю поверхность Цереры. За это время станция сделает более 80 витков. Сравнимая снимки одних и тех же областей, предполагается измерить глубину кратеров, высоту гор и крутизну склонов, создать топографическую карту Цереры. С помощью спектро-

метра видимого и инфракрасного диапазона будет определен элементный состав поверхности. Детектор нейтронов и гамма-лучей измерит радиационный фон в окрестностях Цереры.

В мае 2015 г. высота орбиты будет снижена до 140×860 км для исследований гравитационного поля Цереры и ее недр. Возможно, после Цереры АМС направят к астероиду Паллада.

14. “Лунный орбитальный разведчик” (“Lunar Reconnaissance Orbiter”, США). АМС стартовала 18 июня 2009 г. (Земля и Вселенная, 2009, № 6). 23 июня 2009 г. станция вышла на орбиту искусственного спутника Луны высотой 31×199 км, наклонением 89° , с периодом обращения 123 мин. Она продолжает делать снимки отдельных областей Луны с полярной орбиты, используя камеру высокого разрешения LROC. На одном из снимков заметны следы очищения склонов сравнительно большого кратера от пыли и камней за счет гравитации и сейсмической активности. Весь обломочный материал скапливается на дне кратера. Оползень обнажил окаймленные слои морских базальтов.

В марте 2014 г. опубликована интерактивная карта Северной полярной области Луны выше 60° (разрешение – 2 м). Она создана на основе 10 581 снимка объемом 3,3 Тб, полученных двумя узкоугольными камерами, собранных за 5 лет полета станции. Размеры карты впечатляют: она образует квадрат 931×070



Восточная стенка кратера Эригон (Herigonius) диаметром 16 км в южной части Океана Бурь на Луне. Вдоль верхней части стенки можно проследить отдельные слои застывшей лавы. Обломочный материал и отдельные валуны скатываются по склону на дно кратера. Кратер назван в честь французского математика и астронома Пьера Эригона. Снимок сделан 14 апреля 2014 г. АМС “Лунный орбитальный разведчик”. Фото NASA.

на 931 070 пикселей, общий объем изображения – 867 млрд пикселей. Если распечатать карту с обычным разрешением 300 пикселей на дюйм, то ее размеры превысят футбольное поле. Для удобства пользователей она разделена на миллионы маленьких сжатых файлов.

Более пяти лет на борту АМС проводится эксперимент по картированию подповерхностного льда с помощью российского нейтронного детектора ЛЕНД (Lunar Exploration Neutron Detector). Накоплен значительный объем данных, по которым были построены детальные карты потока нейтронов в окрестностях Северного и Южного полюсов Луны с обозначением регионов, где выявлено высокое содержание воды. Обнаружены признаки во-

дяного льда в приполярных районах, освещенных Солнцем. Возможно, водяной лед в грунте этих районов находится под сухим слоем реголита, который предохраняет его от испарения. Чтобы проверить эти данные, необходимы дальнейшие исследования, в том числе анализ образцов грунта, который намечено доставить на Землю российскими АМС “Луна-25 и -27”.

Планируется, что станция будет работать до начала 2015 г.

15. “Акацуки” (“Akatsuki”, Япония). АМС и экспериментальный КА “Икар” (“Icaros”) запущены 20 мая 2010 г. (Земля и Вселенная, 2009, № 6, с. 75–76). Предполагалось, что “Акацуки” займется мониторингом атмосферных процессов Венеры, но 8 декабря 2010 г. из-за сбоя в работе тормоз-

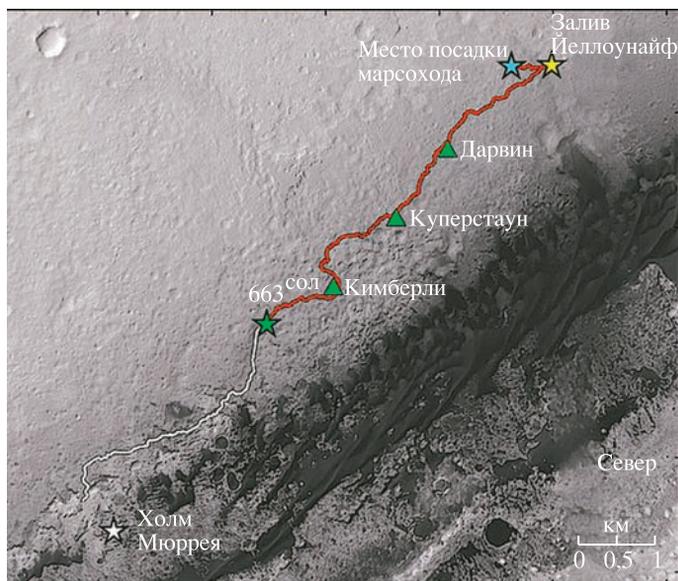
ного двигателя станция не вышла на орбиту ИСВ. Сейчас “Акацуки” находится на гелиоцентрической орбите. Проверяется возможность повторного включения двигателя. Если двигатель и научные приборы останутся в рабочем состоянии, то в конце 2016 г. станцию при сближении с Венерой попробуют перевести на орбиту ИСВ для исследований.

16. “Юнона” (“Juno”, США). АМС стартовала 5 августа 2011 г. (Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 31). Продолжается полет станции к Юпитеру. 8 сентября 2014 г. расстояние между Землей и АМС достигло 670 млн км, с момента запуска она преодолела 2,3 млрд км (15,28 а.е.). 5 июля 2016 г. “Юнона” должна выйти на орбиту вокруг Юпитера с начальным периодом обращения 78 сут. Она сделает

32 витка вокруг этой планеты-гиганта и в течение года проведет комплекс научных экспериментов. 16 октября 2017 г. станция войдет в атмосферу Юпитера.

17. “Кьюриосити” (“Curiosity”, США). АМС “Марс Сайенс Лаборатори” (“Mars Science Laboratory” – марсианская научная лаборатория) стартовала 26 ноября 2011 г. (Земля и Вселенная, 2012, № 3, с. 110–112). 6 августа 2012 г. она доставила на поверхность Марса в кратер Гейла марсоход “Кьюриосити” массой 899 кг, оборудованный химической лабораторией и 9 научными приборами, среди них – российский прибор ДАН.

Весной 2014 г. марсоход на месяц остановился в местечке Кимберли и расверлил плиту песчаника Винджана, взял порошок и сделал химический анализ. Оказалось, что здесь больше магнетита, чем в образцах из низины Залива Йеллоунайф, который “Кьюриосити” изучал в течение 7 месяцев с февраля 2013 г. Пока не ясно, входил магнетит в состав базальта, разрушенного эрозией и сцементированного в песчаник, или образовался позднее в пропитанных водой базальтовых отложениях. В образце из Винджаны обнаружен также ортоклаз – богатый калием полевой шпат, один из самых распространенных минералов земной коры, но на Марсе его раньше не находили. Скорее всего, горные породы кромки кратера Гейла, из которых впоследствии образовался песчаник Винджана,



Карта движения марсохода “Кьюриосити” с момента посадки в августе 2012 г. до 18 июня 2014 г. (663-й сол; отмечено зеленой звездой). Далее марсоход будет двигаться в направлении древних гор Мюррей (Murray Formation). Рисунок NASA/JPL.

подверглись сложным геологическим процессам расплавления и застывания.

В середине мая “Кьюриосити” покинул область Кимберли и двинулся на запад. За 23 сут он проехал 1,5 км. Чтобы уменьшить темп повреждения острыми камнями колес марсохода, операторы выбирают более длинный, но безопасный путь по мягкому песчаному грунту дюн, поэтому маршрут длиной 3,9 км к выбранному месту у подножия горы Шарпа пересмотрен. Ученые надеются, что, изучив строение горы Шарпа, они смогут прочесть древнюю летопись геологической и климатической истории кратера Гейла.

За первый марсианский год (687 земных суток), к

24 июня 2014 г., марсоход прошел 7,9 км в кратере Гейла и передал на Землю более 190 Гб данных, собрал и проанализировал образцы скальных пород. Основная цель программы – определение потенциальной возможности развития микробной жизни в марсианских условиях, и эту задачу “Кьюриосити” успешно выполнил. Одним из первых открытий стало обнаружение русла древней реки. В районе Залива Йеллоунайф марсоход взял два образца аргиллита (камнеподобная глинистая порода, образующаяся в результате уплотнения, дегидратации) для исследования. Тщательный анализ показал, что когда-то на этом месте было пресноводное озеро, вода в нем содержала



Овраг Скрытая впадина (Hidden Valley) у подножия горы Шарпа. В низине скопились глубокие дюны, состоящие не из песка, а из его более тонкой фракции – алеврита (переходная форма между песком и пылью), похожего на цемент или какао-порошок. Снимок сделан 15 сентября 2014 г. “Кьюриосити”. Фото NASA.

все важные химические элементы, необходимые для микробной жизни. Обнаружены возможные следы микробов, похожих на земные. Все это указывает на то, что на Марсе, возможно, когда-то существовали простые формы жизни. Среди открытий, сделанных “Кьюриосити” в течение первого марсианского года, в NASA называют оценку радиации во время полета к Марсу и на его поверхности. В будущем это поможет ученым разработать защиту, необходимую в марсианской пилотируемой экспедиции. Одним из важных – измерение отношения тяжелых и легких изотопов химических элементов в марсианской атмосфере. Ученые пришли к выводу, что большая часть первичной атмосферы Марса рассеялась из-за утраты легких атомов в верхних слоях. В атмосфере Марса очень мало или вовсе нет метана.

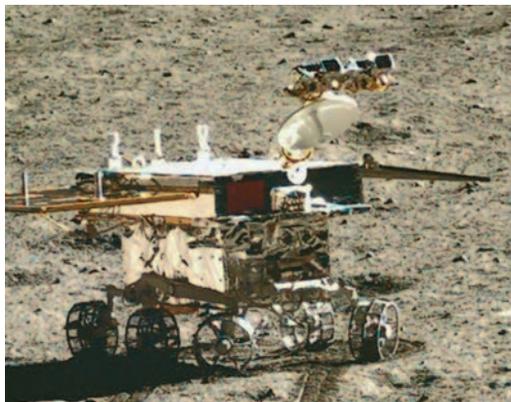
Следующий этап – геологические исследования

у подножия горы Шарпа в конце 2014 г. – начале 2015 г. По пути “Кьюриосити” будет производиться исследование грунта, атмосферы и радиоактивного фона планеты.

18. “LADEE” (Lunar Atmosphere and Dust Environment Explorer – исследовательский аппарат лунной атмосферы и пылевого окружения; США). Станция массой 383 кг (масса научной аппаратуры – 49,6 кг) запущена 7 сентября 2013 г., 6 октября вышла на высокоэллиптическую окололунную орбиту, 20 ноября – на рабочую орбиту ИСЛ высотой 12–60 км и начала выполнять основную научную программу по изучению пылевых частиц и экзосферы Луны (Земля и Вселенная, 2014, № 1, с. 106–107). 17 апреля 2014 г. она завершила свою работу, была сброшена на лунную поверхность и разбилась. Программа полета была рассчитана на 100 сут, но NASA

продлило его еще на 60 сут. За это время ИСЛ “LADEE” провел эксперимент по лазерной связи, в ходе которого был установлен рекорд по передаче информации, сделал снимки пылевых частиц, определил их состав, плотность и пространственное распределение.

19. “Мангальян” (“Mangalyaan”, или “Mars Orbiter Mission”, Индия). Станция выведена на околоземную орбиту 5 ноября 2013 г. (Земля и Вселенная, 2014, № 2, с. 62–63). Высоту орбиты повышали в ходе 6 коррекционных маневров 7, 8, 9, 11 и 16 ноября 2013 г., пока высота апогея не достигла 215 тыс. км и перигея – 600 км. 30 ноября ЖРД успешно перевел АМС на траекторию полета к Марсу. 11 декабря 2013 г. в 3 млн км от Земли проведена первая коррекция траектории полета, 11 июня и 22 сентября 2014 г. – вторая и третья коррекции. 24 сентября 2014 г. станция вышла



Китайский луноход “Нефритовый заяц” и посадочная ступень “Чанъэ-3” (справа) на Луне. Снимки сделаны 24 декабря 2013 г. Фото CNSA.

на первоначальную орбиту искусственного спутника Марса: высота – $421,7 \times 76\,993,6$ км, наклонение – 150° , период обращения – 72 ч 52 мин. Через несколько часов после выхода на орбиту ИСМ цветная камера станции сделала снимки Марса. Остальные научные приборы (лайман-альфа фотометр, спектрометр, датчик обнаружения метана в атмосфере и квадрупольный масс-анализатор для анализа частиц марсианской экзосферы) включены позднее. Научная программа включает исследование поверхности, морфологии, минералогии и атмосферы Марса.

Ожидаемая продолжительность работы – 6 месяцев.

20. “MAVEN” (Mars Atmosphere and Volatile EvolutionN – эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе, США). АМС запущена 18 ноября 2013 г. (Земля и Вселенная,

2014, № 2, с. 50–52), за 10 месяцев она преодолела 711 млн км. На борту станции работают 9 научных приборов: 5 детекторов для изучения солнечного ветра и ионосферы Марса, магнитометр, камера с УФ-спектрометром для исследования газового и изотопного состава нижних слоев атмосферы, масс-спектрометр для измерения соотношений концентраций ионов и нейтральных частиц. Данные “MAVEN” помогут понять, как Марс из полноводной планеты превратился в сухую пустыню, узнать причину изменения атмосферы.

21 сентября 2014 г. станция вышла на рабочую эллиптическую орбиту ИСМ: высота – около 150×6200 км, период обращения – 4,5 ч. Через 8 ч УФ-спектрометр получил первые снимки Марса с расстояния 36,5 тыс. км. На одном из них облако атомарного водорода простирается до 1 тыс. км над поверхностью Марса.

Основная программа исследований рассчитана на один год.

21. “Чанъэ-3” (“Chang’e-3”, Китай). АМС стартовала 2 декабря 2013 г. (Земля и Вселенная, 2014, № 2, с. 110). 14 декабря 2013 г. она доставила первый китайский луноход – Юйту (Yutu; “Нефритовый заяц”) – массой 120 кг в Залив Радуги (Sinus Iridium), находящийся в северо-западной части Моря Дождей ($44^\circ 12'$ с.ш. и $19^\circ 51'$ з.д.). 15 декабря луноход сошел с посадочной ступени на лунную поверхность и сделал первые снимки.

В декабре 2013 г. и в январе 2014 г. луноход исследовал окрестности посадочной ступени “Чанъэ-3” в течение двух первых лунных дней, пройдя всего 100 м. Однако перед началом второй лунной ночи, 25 января, операторы лунохода обнаружили, что он перестал двигаться. Попытки найти и устранить неисправность в ходовой системе ни к чему не привели. В конце июля 2014 г. высказано заключение: луноход сломался из-за большого количества камней в месте посадки. Как оказалось, местность, где высадился “Нефритовый заяц”, изобиловала круп-

ными острыми камнями. На снимках ИСЛ выбранная местность казалась обманчиво ровной, легко проходимой для маленьких колес лунохода. Скорее всего, луноход повредился, сталкиваясь с острыми обломками скал. 6 сентября 2014 г., когда начался десятый лунный день, “Чанъэ-3” и луноход все еще функционировали. “Нефритовый заяц”, кото-

рый должен был за три месяца пройти 10 км, теперь как стационарная платформа, панорамной камерой фотографирует местность, но из-за неподвижности мачты камера направлена в одну сторону.

Посадочный модуль “Чанъэ-3”, рассчитанный на 1 год, за первые 4 месяца работы передал на Землю 118,5 Гб информации, в

том числе более 600 снимков камеры жесткого ультрафиолетового диапазона и 32 тыс. снимков, полученных ультрафиолетовым телескопом.

По материалам NASA, JPL, ESA, EADS-Astrium, JAXA, CNSA, ИКИ РАН, информмагистров, интернет-сайтов “Астронет” и “Space News” за 2013–2014 гг.

Информация

Запуск японского метеоспутника

7 октября 2014 г. очередной метеоспутник “Химавари-8” (подсолнух) японского аэрокосмического агентства JAXA был запущен с помощью РН “Н-2А” с космодрома Танегасима и выведен на низкую околоземную орбиту высотой 260 км. Спутник сможет предупреждать о тайфунах, извержениях вулканов и других стихийных природных явлениях. Он превосходит своих предшественников по точности наблюдения и скорости обработки информа-



Японский метеоспутник “Химавари-8” на околоземной орбите. Рисунки JAXA.

ции. Данные о приближении тайфунов и грозах в районе Японского архипелага будут обновляться каждые 2,5 мин. Изображения высокого разрешения позволят метеорологам собрать более точные данные и спрогнозировать,

когда может произойти событие. К лету 2015 г. “Химавари-8” должен выйти на рабочую орбиту наблюдения высотой 36 тыс. км.

Пресс-релиз JAXA,
7 октября 2014 г.

85 лет мы зажигаем звезды

Ф.Б. РУБЛЁВА,
научный директор Московского планетария

В 2014 г. старейшему в России Московскому планетарию исполнилось 85 лет. Он был открыт в 1929 г. и стал тринадцатым в мире (Земля и Вселенная, 1979, № 6). Однако в развитии инновационных и методических технологий он всегда был первым: показ мерцающих звезд, полярных сияний, яркие рассветы, облака, звездопады, затмения... Эти новшества появились в Планетарии благодаря талантливым и увлеченным людям, которыми славился московский Звездный дом. Аудиовизуальные программы, насыщенные яркими демонстрациями, пронизанные тонким лиризмом, поэзией и музыкой, до сих пор не имеют аналогов в мире.

Сегодня Московский планетарий представляет собой культурно-просветительский центр, отвечающий запросам XXI в. по степени оснащенности и разнообразию естественнонаучных, образовательных и



культурных программ. Он снабжен самыми современными специализированными системами и новейшим технологическим оборудованием, уникальными наглядными пособиями – оптоволоконным проектором звездного неба “Universarium MIX”, телескопами, приборами и экспонатами музеев. Его можно рассматривать как первое “умное” здание, где интересующиеся астрономией посетители могут получить объективную информацию о самых современных достижениях науки и результатах космических исследований. Показ

различных научно-популярных программ сочетается с музейно-выставочной деятельностью, широким спектром образовательной и научной активности. Высокопрофессиональный творческий коллектив Планетария разработал оригинальные научно-методические и технологические решения, направленные на достижение высокой эффективности процесса познания.

Открытый после масштабной реконструкции 12 июня 2011 г., Московский планетарий получил признание не только специалистов, ученых, научной общественности, но и многочисленных посетителей (Земля и Вселенная, 2012, № 1). За три года в нем побывало более трех миллионов человек, преимущественно дети и молодежь. Планетарий успешно решает актуальную для города и всей страны образовательную задачу – способствует формированию научной картины мира, обеспечивает



Купол Московского планетария. Вид со стороны астрономической площадки. Фото Л. Кошман.

всестороннее внешкольное образование детей в области естественных наук, привлекает молодежь к науке и технической творчеству. Здесь посетители знакомятся с планетами Солнечной системы и устройством Вселенной, с основными физическими законами и явлениями природы, с историей развития науки и инструментов познания мира.

К своему юбилею Планетарий пришел с новыми победами и достижениями. В 2013 г. его авторский коллектив

был удостоен высокой награды – премии Правительства Российской Федерации в области образования за научно-практическую разработку «Создание инновационно-образовательного центра «Московский планетарий» для популяризации естественнонаучных знаний и внедрения эффективных технологий обучения». 15 июля 2014 г. на фасаде здания Планетария был установлен памятный знак «Лучший реализованный проект в области инвестиций и строительства 2011–2013 гг.». Официальный сайт Планетария признан лучшим астрономическим сайтом 2012 г., в 2014 г. он победил во Всероссийском конкур-

се «Золотой сайт» (www.planetarium-moscow.ru). Мы завоевали гран-при конкурса «7 чудес света», одержали победу в городском смотре-конкурсе «Город для всех» и «Музейный инспектор».

В Московском планетарии разработана и успешно реализуется обширная благотворительная программа. В рамках ежегодного благотворительного проекта «Планетарий – детям» более 60 тыс. школьников посетили комплекс на безвозмездной основе. Всего на благотворительной основе Планетарий смогли посетить более 90 тыс. человек.

Для нас очень важно сохранить неизменный интерес к Планетарию

нашей аудитории: детей, молодежи, взрослых. Чтобы в залах Планетария всегда было многолюдно, интересно и увлекательно, развивается тематика программ и фильмов Большого Звездного зала, разрабатываются новые интерактивные программы, открываются новые площадки, выставки, появляются новые экспонаты и экспозиции.

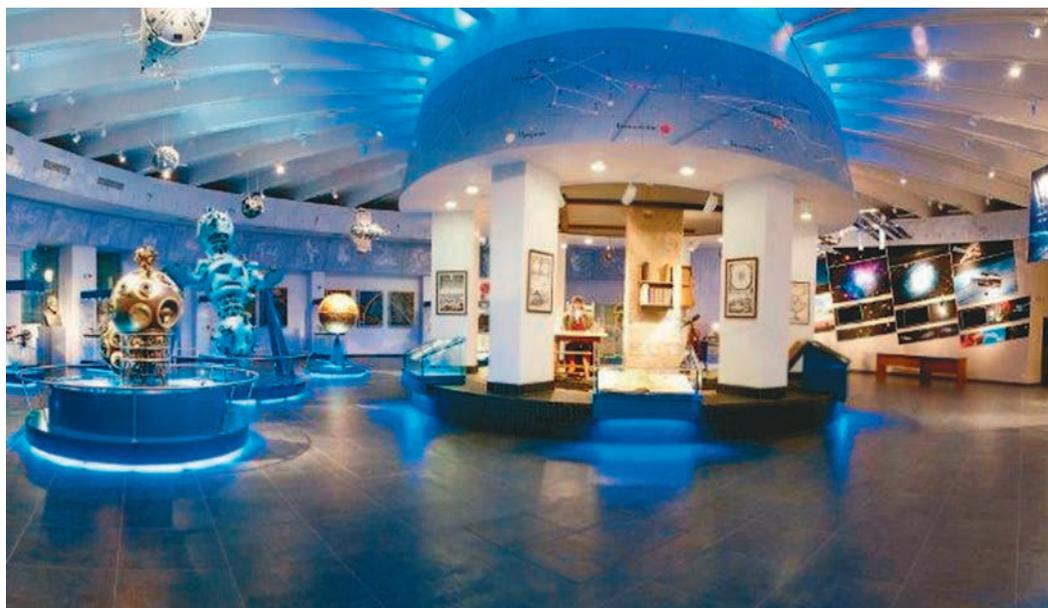
Программы Большого Звездного зала, демонстрируя удивительную по красоте и естественности картину звездного неба, оставляют незабываемые впечатления. Каждый сеанс начина-

ется с обзора созвездий, знакомства с самыми яркими и необычными небесными объектами, галактиками, туманностями, звездными скоплениями, доступными для наблюдений в разные сезоны года. Цикл “Времена года” призван показать, как меняется картина звездного неба в течение года. Эти поэтические прогулки по звездному небу сопровождаются музыкой, навеянной пробуждением природы весной или мягкой грустью осеннего вечера. Тонкое кружево созвездий на огромном куполе-экране помогает запомнить их конфигурацию и положение на небесной сфере. Программа “Под небом Планетария” позволяет увидеть не только звезды, но и такие редкие явле-

ния природы, как солнечные и лунные затмения, а также узнать причину их происхождения; полюбоваться полярными сияниями и метеорными дождями. Программа “Возвращение к звездам” – своеобразное посвящение, дань памяти тем людям, которыми гордится Планетарий, их бесценному вкладу в его становление и развитие.

Красоту и романтику древнегреческих мифов о звездном небе раскрывает программа “Звезды о любви”. Она украсит самый романтический вечер. Не менее яркое впечатление производят полнокупольные фильмы. Полный купол (Fulldome) – молодая, но стремительно развивающаяся технология, благодаря которой возможны демонстрации на купо-

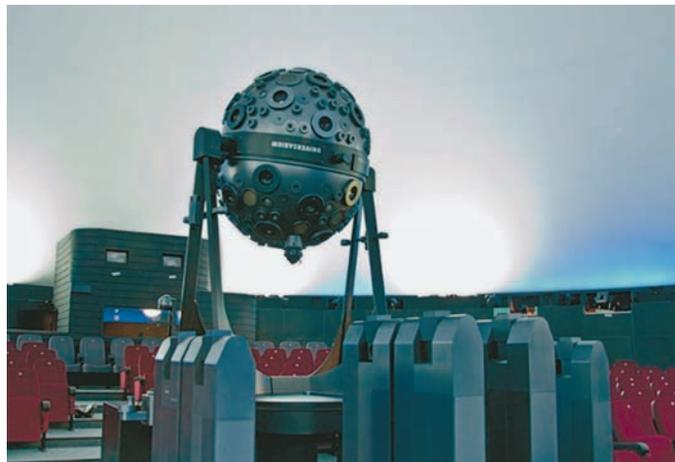
Музей Урании. Экспонаты музея рассказывают об истории астрономии и Планетария. Фото Л. Кошман.



*Большой Звездный зал
Московского планетария
с оптоволоконным проек-
тором "Universarium MIX".
Фото Л. Кошман.*

ле-экране. Специальные эффекты, потрясающая графика, высокое разрешение, контраст, динамичность сцен и событий – стандарт современных проекционных технологий.

В 2014 г. в репертуаре появились новые полнокупольные программы – “Супервулканы” и “Земля в движении”, которые созданы лучшими студиями. Фильм “Супервулканы” содержит информацию о крупнейших вулканах Солнечной системы – Тоба на Земле и Локи на Ио, спутнике Юпитера. Посетители за счет периферийного зрения, отвечающего за восприятие себя в трехмерном пространстве, “погружаются” в изображение, проецируемое на сферу, и испытывают эффект присутствия в виртуальной реальности. Картина извержения вулканов настолько реалистична, что создается ощущение, будто пространство зала окутывают клубы вулканического пепла и витает запах сернистого газа. Следы вулканической активности обнаружены и на других планетах и их спутниках. Перед посети-



телями возникает невероятный ландшафт Тритона, на этом спутнике Нептуна при температуре -235°C извергаются ледяные фонтаны – фантастическое зрелище! “Земля в движении” – это рассказ о динамике разнообразных природных процессов, настолько интересный и увлекательный, что невольно возникает вопрос: неужели все это происходит на нашей планете? На Земле царствуют вихри океанических и воздушных течений, грандиозные ураганы, смерчи и торнадо. Посетители встречаются лицом к лицу с акулами и гигантскими китами, наблюдают круговорот кислорода и углекислого газа, узнают о значении ветров и океанических течений, видят всю красоту, мощь и силу нашей прекрасной планеты. Сцены сменяют друг друга в ярком калейдоскопе событий, все находится в непрерывной

динамике. Оба фильма получили высокую оценку. Они не только интересны школьникам, но и отлично подходят для семейных просмотров в выходные и праздничные дни.

В летний период после сеанса в Большом Звездном зале посетители попадают в музей под открытым небом. Астрономическая площадка “Парк неба” представляет собой собрание приборов и инструментов для наблюдения и изучения небесных тел с древнейших времен до наших дней. Украшение необычного музея – единственная в своем роде коллекция действующих солнечных часов самых разнообразных конструкций. Есть даже аналемматические часы, стрелкой которых служит тень человека. В “Парке неба” сооружены две обсерватории – Большая и Малая. Большая обсерватория успешно работает



Астрономическая площадка "Парк неба". Большая (справа) и Малая обсерватории, стеклянная пирамида с маятником Фуко (в центре). Фото Л. Кошман.

вот уже четвертый сезон, в ней проводятся лекции и наблюдения. Ясным днем можно увидеть процессы, происходящие на Солнце. По размерам и количеству солнечных пятен посетители узнают о том, насколько оно спокойно или активно. Благодаря специальному оборудованию видны солнечные протуберанцы. В вечернее время при благоприятных условиях предстают взору Луна, планеты, кратные звезды, туманности, звездные скопления. Самые массовые телескопические наблюдения традиционно проходят в сентябре во время международной акции "100 часов астрономии", когда

все желающие свободно посещают "Парк неба". В хорошую погоду количество участников достигает нескольких сотен человек. Здесь проводятся экскурсии, наблюдения в различные телескопы, читаются лекции с демонстрацией изображения красивейших объектов Вселенной! Это настоящий праздник для любителей астрономии и всех, кто хочет приобщиться к прекраснейшей из наук.

1 сентября 2014 г., в День знаний, состоялось торжественное открытие Малой обсерватории на Астрономической площадке. Установленный в ней телескоп-рефлектор системы Ричи – Кретье-

на (диаметр объектива – 400 мм) смонтирован на специально изготовленной индивидуальной монтировке. Этот профессиональный инструмент предназначен не только для любительских, но и для более серьезных наблюдений и исследований. Он укомплектован необходимым оборудованием для удаленного доступа и последующей обработки результатов наблюдений. Малая обсерватория стала отличной научно-учебной базой для практических занятий астрономического кружка при Московском планетарии. Открытие Малой обсерватории завершает введение в эксплуатацию



комплекса, в который входят Большая, Малая обсерватории и радиотелескоп. Теперь посетителям “Парка неба” предоставляется возможность познакомиться с оптиче-

скими телескопами разных систем и инструментом, который работает в диапазоне радиоволн. Собранные на Астрономической площадке экспонаты позволяют оку-

Телескопические наблюдения в “Парке неба”. Очередная международная акция “100 часов астрономии”. Сентябрь 2014 г. Фото Я. Турилова.



нуться в увлекательную историю астрономии и освоения космического пространства, увидеть собрание древних и новых приборов познания Вселенной, оценить необходимость создания возобновляемых источников энергии.

Телескоп-рефлектор системы Ричи – Кретьена диаметром 400 мм в Малой обсерватории. Фото Л. Кошман.

В Малом Звездном зале, где купольный экран сочетается с динамическими креслами, посетители ждут премьеры нового фильма. “Полет фантазии” – это визуализация легендарного прыжка из стратосферы, который совершил австрийский парашютист Феликс Баумгартнер (Земля и Вселенная, 2013, № 2, с. 109–110). Испытать невероятное ощущение свободного полета и головокружительной скорости падения в атмосфере Земли, почувствовать себя воздухоплателем и восхититься окружающей красотой можно, не покидая удобных кресел Малого купольного зала Планетария.

Московский планетарий осваивает новые публичные площадки. 14 февраля 2014 г. открылась первая в России интерактивная выставка “Космонавтом быть хочу!” о профессии космонавта. На открытии выставки присутствовали дважды Герои Советского Союза летчики-космонавты В.А. Джанибеков и А.П. Александров, Герой Советского Союза и России летчик-космонавт С.К. Крикалёв, ветераны космодрома Байконур и космической отрасли, другие почетные гости. Экспозиция разместилась на отметке девять метров ниже уровня земли. Эта территория еще совсем недавно была недоступна

для посетителей. Теперь здесь организовано дополнительное выставочное пространство “Уровень 9”.

Посетителей, входящих с Садового кольца в аллею Планетария, встречает знаменитая “Волга” Юрия Гагарина, которая демонстрировалась на выставке, посвященной 80-летию первого космонавта планеты и 85-летию Планетария. На этой машине он совершал служебные поездки. На сиденье автомобиля лежит походный планшет, рядом – летная куртка. Кажется, что Юрий Алексеевич ненадолго вышел из автомобиля и вот-вот вернется...

Проект выставки “Космонавтом быть хочу” реализован совместно с Центром подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, при поддержке НПО им. С.А. Лавочкина, ОАО “Российские космические системы”, ОКБ “МАРС” и Московского энергетического института, телестудии Роскосмоса. Экспонаты рассказывают обо всех этапах подготовки к полету – от отбора до возвращения на Землю. Подлинные артефакты российских космических программ, многие из которых были строго засекречены, соседствуют на выставке с уникальными интерактивными приборами, изготовленными специально для этого проекта. Маршрут экспозиции включает в себя

семь этапов, каждый из которых содержит немало интересного. Посетители выходят на связь с бортом МКС, проходят испытания на центрифуге, “отправляются” на орбиту и даже “работают” в открытом космосе! Они видят Землю в иллюминаторе, совершают стыковку со станцией, фотографируются на поверхности Луны. На все это требуется много сил, поэтому обязательно нужно подкрепиться настоящей космической едой! “Вернуться” на Землю после полета посетители могут в спускаемом аппарате КК “Союз”, на котором тренировались экипажи. Для посетителей проводятся встречи с космонавтами, мастер-классы, конкурсы. Несколько месяцев вход на выставку украшала управляемая модель самоходного аппарата “Луноход-2”. Право на управление “Луноходом” получили победители конкурса. Выставка пользуется огромной популярностью среди москвичей и гостей столицы.

Московский планетарий охватывает широкий спектр интересов, находится на стыке многих наук и направлений. Это не только астрономия, но и смежные науки: космические исследования, науки о Земле, история астрономии, физика, экология, философия. Мои коллеги ведут научно-методическую,

Модель "Лунохода". Во время демонстрации ею управляли посетители Московского планетария. Фото Е. Кокиной.

образовательную и культурно-просветительскую деятельность.

Программы Планетария ориентированы на разные возрастные и социальные категории посетителей, для которых он служит кладовой информации о науке и технологиях, предоставляет возможность совершать удивительные открытия в процессе увлекательных путешествий в мир науки и техники. Всегда считалось, что основная аудитория Планетария – школьники, молодежь, люди старшего поколения. Но в XXI в. она значительно помолодела. К нам часто приходят молодые родители с маленькими детьми. Многие из родителей никогда не были в Планетарии. Они пытаются восполнить этот пробел и приобщить своих детей к занимательному семейному досугу. Родителям самим все интересно, и они считают, что дети разделят их интерес. Между тем для детей мы рекомендуем посещение музеев Планетария и Большого Звездного зала, начиная с семи лет. К сожалению, предложений для детей 4–6 лет у нас нет, и



нам кажется это несправедливым. Чтобы совсем юные гости не уходили с обидой в сердце и со слезами на глазах, мы решили обустроить для них новое, уютное и очень красивое помещение – холл Большой обсерватории, который находится в основании башни, под телескопом. Нестандартная геометрия помещения, высокий потолок, панорамное остекление с видом на зоопарк, белоснежные колонны – это готовая сценическая площадка, чем-то похожая на античный театр. Родилась идея создания интерактивных программ для детей 4–7 лет в виде театрализованного представления. Так возник проект Театра увлекательной науки для малышей "В гостях у Звездочета". На занятия мы приглашаем детей с

родителями. Участники программы встречают портрет Звездочета: ведь ночью он наблюдает звезды, а днем спит в высокой башне, где стоит телескоп. Но у Звездочета есть помощники и ученики, настоящие ученые. Вот они-то и проводят занятия с маленькими астрономами. Родители с удовольствием включают в игру, вспоминая свое детство, освежая в памяти знания, испытывают неподдельную радость. Совместное творчество сближает детей и родителей, у них возникают общие интересы, им есть что обсудить, о чем поговорить, поспорить.

Мы предлагаем пять интерактивных программ-занятий, в ходе которых в игровой форме дети получают первоначальные сведения о природе Земли, Солнечной



системе, звездном небе, то есть об окружающем мире. Программы называются: “Семья Солнышка”, “Проделки Луны”, “Сказки неба”, “Живые часы и компасы”, “Приключения капельки воды”. Каждая программа сопровождается красочной презентацией, двигательной активностью, приобретением навыков владения простейшими приборами и инструментами, выполнении интересных заданий по теме занятия. Немаловажным считается и соревновательный момент: дети стараются не отстать друг от друга, стремятся справиться со своей задачей как можно лучше. В процессе занятия они знакомятся с

устройством Солнечной системы, учатся определять стороны света и пользоваться компасом, запоминают названия некоторых звезд и созвездий, выясняют причину смены лунных фаз, изучают свойства воды и ее круговорот в природе. С собой юные исследователи уносят подарки, сделанные своими руками. Эти милые поделки будут долго напоминать им о необычном путешествии в гости к Звездочету. Таким образом, простыми и доступными средствами, наглядно и занимательно формируется научная картина мира, с которой маленький человек входит в жизнь.

Дети после спектакля “В гостях у Звездочета” в Театре увлекательной науки. Фото Ю. Ким.

Планетарий – это не только экскурсии, фильмы и демонстрации. Здесь создано также пространство для диалогов и научных дискуссий. На “Трибуне ученого” в Большом Звездном зале выступают выдающиеся ученые с мировыми именами: академики А.М. Черепашук, М.Я. Маров, Л.М. Зелёный, член-корреспондент РАН Б.М. Шустов, доктора физико-математических наук А.В. Засов и Л.В. Ксанфомалити, профессора



*Первый выпуск возродившегося **Астрономического кружка Московского планетария. 2011–2014 гг. Фото Л. Кошман.***

К. Шпиринг (Германия) и К. Бландейл (США). С 2012 г. состоялось 14 встреч и столько же лекций на актуальные темы современной науки. На них ученые познакомили посетителей с современным состоянием астрономии – флагамена в области естественных наук, с классическими методами астрономических исследований и самыми последними открытиями в области астрофизики и космических исследований. Наши посетители могут задать все интересующие их вопросы

и получить на них исчерпывающие ответы. Мы стараемся не только удивлять наших постоянных посетителей, но и привлекать новых. В 2013 г. наряду с традиционным циклом лекций “Трибуна ученого” мы предложили новую форму работы с посетителями. Помещение конференц-зала превратилось в дополнительную лекционную площадку. Здесь, в отличие от Большого Звездного зала, камерная, почти домашняя обстановка, которая способствует более тесному контакту лектора с аудиторией.

Многие ученые, которые с успехом выступают на нашей “Трибуне”, в детстве часто посещали Планетарий, а не-

которые из них занимались в Астрономическом кружке. Астрономический кружок Московского планетария в 2014 г. отметил 80-летие. Он всего лишь на пять лет моложе самого Планетария и имеет не менее глубокие традиции. Под астрономическим кружком понимается не один кружок, а система кружковых групп. В ней три курса, три группы ребят, которые, сдав экзамены, переходят на следующий курс. Набор на первый курс происходит по результатам собеседования. Зачисляются лишь те, кто не только сумел показать хорошие знания, но и доказал свой осознанный выбор, увлеченность астрономией. Благодаря опытным пе-

дагогам и ведущим ученым, которые занимаются с кружковцами, ребята получают серьезные теоретические и практические знания.

Каждый год кружковцы разных курсов посещают ведущие обсерватории нашей страны, где не только приобретают практические знания и навыки работы на крупнейших телескопах, но и встречаются с профессиональными астрономами, погружаются в атмосферу астрономических наблюдений и астрофи-

зических исследований. Ежегодно лучшие из них участвуют в Московской городской астрономической олимпиаде, завоевывают главные и призовые места. В 2014 г. состоялся первый выпуск кружковцев после большого перерыва. Поздравить ребят пришли выпускники астрономического кружка Московского планетария разных лет. Они поделились своими воспоминаниями, впечатлениями о времени, проведенном в Планетарии, и о том, что именно занятия в кружке повлияли на выбор профессии. Занятия в кружке не только обогащают знаниями, но и способствуют возникновению у детей глубокого интереса к астрономии и науке

в целом, сказываются на выборе жизненного пути.

Сегодня стоит острая необходимость в формировании естественнонаучного мировоззрения у подрастающего поколения. В перечне обязательных предметов общеобразовательной средней школы "астрономия", к сожалению, отсутствует (Земля и Вселенная, 2010, № 1). А ведь именно эта дисциплина существенно влияет на формирование научной картины мира. Планетарий – специализированное научно-просветительское учреждение. Его многофункциональность и техническая наполненность, разработанные научно-методические и технологические решения, направленные на создание уни-

Учащиеся Астрономического кружка Московского планетария во время посещения САО РАН на Северном Кавказе. 6 ноября 2012 г. Фото Т. Столбовой.





Интерактивный музей “Лунариум”. Фото Л. Кошман.

кального образовательного ресурса, позволяють восполнить этот пробел. Содействуя образованию и развитию общества, Планетарий в ярких наглядных формах с использованием самого совершенного проекционного оборудования и других аудиовизуальных средств обучения популяризирует знания о Вселенной. Привлекая не только смежные с астрономией и космонавтикой науки – физику, науки о Земле, но и экологию, философию, культурологию, Плана-

тарий раскрывает картину современного научно-технического состояния общества, роль естественных и гуманитарных наук в поисках решения глобальных проблем человечества. Создание и проведение научно-популярных лекций и программ в области астрономии, наук о Земле и космических исследований, доступное объяснение и пропаганда современных достижений науки и техники, формирование научного мировоззрения – вот основные задачи, которые решаются в Московском планетарии на высоком профессиональном уровне.

Помимо классических программ и лекций с ис-

пользованием оборудования Большого Звездного зала школьникам предлагаются учебные экскурсии и уроки в музеях Планетария. Мы приглашаем на свои программы учеников старших классов, получающих астрономические знания, интегрированные в курс физики, а также учащихся младших и средних классов. Все экскурсии и лекции разработаны в соответствии с обязательными программами общеобразовательных школ и служат хорошим дополнением к урокам. Они охватывают школьные курсы по таким предметам: “Окружающий мир” (1–4 кл.), “Природоведение” (5–6 кл.), “География” (6–8 кл.),

“Физика и астрономия” (8–11 кл.). Специально подготовленный дидактический материал помогает учителю проверить, а школьнику закрепить знания, полученные в процессе этих занятий. Программы посещения включают учебные тематические экскурсии в музеи Урании или в интерактивном музее “Лунариум”, знакомство с картиной звездного неба и просмотр полнометражного фильма соответствующей тематики в Большом Звездном зале. Подобные программы способствуют более высокой эффективности процесса обучения за счет уникальных наглядных пособий и совмещения трех составляющих: интерактивность, визуализация и погружение. Для этих же целей реализованы и разработки в области проекционных, музейных и образовательных технологий.

Принцип проведения экскурсий и занятий в Планетарии основан на передаче знаний не через запоминание слов, понятий, терминов, а че-

рез впечатление, погружение, присутствие, приобщение к духу науки и языку природы. Здесь в увлекательной и доступной форме расскажут о законах природы и их проявлениях. Разноплановые экспонаты в классическом музее (глобусы планет, метеориты, приборы и инструменты) и экспонаты интерактивного музея помогают передать знания человеку через его личный опыт, собственные ощущения. Именно так рождается знание – из опытов и наблюдений. Все это чрезвычайно важно для формирования мировоззрения ребенка, подростка, молодого человека. Одной из основных аудиторий Планетария является подрастающее поколение – школьники и студенты. Приобретаемые в Планетарии знания способствуют их дальнейшему активному развитию и избранию жизненной дороги. В наше время все чаще говорят о возможных путях развития человеческого общества, которое невозможно без научно-

технического прогресса. Престиж научных специальностей среди молодежи падает. Выход один – сделать науку понятной, интересной и доступной. Мощные аудиовизуальные возможности Планетария позволяют создавать программы, которые соединяют науку и искусство, правдиво отражают полный спектр астрономической тематики, дают возможность аудитории “путешествовать” от турбулентных атмосфер иных планет к самому краю гигантских черных дыр. В Планетарии, обладающей необыкновенно притягательной силой, люди открывают, насколько увлекательным может быть окружающий мир, как прекрасна и удивительна безграничная Вселенная...

Первый подарок к 85-летию Московский планетарий получил от известного астронома Тимура Крячко. Малая планета № (328563) 2009 SZ1, которую он открыл в 2009 г., теперь называется “MOSPLANETARIUM”.



Джордж Ричи

(К 150-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

О.Д. ДОКУЧАЕВА, А.И. ЕРЕМЕЕВА,
Г.А. ПОНОМАРЁВА

ГАИШ МГУ

Джордж Уиллис Ричи (George Willis Ritchey) – американский астроном и один из крупнейших специалистов в создании и совершенствовании астрономических инструментов и методов наблюдений, соавтор распространенной современной системы рефлектора (система Ричи – Кретьена).

Дж. Ричи родился 31 декабря 1864 г. в небольшом городке Тапперс Плейнс в штате Огайо и был сыном краснодеревщика. Его интерес к астрономии проявился рано: еще подростком он сделал свой первый телескоп. Но стать сразу астрономом ему помешала необходимость зарабатывать на жизнь, особенно после его женитьбы в 1885 г. Лишь два года удалось ему учиться в университете Цинциннати, причем сначала в более практическом направлении – по курсу рисования или черчения (*in drawing*), видимо, идя по стопам отца. Но второй год в университете он посвятил учебе уже по курсу наук, работая в то же время ассистентом в обсерватории университета. Здесь он узнал о пионерах новой эпохи рефлекторостроения Генри Дрэпере

и Эндрю Коммоне. И снова материальные заботы отвлекли его от астрономии. В 1886 г. он покинул Цинциннати, чтобы работать учителем в Высшей школе в Чикаго в области, не связанной с астрономией. В Чикаго у него родилось двое детей.

Встреча в Чикаго с астрономом Джорджем Эллери Хейлом (1868–1938) определила его дальнейший жизненный путь – и большие успехи, и не меньшие испытания. Дж. Ричи начал работать в частной обсерватории отца Хейла, сначала на общественных началах, а затем как штатный ассистент. Здесь впервые проявились его необыкновенные способности в телескопостроении. В 1892–1897 гг. по инициативе Дж. Хейла была построена Йеркская обсерватория Чикагского университета (в 22 км от него) в Уильямс-Бэй, штат Висконсин (названная так в честь трамвайного магната и мецената Ч. Йеркса, выделившего средства на постройку ее главного инструмента – тогда крупнейшего в мире 40-дюймового, или 102-см, рефрактора). Туда и переехал Дж. Ричи. В Йеркской обсер-



Джордж Ричи (1864–1945).

ватории он прошел путь от заведующего ее оптической мастерской, затем куратора над строительством телескопов, позднее инструктора и стал, наконец, ассистентом профессора практической (наблюдательной) астрономии. В 1901–1905 г. Дж. Ричи также преподавал астрономию в Чикагском университете.

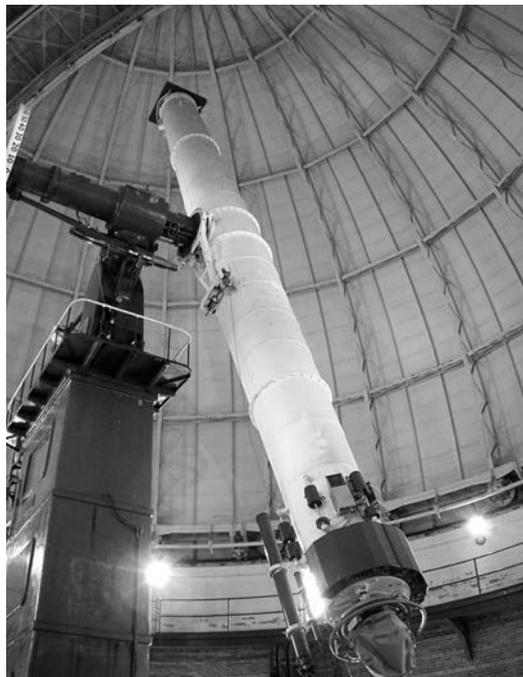
В самом начале своей астрономической деятельности Дж. Ричи проявил себя и как виртуозный наблюдатель. Еще с 12-дюймовым рефрактором в обсерватории старшего Хейла он первым начал фотографировать Луну. На Йеркской обсерватории получил с помощью длиннофокусного 40-дюймового рефрактора одни из первых в истории астрономии высококачественные изображения Луны и звездных скоплений.



Джордж Эллери Хейл (1868–1938) на своем рабочем месте в Обсерватории Маунт-Вилсон. 1905 г.

Однако, несмотря на успехи с крупными рефракторами, и Хейл, и Ричи понимали, что будущее за рефлекторами. С деятельности Ричи в первое десятилетие XX в. началась новая эпоха успешного применения рефлекторов. Прежде всего, он придумал новую, эффективную технологию шлифовки и полировки параболических зеркал для больших телескопов и решил труднейшую задачу их облегчения (предложив “плавающую” систему разгрузки¹). Дж. Ричи принадлежит также идея ячеистых зеркал для рефлекторов, у которых задняя поверхность не сплошная, а с выемками-ячейками, что позволило создавать большие зеркальные объективы, увеличивая их жесткость (сопротивление прогибу) и уменьшая вес.

Благодаря именно Дж. Ричи наблюдательная астрономия США сыграла в XX в. главенствующую роль в познании Вселенной, не только обеспечив крупнейшие успехи в звездной астрономии и астрофизике, но и создав фун-



40-дюймовый (102-см) телескоп-рефрактор Йеркской обсерватории Чикагского университета.

¹ Речь идет о принятой в рефлекторостроении опоре зеркала не на всю поверхность оправы, а лишь на несколько рассчитываемых точек, что обеспечивает его наиболее эффективную разгрузку (при которой центр тяжести зеркала должен быть внутри периметра, проходящего через эти точки), не теряемую при работе с ним (при поворотах зеркала). “У любого зеркала... есть понятия жесткости, упругости, теплопроводности, коэффициента термического расширения и др. И все это принимается в расчет при выборе способа разгрузки. Все более-менее крупные телескопы имеют зеркала, разгруженные на множество точек [не менее трех]. Плавающая разгрузка на 3, 6 и более точек очень эффективна в плане снижения толщины (и, соответственно, цены) заготовки зеркала, уменьшения его тепловой инерции и т.д.” Такая информация о способе разгрузки дается в Интернете, но без разъяснения смысла термина “плавающая”, а разгрузка называется так, возможно, потому, что конкретные опорные точки могут меняться при наблюдениях, не изменяя качество разгрузки.

дамент для развития новой, наблюдательной космологии. Еще в Чикаго, как пишет его (видимо, единственный) биограф, американский астроном и историк астрономии Д. Остерброк², Дж. Ричи начал делать зеркала для нескольких небольших рефлекторов, дойдя до 24-дюймовых. Первым большим успехом Дж. Ричи в этой области стало сооружение в 1901 г. 24-дюймового рефлектора для Йеркской обсерватории – первого современного большого американского отражательного телескопа. Замечательным достиже-

² Статья Д. Остерброка в “American National Biographies” (1979) стала основным источником прежде всего биографических сведений о Дж. Ричи, которую не без труда одному из авторов настоящей публикации удалось отыскать в ЦСБ РГБ (бывшая библиотека им. В.И. Ленина).

нием Дж. Ричи стало фотографирование с его помощью быстро расширяющейся оболочки вокруг Новой Персея (GK Per) в 1901 г. В сентябре – ноябре 1901 г. он получил три практически первых ее снимка (с экспозицией 4 ч.), на которых была видна обширная с тонкими разветвлениями туманность, окружающая звезду, причем изменяющаяся со временем в разных частях.

Еще раньше Дж. Ричи сделал в Маунт-Вилсон несколько длиннофокусных зеркал для неподвижных горизонтальных солнечных телескопов, питаемых от целостатов (24-дюймовый объектив, плоское вторичное зеркало и 30-дюймовый целостат). На таком телескопе Дж. Ричи и американский астроном Е. Барнард получили во время солнечного затмения 1900 г. превосходные изображения хромосферы и короны.

В 1903 г. в жизни Дж. Ричи наступил новый этап. Он в числе первых трех астрономов был приглашен Дж. Хейлом для организации обсерватории, на горе Вилсон близ г. Пасадены в Калифорнии. Хейл задумал ее вначале как солнечную станцию Йеркской обсерватории Чикагского университета. Но после получения им гранта от благотворительного Фонда Карнеги (1905) она выделилась в самостоятельную солнечную обсерваторию и уже вскоре расширила диапазон исследований, надолго став крупнейшей американской (да и мировой) астрономической обсерваторией Маунт-Вилсон. Наблюдательной базой обсерватории стали рефлекторы.

В новой обсерватории Дж. Ричи становится куратором конструирования инструментов и главой оптической мастерской. Его новым большим успехом стало сооружение 60-дюймового рефлектора (1908), работа над которым была начата им еще в Чикаго в 1895–

1896 гг.³ В его конструкцию Дж. Ричи, по словам Д. Остерброка, “внес и свои идеи”. Телескоп был “быстродействующим” и позволил Ричи получить превосходные прямые фотографии Луны, шаровых скоплений, высококачественные фотографии многих туманностей (среди которых оказалось немало и будущих галактик).

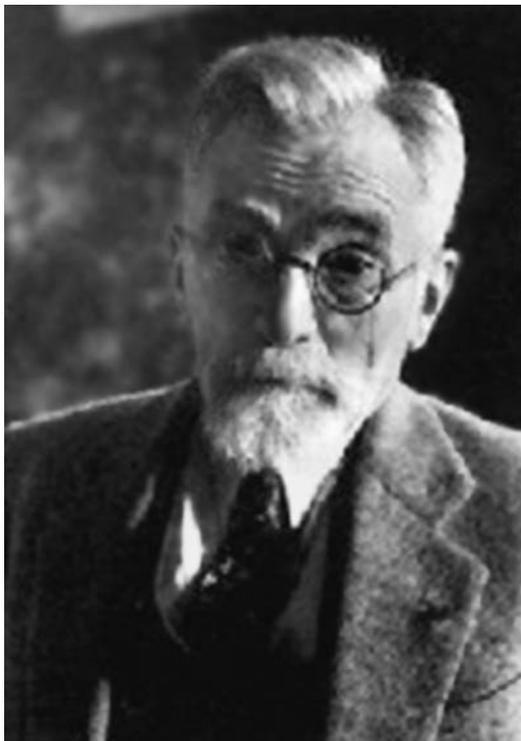
Дж. Ричи, как уже говорилось, оставался страстным исследователем звездных систем. С помощью крупнейших американских параболических рефлекторов он получил большое число высококачественных снимков спиральных и других туманностей. В 1917 г. он открыл в них три новые звезды: две в M31 (Туманность Андромеды) и одну в спиральной туманности NGC 6946. По этим данным Дж. Ричи первым сделал вывод о большом (явно внегалактическом!) расстоянии M31, что способствовало укреплению представления о звездном составе спиральных туманностей и их природе как самостоятельных звездных систем (еще до окончательного решения Э. Хабблом этой давней фундаментальной и спорной проблемы). Ричи внес большой вклад и в развитие астрофотографии. Он придумал особую, подвижную платформу для кассеты (“кассета Ричи”⁴), привлек внимание к качеству изображений, создаваемых фотоэмульсией, к ее разрешающей способности, а также к светочувствительности различных фотоэмульсий, усовершенствовал технику проявления снимков.

³ Начав еще в Чикаго с изготовления небольших параболических зеркал и дойдя затем до 24-дюймовых, Дж. Ричи в 1895 г. принялся за 60-дюймовое (152 см) зеркало для будущего, по тем временам наибольшего рефлектора (огромный стеклянный блок-заготовка был приобретен старшим Хейлом специально для Дж. Ричи).

⁴ Это было существенно при употреблении в прежних астрографах стеклянных пластинок.

Но вскоре для Джорджа Ричи наступила пора и нового взлета творческой работы, и тяжелых испытаний.

Напомним в связи с этим немного об истории и проблемах рефлекторов. Неразрешимыми проблемами первых больших рефлекторов, в свое время прервавшими их триумфальное развитие и применение, связанное с именами В. Гершеля и В. Парсонса⁵, были быстрое потускнение металлических зеркал (особенно в сыром климате островных государств – Англии и Ирландии) и растущий их вес (с ростом диаметра), что требовало разработки методов их разгрузки. Кроме того, параболические зеркала-объективы рефлекторов (и “прямофокусных” – системы Ньютона, и новых, с увеличенным фокусным расстоянием – Кассегрена) страдали сферической абберацией и комой (комообразным искажением точечных изображений звезд вне точки фокуса). В 1910 г. Джордж Ричи и его помощник физик-оптик из Франции Анри Кретьен (1879–1956) на основе старой системы Кассегрена изобрели систему рефлектора, которую сами они скромно называли системой “новой кривизны”. И главное, и вторичное зеркала в ней были не традиционно параболическими, а гиперболическими. Первое было свободно от комы, а даваемая им сферическая абберация устранялась подбором кривизны и расстояния второго. Дополнительными коррекционными пластинками перед фокусом рефлектор избавлялся также от эффекта астигматизма и компенсировал кривизну поля зрения. Правда, в дальнейшем проявились и некоторые недостатки системы. Для увеличения качественного поля зрения приходилось увеличивать размеры вторичного зеркала и, следовательно, диаметр централь-

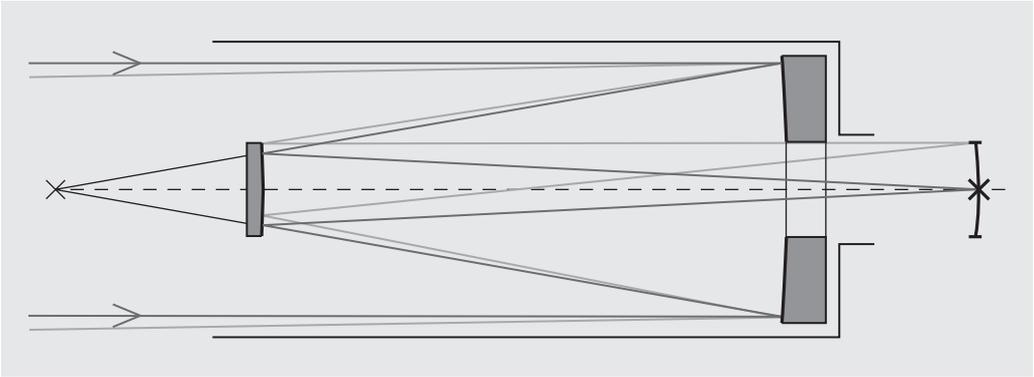


Анри Кретьен (1879–1956).

ного отверстия в главном. Размеры же самого главного зеркала диктовали в свою очередь значительную величину кассет при фотографировании неба (например, в некоторых современных рефлекторах этой системы с объективом 2,5 м кассета превысила 0,5 м²!). Размеры качественного поля зрения сначала 1,5–2° в дальнейшем были доведены до 4°, что потребовало новых ухищрений – установки “уплощающей пластины” перед фокусом, поскольку фокальная поверхность оказывалась ощутимо сферической⁶. Но в целом система оказалась очень эффективной и в наше время используется почти во всех крупных рефлекторах. В современную астрономию система заслуженно вошла как система Ричи – Кретьена

⁵ Ошибочно называемого в русской литературе лордом Россом, тогда как в действительности (как удалось в свое время уточнить А.И. Еремеевой) он имел титулы “третий граф Росс, лорд Оксмантаун”.

⁶ См. Мартынов Д.Я. Курс практической астрофизики. М.: Физматлит, 1979, с. 92.



Оптическая схема телескопа системы Ричи – Кретьена. 1910 г.

(более точное название: Ричи – Кретьена – Кассегрена).

Дж. Ричи сразу загорелся идеей создания не только первого в мире, но и весьма крупного, 100-дюймового (более 2,5 м) рефлектора новой системы! Однако Дж. Хейл неожиданно наложил на эту идею свое вето. Тогда Ричи обратился за поддержкой к богатому меценату Джону Д. Хукеру и получил ее. Возмущенный таким “своеволием”, Хейл отстранил Ричи от руководства строительством 100-дюймового обычного (параболического) телескопа, позволив ему сделать для него только главное зеркало. Ричи пришлось при этом исправлять почти загубленную уже заготовку, с чем он, тем не менее, блестяще справился: его 100-дюймовое параболическое зеркало получилось, как всегда, высококачественным. В 1917 г. телескоп был полностью завершен и после перерыва в связи с Первой мировой войной вошел в строй в 1919 г., оставаясь в течение почти трех десятилетий крупнейшим в мире.

Между тем дальнейшая судьба самого конструктора была печальной. Дж. Хейл, не забывший, видимо, ущемления своего самолюбия, уволил Дж. Ричи за прошлую “нелояльность”. Более того, как пишет Д. Остерброк, “Ричи не получил никакого пособия или пенсии. Ни одна американская об-

серватория не могла принять оптика, уволенного всесильным директором Маунт-Вилсон и ни один американский журнал не принимал к публикации его работ. Ричи мог жить только на доходы со своего апельсинового и лимонового ранчо в местечке Азуса (Azusa, близ Пасадены) и лишь мечтать о большом отражательном телескопе будущего”.

В надежде осуществить свою мечту Дж. Ричи уезжает в 1924 г. в Париж, где становится заведующим лабораторией астрофотографии Парижской обсерватории (1924–1930). Его обуревают еще более смелые идеи – построить 102-дюймовый рефлектор “новой кривизны” (который был бы величайшим в мире). Его творческая мысль рисует ему и намного более грандиозные перспективы: создание 160-дюймового (4 м) или даже 240-дюймового (6 м!) такого рефлектора. Предполагалась экваториальная монтировка или, как вариант, неподвижная вертикальная установка телескопа, питаемого от целостата (по типу солнечного). Позднее Ричи проектировал подобную 8-м установку. При этом он ставил и пытался решать все новые и новые технические задачи – сделать облегченное зеркало вместо обычных сплошных твердых стеклянных, создать точнейшую систему наводки, позволяющую прерывать

на время экспозицию в моменты ухудшения условий наблюдения...

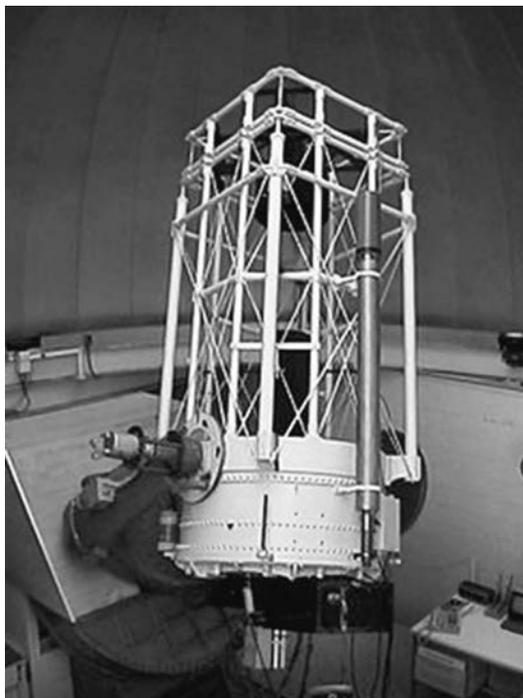
Все это далеко опережало возможности Ричи и состояние техники того времени – и с технической, и с финансовой стороны, и даже со стороны места наблюдений. Как пишет Д. Остерброк, астрономы-современники видели в нем лишь “мечтателя или даже безумца”. Большинство идей Дж. Ричи стали использоваться на практике лишь со второй половины XX в., в крупных телескопах “пост-Паломарской эры”. Большой телескоп новой системы никогда не был построен самим Дж. Ричи. А попытка применить созданный им в 1927 г. первый в мире такой рефлектор с главным зеркалом 0,5 м (20-дюймовый), который они с А. Кретьеном представили

Французской академии наук, полностью провалилась. Телескоп создавался в условиях ничтожного финансирования, некачественного выполнения, испытывался в неблагоприятном для наблюдений небе Парижа, а Дж. Ричи был к этому времени слеп на один глаз и слишком слаб для полновесного проведения наблюдений с ним. Неудачная попытка финансирования строительства телескопа вызвала даже судебные тяжбы и издержки для его авторов. Американские же астрономы, по словам Д. Остерброка, “просто проигнорировали систему Ричи – Кретьена”.

Возвратившись на родину, Дж. Ричи в 1930–1936 гг. работал в Морской обсерватории в Вашингтоне. Печальный конец непризнанного гения Д. Остер-



Первый телескоп Ричи – Кретьена ($D = 20$ дюймов, или 0,5 м), построенный Дж. Ричи в Париже в 1927 г.



40-дюймовый телескоп Ричи – Кретьена Вашингтонской морской обсерватории (ныне – в ее филиале во Флагстафе, штат Аризона). 1934 г.

брок описывает так: «В 30-е гг. с проектом французского телескопа, совершенно без денег, Ричи вернулся почти нищим в США, где в результате целого ряда событий он получил свой шанс построить первый в мире действующий рефлектор Ричи – Кретьена для Морской обсерватории США. Это был метровый (40") телескоп, первоначально спроектированный для широты Парижа [в 1931 г.⁷], но модифицированный для установки в Вашингтоне. Ричи завершил его строительство в 1934 г. Но снова дело кончилось провалом.

⁷ В Интернете в биографической справке о Ричи (видимо, неточно) указано, что он руководил в 1931 г. строительством 40-дюймового (102 см) телескопа этого типа для Военно-морской обсерватории США.

Свою роль сыграли и плохой астроклимат, и сильная засветка неба в столице США, к тому же специалисты в навигационной астрономии не имели опыта работы ни в фотографировании неба, ни в наблюдениях с большими отражательными телескопами. Ричи вернулся в 1937 г. или 1938 г. в Азусу (Azusa) и в последние 7 лет жизни занимался писанием популярных книг по астрономии. Но и это не принесло ему ни ожидавшейся им удачи, ни известности, ни признания: его рукописи остались неопубликованными. Первые действительные потенциальные возможности системы Ричи – Кретьена, – заканчивает свою статью Д. Остерброк, – проявились в наблюдениях Дж. Холла на том же 40-дюймовом рефлекторе, но уже вдали от столицы, в условиях прекрасного неба на наблюдательной станции Морской обсерватории США во Флагстафе (штат Аризона⁸)”.

Но это случилось лишь спустя 19 лет после кончины Дж. Ричи. (Добавим, что в своем докладе о завершении к концу нынешнего, 2014 г., строительства новой крупной Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ близ Кисловодска, где устанавливается изготовленный во Франции 2,5-м рефлектор, директор ГАИШ академик А.М. Черепашук мимоходом заметил о нем – “конечно, системы Ричи – Кретьена”.)

При жизни заслуги Дж. Ричи все же были отмечены – премией имени Жансена. 4 ноября 1945 г. Джордж Ричи умер в Азусе в Калифорнии.

В 1947 г. был опубликован краткий его некролог⁹. Как сообщает Д. Остерброк, деятельность Дж. Ричи отражена в сохранившейся его переписке, разбросанной по архивам американских и отчасти французских обсерваторий, но также и в статьях Дж. Хейла (что, заметим, представляет для историка особый интерес). Сам Д. Остерброк на-

⁸ Открыта в 1964 г.

⁹ См. Monthly Notes RAS. V/107, 1947, p. 36.

писал о нем книгу с символическим названием “Pauper and Prince – Ritchey, Hale and the Big American Telescopes” (Нищий и принц¹⁰ – Ричи, Хейл и крупные американские телескопы). The

¹⁰ Что, быть может, неспроста перекликается с названием известного романа Марка Твена...

university of Arizona Press, 1993), где не только описана подробно жизнь Ричи, но и проанализированы неординарные личности самого Ричи и Хейла.

Имя Дж. Ричи (помимо отражения в названии системы телескопа) было увековечено в названиях кратеров на видимой стороне Луны и на Марсе.

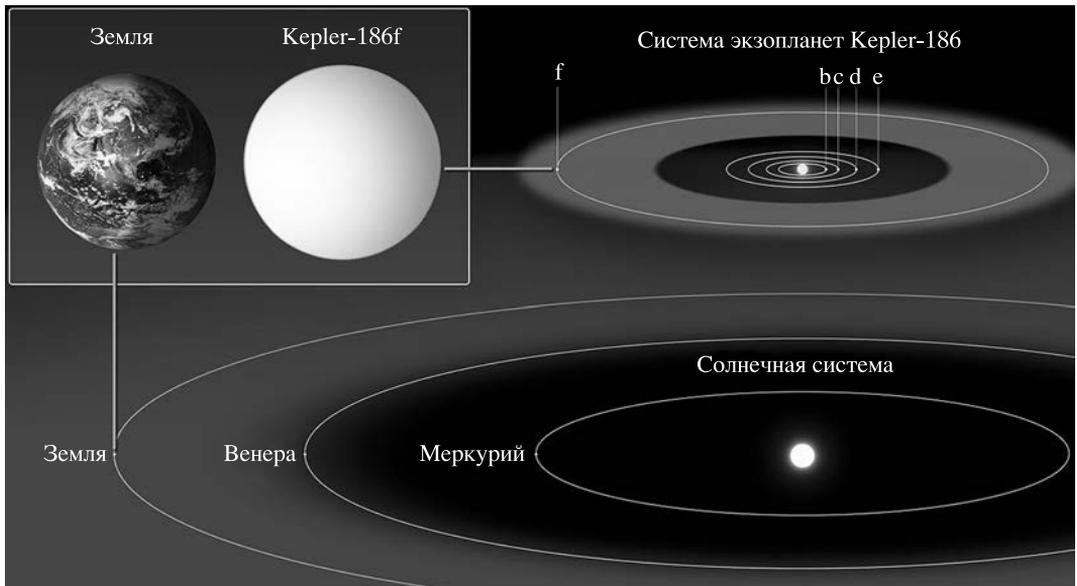
Информация

Экзопланеты, где возможна жизнь

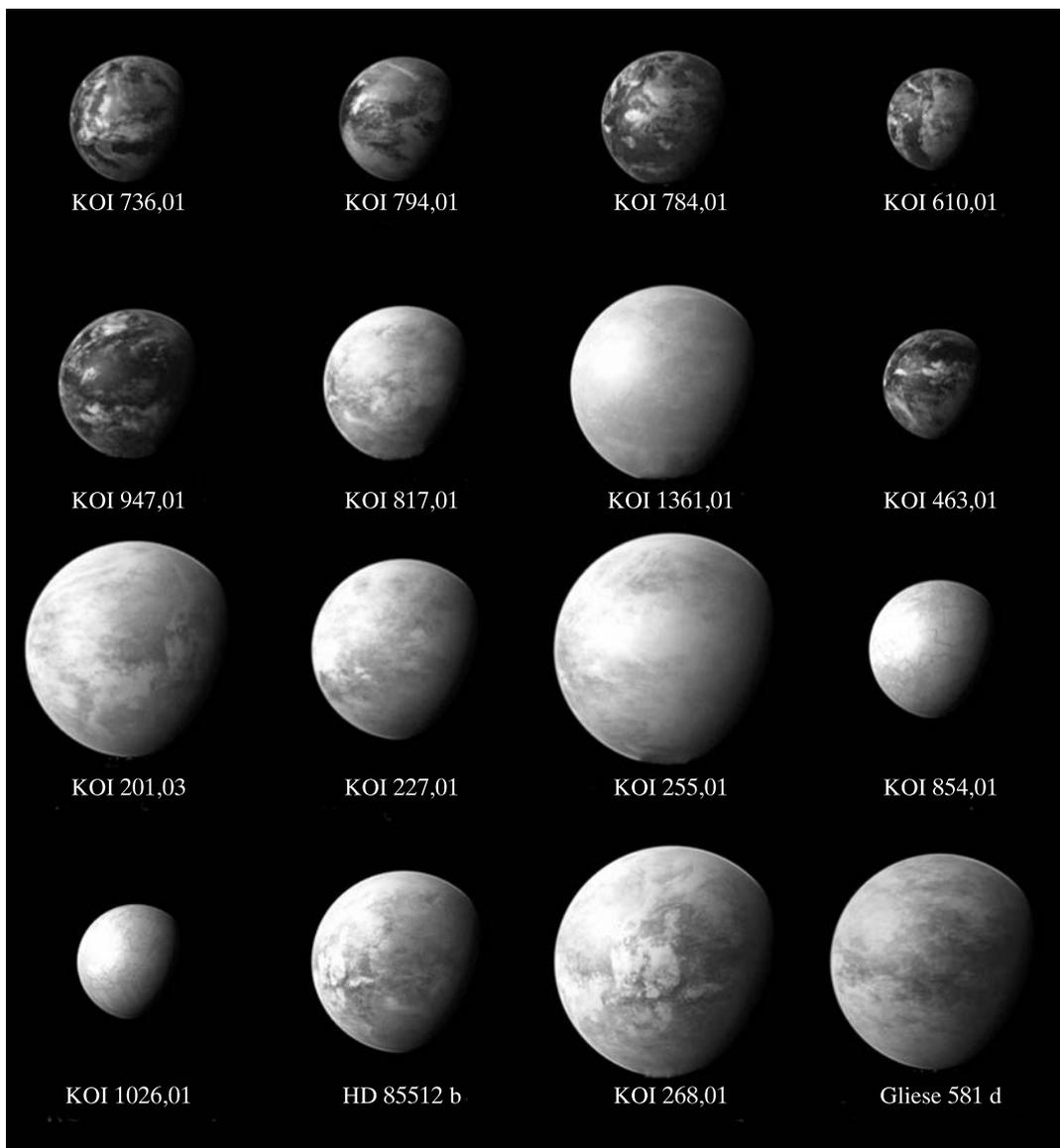
14 апреля 2014 г. объявлено об открытии экзопланеты Kepler-186f с близкими к земным размерами ($1,13 R_{\oplus}$), находящейся в обитаемой зоне (0,393 а.е.), период ее обращения – 129,9 сут. Она

расположена в системе из пяти планет красного карлика Kepler-186 (масса – $0,48 M_{\odot}$, температура – 3788 К, диаметр – $0,47 R_{\odot}$) в созвездии Лебедя в 492 св. годах от Земли. Чтобы определить параметры Kepler-186f, необходимо было обработать результаты трех лет наблюдений транзитным методом с помощью европейской космической обсерватории “Кеплер” (Земля и Вселенная, 2011, № 6).

Обитаемая зона этой планетной системы находится на расстоянии 0,22–0,4 а.е. от звезды, которому соответствует от 88% до 25% земной освещенности, несмотря на то что Kepler-186f обращается вокруг звезды по орбите, близкой к орбите Меркурия. Красные карлики, к которым принадлежит звезда, излучают сильный поток высокоэнергетического ультрафиолетового излучения на ранних стадиях существования. Планета



Сравнение планетной системы звезды Kepler-186 в созвездии Лебедя с Солнечной системой. Рисунок JPL/NASA.



Экзопланеты, подходящие для образования жизни, близкие по размерам к Земле, по каталогу Habitable Exoplanets Catalog. Рисунок JPL/NASA.

Kepler-186f могла потерять первичную атмосферу под воздействием этого излучения. Есть небольшая надежда, что Kepler-186 f все же обладает атмосферой, позволяющей воде удерживаться в жидком состоянии.

К настоящему времени обнаружено 27 экзопланет, предположительно по своим параметрам сходных с Землей. Они занесены в каталог Habitable Exoplanets Catalog, в котором представлены экзопланеты с признаками возможного существования

жизни на них. С развитием методов и техники изучения экзопланет вскоре можно будет ответить на вопрос о возможности жизни за пределами нашей планеты.

Пресс-релиз NASA,
19 марта 2014 г.

40-я Ассамблея КОСПАР в Москве

С.П. ПЕРОВ,
доктор физико-математических наук

2–10 августа 2014 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова прошла крупнейшая международная научная конференция – 40-я Ассамблея КОСПАР. В ней приняли участие 2274 делегата из 74 стран, было представлено более 2 тыс. устных докладов по различным аспектам космической деятельности человечества, проведено 7 междисциплинарных лекций. Состоялись две



публичные лекции – ректора МГУ академика В.А. Садовниченко и Президента РАН академика В.Е. Фортова. Работа Ассамблеи сопровождалась проведением пресс-конференций. Ее участникам были предоставлены просторные и удобные аудитории и помещения новых корпусов – Ломоносовского и Шуваловского, Фундаментальной библиотеки университета.

ИСТОРИЯ, ЗАДАЧИ,
СТРУКТУРА

Комитет по исследованию космического пространства (КОСПАР/COSPAR – Committee on Space Research) был создан в 1958 г. по инициативе и в структуре Международного совета научных союзов (International Council of Scientific Unions, позже переименованный в Международный совет по нау-

ке, International Council for Science с прежней аббревиатурой ICSU). Сегодня КОСПАР – одна из наиболее авторитетных международных неправительственных космических организаций (официальный сайт КОСПАР: <https://cosparhq.cnes.fr/>).

Основная задача Комитета – содействие мирному прогрессу в международном масштабе во всех областях на-

учных исследований, связанных с использованием космических аппаратов, ракет и зондов. Своих целей КОСПАР достигает, организуя научные ассамблеи, публикуя научные результаты и другими способами. В КОСПАР входят национальные научные организации 43 стран и 13 международных союзов.

Ассамблеи КОСПАР прошли в 21 стране и

35 городах мира, чаще всего в США (1962, 1971, 1976, 1992, 2002), Великобритании (1958, 1967, 1996), Франции (1960, 1986, 2004), Австрии (1966, 1978, 1984) и Германии (1973, 1994, 2010). Предыдущая Ассамблея состоялась в Индии (2012), следующую планируется провести в Турции в 2016 г. По сравнению с Ассамблеями 1960–1970-х гг. нынешние, в том числе в Москве, становятся многочисленнее, по охвату направлений и проблем – более широкими и емкими, по результатам анализа экспериментальных и теоретических данных – более глубокими и перспективными с практической точки зрения.

Академия наук СССР – член КОСПАР со времени его основания. Первым представителем СССР в КОСПАР стал академик А.А. Благонравов, с 1959 г. по 1971 г. – вице-президент КОСПАР. Вице-президентами КОСПАР избирались также академики Р.З. Сагдеев (1975–1981) и Р.А. Сюняев (1988–1994). Членом бюро КОСПАР до 2 августа 2014 г. был вице-президент РАН академик Л.М. Зелёный, с 15 июня 2014 г. Россию в КОСПАР представляет директор НИИЯФ МГУ



доктор физико-математических наук М.И. Панаюк.

Научную структуру КОСПАР образуют 8 научных комиссий (Scientific Commissions), заменивших рабочие группы, и 11 экспертных групп (Panels). Научная ассамблея КОСПАР – наиболее крупная научная конференция, которую организует комитет. Первая Ассамблея состоялась в 1960 г. в Ницце, и до 1980 г. они проходили ежегодно, потом – каждый четный год. В 1970 г. 13-я Научная Ассамблея КОСПАР прошла в Ленинграде, на ней с докладом выступил американский астронавт Нейл Армстронг, первый человек, ступивший на поверхность Луны.

ПЕРВЫЕ ДВА ДНЯ
ЗАСЕДАНИЙ, ОТКРЫТИЕ
АССАМБЛЕИ

Главным событием первого дня ассамблеи был День Международ-

ной академии астронавтики – конференция, на которой были представлены доклады о крупных научных космических проектах. Председателями конференции были вице-президент РАН, директор Института космических исследований РАН академик Л.М. Зелёный и представитель Международной академии астронавтики Г. Вэйн (Лаборатория реактивного движения, NASA). Л.М. Зелёный рассказал о научной части российской космической программы, заместитель директора Института медико-биологических проблем РАН О.И. Орлов – об исследованиях в сфере космической биологии.

Европейские ученые представили результаты исследований кометы Чурюмова – Герасименко с помощью АМС “Розетта” (ESA). Забегая вперед, отметим, что в середине рабочей недели



КОСПАР была проведена пресс-конференция с онлайн-трансляцией работы сотрудников и ученых Центра управления полетом “Розетты” и передачей изображений ядра кометы Чурюмова – Герасименко. Эта комета, открытая в октябре 1969 г. советским ученым К.И. Чурюмовым по фотоснимкам С.И. Герасименко, была выбрана потому, что почти 5 млрд лет она в исходном состоянии путешествовала в межзвездном пространстве (Земля и Вселенная, 2013, № 1). Такие тела астрофизики называют капсулами времени.

Участники ассамблеи аплодисментами встретили сообщение о сближении АМС “Розетта” с

ядром кометы. Скорость аппарата сравнялась со скоростью ядра кометы, и он словно завис над ней на расстоянии в 100 км. Теперь “Розетте”, стартовавшей в марте 2004 г., предстоит изучить поверхность ядра кометы, измерить ее температуру и получить информацию о химическом составе (см. статью С.А. Герасютина в этом номере).

Профессор **М. Кузнецова** (Центр космических полетов им. Годдарда, NASA) представила доклад о количественном моделировании космической погоды, доктор физико-математических наук **И.Г. Митрофанов** (ИКИ РАН) – “Следуя за водой по Солнечной си-

Открытие 40-й Ассамблеи КОСПАР в МГУ им. М.В. Ломоносова.

стеме – Марс, Европа, Луна, Меркурий и дальше”, **К. Макконе** (Национальный институт астрофизики, Италия) сделал обзор представленных докладов на секции “Поиски разумной жизни во Вселенной”. Во второй день Ассамблеи начали работать научные секции, состоялись две лекции и первая пресс-конференция «Внешняя гелиосфера и результаты межпланетных станций “Вояджер”».

В середине дня 4 августа были прочитаны

две публичные лекции. Ректор МГУ академик **В.А. Садовничий** посвятил свое выступление университетским космическим проектам. Затем президент РАН академик **В.Е. Фортов** рассказал об исследованиях экстремальных состояний материи на Земле и в космосе.

Официальная церемония открытия Ассамблеи прошла вечером 4 августа в актовом зале МГУ. Были названы лауреаты наград, премий и медалей КОСПАР. В частности, награды за космические исследования КОСПАР получили: **Дэвид Дж. МакКомас** (Юго-западный научно-исследовательский институт, США) и **Жан-Лу Пуже** (Институт астрофизики, Франция). Медаль КОСПАР им. Вильгельма Нордберга присуждена академику **М.Я. Марову** (ГЕОХИ, Отдел планетных исследований) за выдающийся вклад в практическое применение космических исследований в области интересов КОСПАР. Золотая медаль КОСПАР им. Гарри Мэсси присуждена члену-корреспонденту РАН **Е.М. Чуразову** (Институт астрофизики Общества им. М. Планка, Германия и ИКИ РАН) за выдающийся вклад в развитие космических исследований, где особо значима роль лидера. Золотая медаль им. Я.Б. Зельдовича (совместная премия

КОСПАР и РАН для молодых ученых) была присуждена **А.В. Артемьеву** (ИКИ РАН) за выдающиеся научные работы, открытия и изобретения.

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЕ ЛЕКЦИИ И КРУГЛЫЙ СТОЛ

На Ассамблее были организованы ежедневные лекции по самым актуальным проблемам космических экспериментов и наблюдений. Академик **М.Я. Маров** прочитал лекцию о Челябинском метеорите (Земля и Вселенная, 2014, № 5). Изучение метеоритов дает нам единственную возможность проникнуть в фундаментальные космохимические и физические основы происхождения Солнечной системы, предоставляет уникальную информацию, позволяющую реконструировать процессы ее ранней тепловой и динамической эволюции. Кроме того, падение этого метеорита принесло новые важные свидетельства того, что Земля уязвима с точки зрения возможности столкновения с астероидами и кометами, и показало необходимость ускорить разработку программ по защите нашей планеты от космической угрозы. Профессор **Э. Стоун** (Калифорнийский технологический институт, США), научный руководитель программы “Вояджер”, и участники дискуссии

в увлекательной форме обсудили результаты уникальных экспериментов, выполненных АМС “Вояджер-1 и -2” в ходе 37-летнего космического путешествия. Преодолев около 18 млрд км, “Вояджер-1” вышел за пределы гелиосферы 25 августа 2012 г. и начал передавать первые результаты наблюдений межзвездной среды (см. статью С.А. Герасютина в этом номере). Были также проанализированы данные, полученные приборами “Вояджеров”, и новые аспекты взаимодействия Солнца и среды в ближнем районе Млечного Пути. Теме изучения распределения энергичных нейтральных атомов на границах Солнечной системы была также посвящена пресс-конференция, на которой выступали и отвечали на вопросы доктора **Э. Стоун**, **Д. МакКомас** (научный руководитель проекта “IBEX”, Юго-западный научно-исследовательский институт, США) и профессор кафедры аэромеханики и газовой динамики мехмата МГУ **В.Б. Баранов**. В.Б. Баранов одним из первых теоретически разработал модель взаимодействия солнечного ветра и межзвездной среды (гелиосферный интерфейс), ее описание он опубликовал в 1970 г. Интересно, что АМС “Вояджер-1 и -2” сейчас передают информацию о переходных об-

Президент КОСПАР, председатель Оргкомитета 40-й Ассамблеи КОСПАР в Москве Дж.Ф. Биньями, ректор МГУ академик В.А. Садовничий и директор НИИЯФ МГУ М.И. Панасюк среди участников конференции.



ластях между солнечной и межзвездной плазмой. В декабре 2004 г. “Вояджер-1” пересек гелиосферную ударную волну на расстоянии 94 а.е., “Вояджер-2” – 30 августа 2007 г. на расстоянии 84,7 а.е.

Профессора **Дж. Мицела** (Астрономическая обсерватория им. Дж.С. Ваиана Национального института астрофизики, Италия), **Дж. Биньями** (КОСПАР), **Дж. Джента** (Туринский политехнический университет, Италия) и **Р. Рагацони** (Астрономическая обсерватория Падуи Национального института астрофизики, Италия) выступили на круглом столе с популярной темой “Исследования эк-

зопланет и будущее космических двигателей. Наука или фантастика?”. Организаторы круглого стола – доктор С. Мериалли (Финский метеорологический институт) и академик Л.М. Зелёный. Поиск экзопланет астрофизическими методами – сегодня одна из самых бурно развивающихся областей науки. За последние 20 лет было обнаружено более тысячи экзопланет и еще больше кандида-

тов в экзопланеты (Земля и Вселенная, 2012, № 6; 2014, № 5). Сейчас начаты многие проекты по дистанционному изучению планет у других звезд в надежде, пусть слегка фантастической, на то, что когда-нибудь будут возможны и контактные исследования, по крайней мере с помощью роботов. Известно, что строение Солнечной системы – это не общая закономерность, потому что, по-видимому,

Доктор физико-математических наук В.В. Баранов (МГУ) и профессора Э. Стоун (Калифорнийский технологический институт, США), Д. МакКомас (Юго-западный научно-исследовательский институт, США) на пресс-конференции, посвященной результатам исследований АМС “Вояджер”.



существует множество “экзотических” планетных систем. Например, открыты экзопланеты с очень большим эксцентриситетом орбиты, на которых происходит резкая смена теплового режима по мере движения по орбите; “горячие юпитеры”; планеты массой 3–10 масс Земли – “сверхземли”; планеты, обращающиеся в двойных системах; планеты-океаны... Основные задачи сегодня – анализ атмосфер, химического состава, динамики, климата и условий обитаемости. Наиболее важные цели для исследователей на ближайшее будущее – определить, что означает выражение “условия, пригодные для жизни”, и обнаружить биомаркеры.

Академик **Н.С. Кардашёв** (АКЦ ФИАН) выступил с лекцией «Космические обсерватории “Радиоастрон” и “Миллиметрон”: итоги и перспективы». Российская академия наук и Федеральное космическое агентство совместно с несколькими международными организациями создали космическую обсерваторию “Радиоастрон” (КА “Спектр-Р”). Она стартовала 18 июля 2011 г. (Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 17–18). В 2012–2015 гг. параметры орбиты аппарата варьировались: перигей – 1,5–80 тыс. км, апогей – 280–353 тыс. км, период обращения – 8,3–9,0 сут.

После успешной корреляции сигнала с наземными радиотелескопами общая база интерферометра составила до 27 диаметров Земли (около 350 тыс. км). Совместно с наземными радиотелескопами и двумя станциями слежения и сбора данных “Радиоастрон” образует наземно-космический телескоп-интерферометр со сверхдлинной базой, который позволил впервые наблюдать различные объекты Вселенной с угловым разрешением в миллион раз выше, чем у человеческого глаза. Задача проекта – систематическое изучение компактных космических радиоисточников и их динамики. Объекты изучения “Радиоастрона”: квазары (сверхмассивные черные дыры и релятивистские струи в активных ядрах галактик), пульсары (нейтронные звезды и гипотетические кварковые звезды), космические мазеры, области звездообразования и протопланетные диски в нашей и других галактиках, межпланетная и межзвездная плазма, гравитационное поле Земли. До середины 2014 г. “Радиоастрон” исследовал сотни небесных объектов (Земля и Вселенная, 2012, № 6, с. 66).

Следующий российский проект – “Миллиметрон”. Это обсерватория миллиметрового и инфракрасного диапазонов

с охлаждаемым телескопом диаметром 10 м. В программу исследований вошли некоторые ключевые проблемы астрофизики: формирование и эволюция звезд и планет, галактик, квазаров и других объектов. “Миллиметрон” будет оснащен криогенными инструментами и антенной с пассивной (радиаторы) и активной (механическая) системами охлаждения. Благодаря такой комбинации температура 10-м зеркала может достичь приблизительно 4,5 К. Телескоп будет иметь беспрецедентную чувствительность в диапазоне 0,02–1,4 мм и чрезвычайно высокое пространственное разрешение в режиме наземно-космического интерферометра в диапазоне 0,3–16 мм при максимальной длине базы в пять раз большей, чем у “Радиоастрона”. Новую обсерваторию предполагается вывести на гало-орбиту вокруг точки Лагранжа L2 в системе Земля – Солнце, на расстоянии 1,5 млн км от Земли. В ходе осуществления проекта “Миллиметрон” планируется исследовать:

- физические процессы вблизи горизонта событий черных дыр;

- ударные волны – ускоритель космических лучей, расширяющийся с высокой скоростью после взрыва сверхновой;

- эволюцию сверхмассивных черных дыр;

- космологические параметры;
- темную материю и темную энергию;
- наиболее мощные взрывы во Вселенной и их излучение;
- ранние объекты во Вселенной, первые звезды и галактики, первичные черные дыры и “кратовые норы”;
- а также
- проверить гипотезу Мультиверса;
- провести поиск самых холодных объектов – транснептуновых объектов и пояса Койпера на границе Солнечной системы, коричневых карликов в нашей и других галактиках;
- провести поиск внеземных цивилизаций.

Проблема влияния космической погоды на технику, которая с каждым годом становится все более важной, обсуждалась сотрудниками корпорации “Локхид Мартин” (США) в дискуссии «“Дорожная карта” изучения космической погоды для защиты технологической инфраструктуры». С ростом технологических возможностей общество все более глубоко постигает, как развивается Вселенная в целом, руководствуясь достижениями космических исследований. Одновременно растет наша зависимость от технологий, и поэтому мы все лучше понимаем, какие опасности представляют для нас явления, происхо-

дящие в космосе вблизи нашей планеты. В лекции речь шла о магнитных взрывах на Солнце и их отголосках в магнитном поле Земли, которые в экстремальных случаях могут поставить под угрозу работу электрических сетей. Мощные космические бури снижают надежность спутниковых навигационных систем и вызывают перебои радиосвязи. Высокоэнергетичные частицы приводят к неполадкам и даже авариям спутниковой связи, играющей важную роль в информационном обмене глобального масштаба. Не до конца ясный механизм солнечно-земных связей, разрозненность данных спутников дистанционного зондирования и сложность создания программ ЭВМ требуют спланированного и скоординированного подхода к составлению “карты” угроз из космоса, способов и возможностей для улучшения наблюдательных возможностей, научного понимания и прогнозирования.

Лекцию “Эксперименты по физике жидкости на борту Международной космической станции: взгляд ученого” прочитала профессор **В. Шевцова** (Исследовательский центр микрогравитации Университета Брюсселя, Бельгия). В условиях невесомости в поведении жидкости доминируют капиллярные,

электростатические и электромагнитные силы, диффузия, вибрации. Эксперименты в космосе представляют собой мощный инструмент для исследований в этой области. Несколько научных лабораторий участвуют в экспериментах с жидкостями на МКС. Программа включает изучение капиллярных потоков, диффузии, динамики сложных составов (пен, эмульсий, гранулированного вещества), процессов теплообмена с фазовым переходом, физики и физической химии вблизи или за критической точкой, а также физики горения, что важно для обеспечения безопасности МКС.

Междисциплинарная лекция “Мониторинг углеродного цикла из космоса” **Франсуа-Мари Бреона** (Лаборатория исследований климата и окружающей среды, Франция) была посвящена различным аспектам поведения в атмосфере углекислого газа и метана. Оба газа попадают в атмосферу в результате человеческой деятельности, их концентрацию регулируют также природные процессы. Сегодня примерно половину антропогенных выбросов CO_2 поглощают океан и растительность, но процессы, которые контролируют этот сток, все еще плохо изучены. Следовательно, необходим мониторинг источников и



стоков углерода, а также параметров, связанных с ними. Несмотря на то, что продолжительный рост концентрации атмосферного углерода связывают с антропогенными выбросами, годовым циклом управляет растительный фотосинтез. Ежегодная выработка фотосинтеза, как правило, в десять раз больше, чем выбросы от сжигания добываемого топлива. Мониторинг динамики растительности из космоса ведется около 30 лет, последние достижения дают возможность оценить дополнительные параметры, такие как общая биомасса раститель-

ности или высота деревьев. Повышение точности измерений позволяют определить влияние метеорологических явлений на растительность. Измерение концентрации углекислого газа и метана может быть использовано для оценки поверхностных потоков при наблюдениях из космоса. С этой целью применяется, например, спектрометр SCIAMACHY (европейский ИСЗ "Envisat", 2002 г.). Измерять концентрацию парниковых газов в атмосфере будет американский научный спутник "OCO-2", запущенный 2 июля 2014 г.

Ученые знакомятся со стендовыми докладами во время конференции.

(Земля и Вселенная, 2014, № 6, с. 87).

Научный руководитель высокочастотного приемника HFI, установленного на борту космической обсерватории "Планк" (ESA), профессор **Жан-Лу Пуже** (Институт космической астрофизики, Франция) выступил с лекцией «Результаты миссии "Планк"» и ответил на вопросы в зале Фундаментальной

библиотеки. Он сообщил, что обсерватория “Планк” закончила сбор данных (Земля и Вселенная, 2014, № 1). В марте 2013 г. международный научный коллектив этого исключительно важного в современной космологии проекта опубликовал данные по температуре реликтового излучения, полученные обсерваторией “Планк”, и планирует выпустить полный каталог, включающий крайне важную информацию по поляризации всего неба в микроволновом диапазоне. Опубликованные данные, представленные в лекции, содержат измерения космологических параметров с беспрецедентной точностью. Обсуждались обнаруженные при наблюдениях аномалии в сравнении с наиболее подходящей космологической моделью.

Заключительную междисциплинарную лекцию «Результаты работы марсохода “Кьюриосити”» прочитал профессор **Сушил К. Атрейя** (Университет Мичигана, США). Он изложил результаты исследований “Кьюриосити”, которые доказывают, что в прошлом в кратере Гейл были все необходимые условия для поддержания микробной жизни. Напомним, что с помощью приборов марсохода был определен возраст горных пород, обнаружены следы органических ве-

ществ, измерены атмосферные изотопы газов и метана, радиационный фон во время перелета к Марсу и на его поверхности. Марсоход впервые обнаружил свидетельства того, что в прошлом на поверхности Марса существовала нейтральная или слабощелочная водная среда, и следы больших потоков воды, озер и систем грунтовых вод с нейтральным рН-фактором и низкой соленостью, которые, возможно, сохранялись в течение миллионов лет.

МОЛОДЕЖНАЯ ПРОГРАММА

Более 100 студентов и аспирантов российских вузов и 50 учителей средних школ приняли участие в 40-й Ассамблее КОСПАР по образовательной программе. Ее цель – познакомить с самыми свежими достижениями космической науки тех, кто воспитывает следующие поколения ученых и инженеров. Программа включала лекции и семинары, которые провели российские и зарубежные ученые, а также экскурсии в космические организации Москвы и Подмосковья.

Специально организованная молодежная научная школа-конференция включала следующие секции:

– исследования системы Земля – Луна, планет

и малых тел Солнечной системы (5 докладов);

– космическая плазма в Солнечной системе и магнитосферах планет (7);

– астрофизические исследования (12);

– науки о жизни: космические аспекты (4);

– фундаментальная физика в космосе (8);

– технические вопросы и эксперименты в космосе (24).

Большая часть докладов по техническим вопросам (из последней секции) была посвящена актуальным вопросам разработки и эксплуатации нано- и микроспутников.

ИТОГИ АССАМБЛЕИ

Всего было проведено 312 утренних и вечерних заседаний: космические исследования приземного слоя, метеорологии и климата (24 заседания, 4 темы); космические исследования системы Земля – Луна, планет и малых тел Солнечной системы (29; 9); космические исследования верхних атмосфер Земли и планет, а также проблема стандартных атмосфер (59; 17); космическая плазма в Солнечной системе, включая планетные магнитосферы (44; 15); космические астрофизические исследования (69; 26); науки о жизни в космосе (38; 20); науки о материалах в космосе (6; 3); фундаментальная

физика в космосе (10; 5); последние результаты (1; 1); панели (28; 14); специальные (4; 4).

Успешное проведение столь грандиозного на-

учного форума должно способствовать, на наш взгляд, более быстрому развитию космических исследований в нашей стране и сопряженных с

ними естественнонаучных дисциплин – астрономии, физики, биологии, химии.

По материалам пресс-центра ИКИ РАН

Информация

Большое Красное Пятно на Юпитере уменьшается

Гигантский антициклон в атмосфере Юпитера – Большое Красное Пятно – вращается против часовой стрелки со скоростью свыше 500 км/ч. В течение 300 лет пятно размером более двух диамет-

ров Земли, открытое Джованни Кассини в 1665 г., изменялось незначительно, но в 1930 г. астрономы заметили, что оно уменьшилось. К концу XX в. пятно сократилось почти в два раза и потускнело. Начиная с 2012 г. темпы сжатия пятна увеличились: поперечник стал сокращаться на 933 км ежегодно. Его форма изменилась с овальной на почти круглую, цвет стал оранжевым. Недавние снимки КТХ подтверждают, что диаметр Большого Красного Пятна теперь – 16 500 км, это са-

мый маленький его диаметр за всю историю наблюдений (см. стр. 3 обложки, вверху).

Ученые предполагают, что Большое Красное Пятно уменьшается из-за штормов, которые постоянно взаимодействуют с ним и ослабляют процессы в этом самом мощном урагане Солнечной системы. Известны случаи поглощения пятном более мелких вихрей (Земля и Вселенная, 2008, № 5, с. 14; 2010, № 4, с. 30).

Пресс-релиз NASA,
21 мая 2014 г.

“Гершель”: изучение транснептуновых объектов

За четыре года работы европейская инфракрасная обсерватория “Гершель” измерила блеск 132 транснептуновых объектов (ТНО) Солнечной системы из более 1400 известных (Земля и Вселенная, 2006, № 2; 2012, № 3; 2013, № 6, с. 110–111). Это позволило определить их радиусы и альbedo поверхности.

Многочисленные тела пояса Койпера, обнаруженные за последние 20 лет с помощью крупнейших наземных и космических телескопов, в основном небольшие (см. стр. 3 обложки, внизу). Даже на лучших

снимках они выглядят как светящиеся точки. Измерив только блеск небесного объекта в видимом свете и расстояние до него, нельзя определить его размеры (а значит, и среднюю плотность): один и тот же световой поток может быть вызван небольшим ярким или большим темным телом.

Чтобы определить радиус и альbedo ТНО, необходимо кроме наблюдений в оптическом диапазоне провести измерения их собственного теплового излучения. Из-за крайней удаленности от Солнца (орбиты ТНО проходят дальше орбиты Нептуна) температура на поверхности объектов пояса Койпера менее 45–50 К, максимум их теплового из-

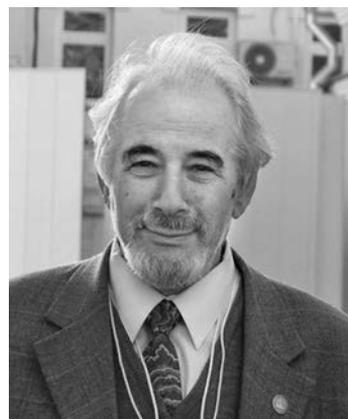
лучения лежит в дальнем инфракрасном диапазоне. Альbedo ТНО меняется от нескольких процентов почти до единицы. Ученые предполагают, что темные объекты пояса Койпера покрыты органическим веществом, образовавшимся в результате фотоллиза метанового инея ультрафиолетового излучения Солнца и звезд. Самые крупные ТНО – очень яркие благодаря преобладанию льда на их поверхности или разреженной атмосфере с инеем летучих (азот, метан и угарный газ). Сублимация инея на холодных участках делает их светлыми.

Пресс-релиз NASA,
9 июля 2014 г.

Как произошла жизнь на Земле*

ГИНДИЛИС Л.М.,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ МГУ

В статье дан обзор представлений о происхождении жизни на Земле от античности до наших дней. Прослеживается развитие гипотезы самозарождения, раскрываются современные теории, балансирующие между панспермией и предбиологической химической эволюцией.

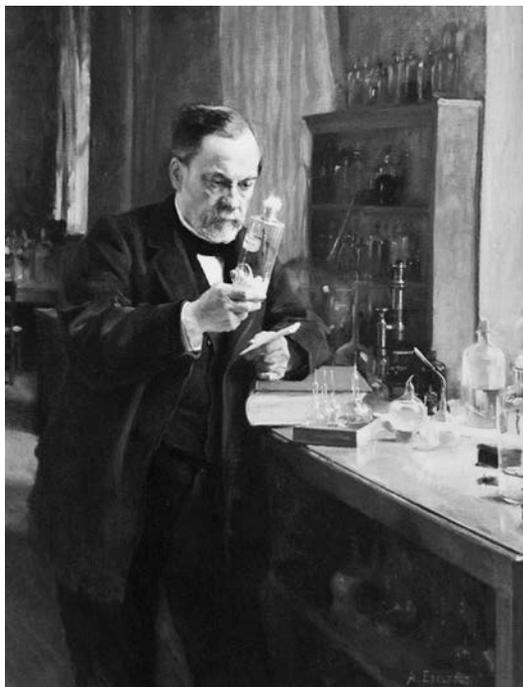


ОТ ТЕОРИИ САМОЗАРОЖДЕНИЯ
ДО ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНИ

Научные гипотезы о происхождении жизни на Земле менялись с течением времени. Начиная с античности господствовало мнение о непрерывном самопроизвольном возникновении живых организмов из неживой материи — теория самозарождения жизни. Считалось, что черви, насекомые, жабы и другие существа появляются из грязи и гниющих продуктов, а мыши рождаются из пшеничных зерен. Такое мнение не было умозрительным, оно основывалось

на наблюдениях, но неправильно истолкованных, и просуществовало около 2 тыс. лет, со времен Аристотеля вплоть до эпохи Возрождения. Любопытно, что в Средние века идею самозарождения поддерживал и святой Фома Аквинский (1225–1274). Он полагал, что в этом процессе участвуют ангелы. Несостоятельность гипотезы самозарождения была доказана в опытах Франческо Реди (1626–1697), который установил, что живые организмы в гниющих продуктах рождаются из оплодотворенных яиц.

* По материалам доклада на междисциплинарном коллоквиуме “Космические факторы эволюции биосферы и геосферы”. Москва, ГАИШ МГУ, 21–23 мая 2014 г.



Луи Пастер в лаборатории. Художник А. Эдельфельт. 1877 г.

Вновь эта идея возродилась в последней четверти XVII в. после открытия микроорганизмов. Считалось, что микроорганизмы – промежуточное звено между живой и неживой природой и могут самопроизвольно рождаться из неживого. опыты с нагреванием питательной среды показали, что уничтоженные при кипячении микроорганизмы через несколько дней возрождались вновь. Обнаружить методическую ошибку в этих опытах удалось не сразу. Дискуссия о возможности самозарождения жизни растянулась более чем на столетие. В ней принимали участие Ж.Л. Гей-Люссак, Г. Гельмгольц, Дж. Тиндаль и другие известные ученые. И только эксперименты, блестяще выполненные в 1859–1862 гг. французским микробиологом Луи Пастером, поставили точку в вековом споре о самозарождении. Л. Пастер объяснил причину, вызывающую рост микроорганизмов в стерильном бульоне: ею яв-

ляются микробы, переносимые частицами пыли. Тем самым он доказал, что в мире микробов, как и среди высших организмов, любая форма жизни ведет свое происхождение от родительской формы.

Как же появились первые организмы, как возникла жизнь на Земле? Если оставаться в рамках научной методологии, исключая акт Творения, то приходится признать, что все многообразие живых организмов на Земле появилось в процессе эволюции из неких первичных простейших форм, скажем, одноклеточных прокариотов. Исследование земных пород обнаруживает, что чем дальше мы продвигаемся в глубь геологической истории, тем более простые организмы встречаются в земных породах. Древнейшие породы содержат лишь следы простейших микроорганизмов. По современным данным, жизнь на Земле появилась вскоре после ее образования как планетного тела, вероятно в первые сотни миллионов лет ее развития (от 4,1 до 3,9 млрд лет назад). Но есть данные о том, что, когда закончился процесс формирования нашей планеты, на ней уже присутствовала простейшая бактериальная жизнь. Тогда встает вопрос: жизнь на Земле развилась в процессе эволюции из простейших форм, а как появились эти простейшие формы? Существуют три возможности:

– случайное происхождение жизнеспособной формы (вероятностное чудо);

– простейшие организмы были занесены на Землю из космоса (гипотеза панспермии);

– они сформировались на ранней Земле в процессе предбиологической химической эволюции.

Могут иметь место и сочетания этих возможностей.

ПРЕДБИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ НА ЗЕМЛЕ

Для начала химической эволюции необходимы органические соединения и вода. Вода на Земле появилась около 4 млрд лет назад. Рассматриваются различные механизмы появле-



Возможный вид поверхности одной из экзопланет, похожих на Землю. Рисунок А. Корецкого.

ния воды на Земле, весьма популярная точка зрения – она была доставлена на Землю кометами. Недавно выдвинута гипотеза, что источником воды может быть и космическая пыль. В статье Дж. Брадлея с соавторами (2014) сообщается, что в частицах межпланетной пыли обнаружены пузырьки воды, образованные под действием солнечного ветра. При взаимодействии солнечного ветра с силикатами, входящими в состав пыли, высвобождаются атомы кислорода, которые немедленно вступают в реакцию с ионами водорода H^+ , образуя молекулы воды. Межпланетная пыль непрерывно выпадает на поверхность Земли и может нести с собой молекулы воды.

Что касается органики, то, как показали эксперименты, начиная с классических опытов Г. Юри и его аспирантки С. Миллер, органические соединения в первобытной атмосфере Земли могли легко сформироваться под дей-

ствием УФ-излучения, ударных волн, радиоактивного распада и других источников энергии. В этих экспериментах были получены достаточно сложные биологически активные соединения, такие как аминокислоты, сахара и азотистые основания РНК. Другим источником органических соединений могут быть подводные вулканы, на что впервые обратил внимание доктор физико-математических наук Л.М. Мухин (1933–2009). Еще одним источником могут быть кометы, метеориты и, как отмечается в упомянутой работе Дж. Брадлея, космическая пыль. Подобные процессы должны происходить не только на Земле и вообще в Солнечной системе, но и в планетных системах других звезд.

Органические вещества в изобилии имеются в межзвездной среде, они входят в состав комет и некоторых типов метеоритов. Таким образом, формирование *мономеров* – основных

строительных блоков биохимии, из которых строятся макромолекулы, – не представляет собою проблемы. Что касается следующих шагов предбиологической эволюции, то здесь пока нет ясности. И.С. Шкловский в своей знаменитой книге “Вселенная, жизнь, разум” (последнее издание в 2006 г.) выделяет следующие этапы в процессе эволюции жизни:

- формирование малых молекул – мономеров;
- образование полимеров;
- появление каталитических функций;
- самосборка молекулы;
- возникновение мембран и доклеточная организация;
- возникновение механизма наследственности;
- образование живой клетки.

Сейчас достаточно ясен только первый этап и, в какой-то мере, ученые приблизились к пониманию второго, наметился прогресс в понимании, как возникли каталитические функции. Прочее остается пока неясным.

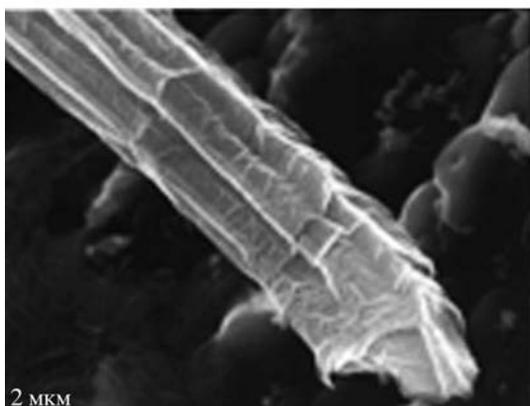
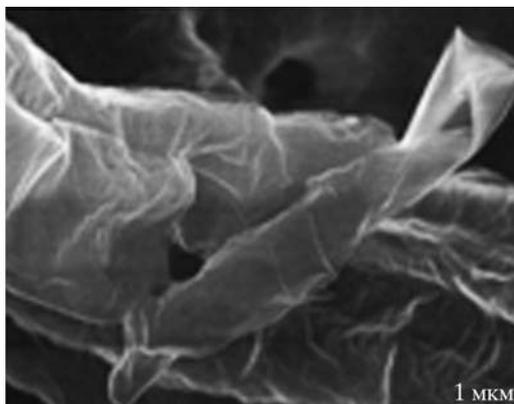
Одна из серьезных проблем – нарушение симметрии, гомохиральность. Речь идет о пространственной асимметрии живого вещества. Некоторые органические молекулы (в том числе молекулы аминокислот) могут существовать в двух формах, которые отличаются ориентацией отдельных группировок атомов. При этом группировка одной формы – зеркальное отображение другой, они получили название “левая” и “правая” форма. Существуют “левые” и “правые” аминокислоты. По своим химическим свойствам они совершенно идентичны, но пространственно их невозможно совместить. При синтезе белков в лаборатории всегда в равных количествах присутствуют обе формы, но белки, входящие в состав живых организмов на Земле, относятся только к “левой”. Хиральность (гомохиральность) – важнейший признак живого вещества, но как она возникает – неизвестно. Любая теория происхождения жизни должна объяснить хиральность. В последние годы важные результаты получил доктор физико-математических наук Г.Г. Манагадзе

(ИКИ РАН). В экспериментах с ударниками он показал, как может возникнуть хиральность в плазменном факеле ударной волны при метеоритном ударе. Так как некоторые метеориты несут с собой воду и простейшую органику, то здесь открывается возможность для предбиологической эволюции.

Современные представления о возникновении жизни радикально отличаются от тех, которые имели место даже пару десятилетий назад. Первое отличие состоит в представлении о том, *когда* возникла жизнь на Земле. В середине прошлого века господствовало представление, что после сформирования Земли она в течение 2 млрд лет оставалась безжизненной. Считалось, что в течение этого времени на Земле шел процесс предбиологической химической эволюции и лишь спустя 2 млрд лет на Земле появились первые микроорганизмы. Отсюда возникло представление, что если на других планетах этот процесс занял более длительное в несколько раз время, то сложные организмы не успели на них возникнуть, и Земля в этом плане уникальна. Однако более поздние исследования показали, что одноклеточные организмы появились на Земле около 4 млрд лет тому назад, сразу после образования Земли как самостоятельного планетного тела (см., например, “Проблемы происхождения жизни”. М.: ПИН РАН, 2009). Другое отличие состоит в том, *где* возникла жизнь. В середине прошлого века господствовало представление, что жизнь возникла в первобытном океане, теперь считается, что она возникала в небольших водоемах. Важным элементом современных представлений о происхождении жизни является гипотеза о существовании древнего мира РНК как возможного предшественника жизни на Земле.

МИР РНК

Как отмечает академик А.С. Спирин, в течение длительного периода господствовало мнение о том, что биохимический катализ осуществляют только белки-ферменты. Поэтому все теории происхождения жизни основа-



Псевдоморфозы по бактериальным нитям и цианобактериальным чехлам, обнаруженные в метеорите Оргей. По данным А.Ю. Розанова (Проблемы происхождения жизни. М.: ПИИ РАН, 2009, с. 161).

ны на том, что первичными в данном процессе являются белки, поскольку без них невозможен биохимический метаболизм. Но в 1980-х гг. были открыты каталитические функции РНК, что перевернуло все прежние представления об исключительной роли белков не только в происхождении жизни, но и в понимании самого феномена жизни. Обнаружены и другие функции РНК, в том числе способность, подобно белкам, создавать пространственные структуры. Таким образом, оказалось, что РНК – это уникальные биополимеры, которым свойственны как функции ДНК (кодирование), так и функции белков. Конечно, отмечает А.С. Спирин, белки делают это более эффективно, но они, в принципе, не способны к са-

мовоспроизведению. РНК содержит все необходимые предпосылки для точного воспроизведения ее собственной структуры. Следовательно, молекулы РНК могли существовать и самовоспроизводиться на древней Земле или других небесных телах до появления клеточных форм жизни. Гипотеза о том, что жизнь началась с молекул РНК и их ансамблей в настоящее время, как отмечает А.С. Спирин, считается “почти общепринятой”. В древнем мире РНК не было ни белков, ни ДНК, а лишь ансамбли различных молекул РНК, выполняющих разные функции, которые эволюционировали в клеточные формы жизни. А.С. Спирин описывает, как мог протекать такой процесс. В ту раннюю эпоху, около 4 млрд лет

назад, океанов на Земле еще не было. Процесс протекал в небольших водоемах – “дарвиновских лужах”. Существенную роль играл циклический процесс: периодическое подсушивание и затопление водоемов. Вопрос о том, как в “дарвиновских лужах” могла образоваться первая РНК, остается открытым. Весь путь эволюции, включая создание молекул РНК, и далее от колоний РНК до индивидуальных организмов с клеточной структурой, ДНК и аппаратом белкового синтеза должен был быть пройден за время от формирования Земли как планеты (около 4,5 млрд лет) до окончания метеоритной бомбардировки и появления первых клеточных организмов (примерно 3,9 млрд лет назад). А.С. Спиринов не исключает, что примитивные клеточные формы жизни могли быть занесены на Землю из космоса.

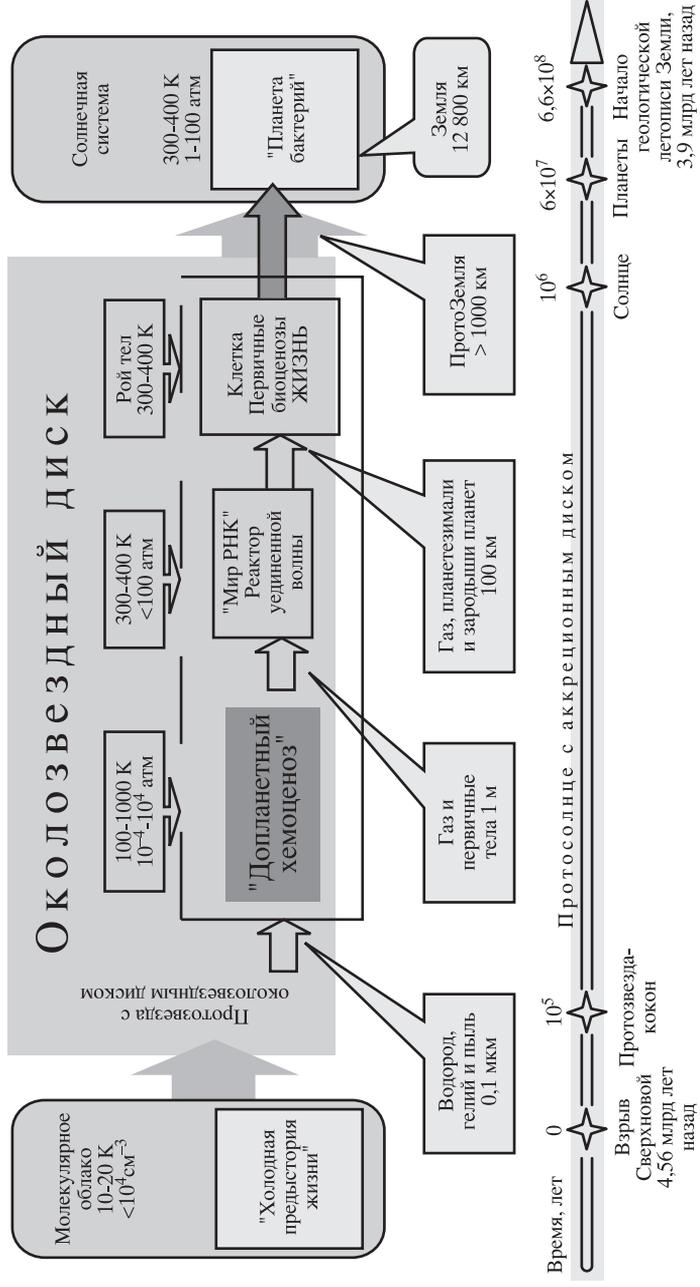
Возможные следы бактериальной жизни найдены в метеоритах. Они представляют собой фосилизированные (окаменевшие) формы, в которых органика замещена веществом окружающей породы с сохранением тончайших морфологических структур замещаемых бактерий. Эти данные были получены в Палеонтологическом институте РАН под руководством академика А.Ю. Розанова и в NASA Р. Гувером. Окаменевшие структуры в метеоритах вполне подобны тем, которые обнаруживаются в земной коре, что облегчает их идентификацию как окаменевших бактерий (Земля и Вселенная, 1997, № 4). Обнаруженные остатки относятся к прокариотам (простейшим одноклеточным организмам, не имеющим клеточного ядра), но есть намеки на то, что среди них могут быть и эвкариоты (имеющие клеточное ядро). Обнаруживаются они только в углистых хондритах, в метеоритах других типов их нет. Возраст углистых хондритов превышает возраст Земли, это, по мнению А.Ю. Розанова, указывает на то, что, по крайней мере, прокариотная (а возможно, и эвкариотная) жизнь существовала в Солнечной системе еще до образования Земли. Мир РНК должен быть еще более древним. Интересны дан-

ные о происхождении жизни в процессе эволюции протопланетного диска.

ЭВОЛЮЦИЯ ПРОТОПЛАНЕТНОГО ДИСКА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ

Протопланетные диски формируются в молекулярных газопылевых облаках. Основная часть вещества в них принадлежит молекулярному водороду H_2 . Имеются молекулы воды и молекулы органических соединений.

Вращающееся облако сжимается, образуя центральное тело (протозвезду) и окружающий слой газа и пыли – протопланетный диск. Кандидат физико-математических наук В.Н. Снытников (Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН) выдвинул гипотезу эволюции протопланетного диска. Сжатие газа в диск ведет к повышению в нем температуры и концентрации пылинок. Такая среда с активными органическими соединениями и наночастицами пыли благоприятна для синтеза минералов, входящих в состав углистых хондритов, а также для синтеза углистых силикатов и глинистых эффективных катализаторов при синтезе органических соединений. Катализаторами выступают также металлоорганические соединения и сами органические молекулы. На данном этапе в протопланетном диске идет каталитический синтез органических соединений и катализаторов. В.Н. Снытников называет этот процесс астрокатализом. В дальнейшем, когда диск теряет газовую компоненту и превращается в тонкий субдиск, в нем идет синтез высокомолекулярных соединений. Возникают условия, максимально благоприятные для синтеза предбиологических соединений, который заканчивается формированием “мира РНК”. Дальнейшая эволюция протопланетного диска приводит к условиям, при которых начинает преобладать деструкция органических веществ. В этих условиях могли сохраниться только те соединения на поверхности тел, которые изолировались полимерной оболочкой. Весь биохимический процесс и его детали, признается В.Н. Снытников, малопонятны,



Сценарий происхождения жизни по В.Н. Снытникову.



Молодое звездное скопление M16 (NGC 6611) и туманность Орла, расположенные в 7 тыс. св. лет от нас. Здесь находятся области звездообразования и протопланетные диски. Изображение получено в мае 2014 г. KTX. Фото NASA.

но именно в нем происходит зарождение клетки. Образовавшаяся допланетная биосфера распространилась от Юпитера до Венеры. Свидетельством данного этапа, по мнению В.Н. Снытикова, могут быть микрофоссилии (окаменелости) бактерий, обнаруженные в метеоритах. На последнем этапе в протопланетном диске идет окончательное формирование планет. Оно заканчивается периодом интенсивной метеоритной бомбардиров-

ки, который для Земли длился около 600 млн лет. В период бомбардировки органические вещества разрушаются, представители биосферы гибнут. В таких жестких неблагоприятных условиях смогли выжить только те микроорганизмы, которые сформировали биоценозы, адаптирующиеся к изменяющимся внешним условиям. Период бомбардировки закончился 3,9 млрд лет назад образованием "планеты бактерий". С этого времени начи-

нается документированная геологическая история Земли.

Существуют и другие сценарии, где основная роль отводится процессам, происходящим внутри протопланетных тел. Согласно А.В. Витязеву, Г.В. Печерниковой (Институт динамики геосфер РАН), Солнце и окружающий его газопылевой диск сформировались в гигантском молекулярном облаке рядом с молодыми звездами классов O и B. Ультрафиолетовое излучение звезд обеспечило слабую хиральность в органических соединениях межзвездной пыли. Часть ее за орбитами 3–4 а.е. вошла в состав первых планетезималей. После плавления их недр в результате нагрева короткоживущими изотопами ^{26}Al и ^{60}Fe органика опустилась в ядро планетезималей. Это произошло в первые 3–4 млн лет, то есть задолго до того, как Солнце вышло на главную последовательность. Дальнейшая эволюция органических соединений протекала внутри этих планетезималей. Если она привела к возникновению жизни, то ее следует искать в кометных ядрах.

Доктор физико-математических наук В.В. Бусарев (ГАИШ МГУ) обращает внимание на то, что процесс происхождения жизни, который мог начаться и в межзвездной среде, для своего завершения нуждается в защите от жестких космических факторов и в необходимых условиях для появления жидкой воды и катализаторов. Эти условия могли реализоваться на планетных (или протопланетных) телах и/или в их недрах. Такими объектами в ранней Солнечной системе могли быть каменно-ледяные тела. В их недрах происходил распад короткоживущих изотопов, в первую очередь ^{26}Al – основного энергетического источника для создания внутренней водной среды, в которой было возможно появление жизни. Подобные ранние процессы развития внутреннего океана, водной дифференциации и силикатно-органических ядер, по мнению В.В. Бусарева, должны были протекать на всех крупных каменно-ледяных телах Солнечной системы за границей конденсации водяного пара, в частности в зоне фор-

мирования Юпитера. В дальнейшем проникновение во внутренние области Солнечной системы происходило за счет взаимодействия с астероидами Главного пояса (столкновения, дробление).

Группа ученых (Лаборатория радиационной биологии ОИЯИ, Дубна и ряд итальянских университетов) получила важные, в плане предбиологической эволюции, результаты, о которых Э. ди Мауро и Е.А. Красавин рассказали 19 февраля 2014 г. на пресс-конференции в итальянском посольстве в Москве. В основе химических реакций, ведущих к предбиологическим соединениям, лежит молекула цианистоводородной кислоты HCN, широко распространенная в межзвездной среде. Следующий шаг – производный от нее и воды формамид NH_2CONH_2 , также широко распространенный в межзвездной среде. В проведенных экспериментах формамид подвергался облучению протонами, имитирующему воздействие галактических космических лучей. Получены разнообразные соединения, важные для предбиологической эволюции. Существенно, что в этих экспериментах в едином процессе тогда же были синтезированы соединения, необходимые для осуществления генетических и метаболических циклов. Тем самым было показано, как подчеркнул Э. ди Мауро, что генетика и метаболизм имеют общее происхождение; они используют одну и ту же химическую схему и появляются одновременно в одних и тех же физико-химических условиях. Также было установлено, что вещество метеоритов является активным катализатором этих процессов. Если это так, то катализатором может служить и космическая пыль.

Хотя в теории предбиологической эволюции достигнуты определенные локальные успехи, в целом проблема далека от решения. Важное достижение состоит в понимании того, что эволюция могла происходить не только на Земле или планетах земного типа, но и в межпланетной среде и в телах раннего протопланетного диска.



Возможно, зародыши жизни переносятся метеоритами. Рисунок.

ПАНСПЕРМИЯ

Идея заселения Земли из космоса родилась под впечатлением крушения теории самозарождения. В XIX в. считалось, что жизнь никогда и нигде не возникает, она существует вечно, подобно материи или энергии. “Зародыши жизни”, блуждая в мировом пространстве, время от времени попадают на подходящую по условиям планету и там дают начало биологической эволюции. Таких взглядов придерживались, в частности, такие крупные естествоиспытатели, как Г. Гельмгольц и У. Томсон. В начале XX в. теорию панспермии развил Сванте Аррениус (1859–1927). Вскоре она подверглась суровой критике, так как считалось, что споры и микроорганизмы должны погибать в межзвездной среде под действием УФ-излучения, жесткой (рентгеновской) радиации и космических лучей. Примерно во второй-третьей четверти XX в. теория панспермии считалась похороненной. Однако более позднее

детальное изучение показало, что споры и микроорганизмы могут сохраняться в центре межзвездных пылинок, не говоря уже о внутренних частях метеорных тел и комет. Наиболее устойчивы к космическим факторам вирусы и вириды. Эти новые данные привели в последней четверти XX в. к возрождению теории панспермии, чему способствовали и трудности, с которыми сталкивается теория происхождения жизни в результате химической эволюции.

Большой вклад в теорию панспермии внесли Ф. Хойл и Ч. Викрамасингх (Великобритания). В середине XX в., основываясь на спектрах межзвездной пыли, они выдвинули гипотезу, что межзвездная пыль в значительной мере состоит из бактерий, которые, подобно ядрам пылинок, окружены “шубой” из грязного льда, предохраняющей их от разрушения. Согласно новым идеям Ч. Викрамасингха (2011), это не живые бактерии, а их обломки. Ученый считает, что каждая обитаемая планета, подобно дереву, разбрасывающему

семена, выбрасывает в межзвездное пространство огромное число микроорганизмов, ничтожная доля которых – порядка 10^{-24} – достигает подходящих планет и дает начало жизни на них. Большинство же бактерий разрушаются, и их обломки входят в состав межзвездной пыли. В противоположность господствующим представлениям о том, что органические соединения в межзвездной среде последовательно воспроизводят шаги, ведущие к жизни – от простейших соединений до более сложных типа полициклических ароматических углеводородов, Ч. Викрамасингх считает, что все обстоит как раз наоборот. Органические соединения в межзвездной среде можно выстроить в ряд – от обломков бактерий, вирусов и виридов до соединений типа полициклических ароматических углеводородов и более простых. Скорее всего, в межзвездной среде протекают оба процесса: синтез органических соединений и распад микроорганизмов, вынесенных за пределы обитаемых планетных систем.

Несмотря на большое внимание, которое привлекает теория панспермии, надо признать, что она не решает проблему происхождения жизни, а лишь переносит ее с Земли на другие планеты. Как возникла жизнь на этих планетах, остается за рамками теории. В XIX в. считалось, что Вселенная вечна и неизменна. Поэтому в ней вечно, в тех или иных мирах, может существовать жизнь, откуда она и переносится на другие планеты. Исходя из современных представлений об эволюции горячей Вселенной и ее возникновении из сингулярного состояния, жизнь (по крайней мере, в ее молекулярной форме) не могла существовать в ранней Вселенной. Следовательно, если даже теория панспермии может объяснить происхождение жизни на той или иной планете (например, на Земле), она оставляет открытым вопрос о том, как же первоначально возникла жизнь во Вселенной – на каких-то первомирах, откуда она начала потом свое распространение.

Остается предположить, что жизнь произошла из неживой материи в ре-

зультате некоего случайного процесса. Маловероятно, что это произошло именно на Земле, но можно предположить, что такой процесс мог иметь место на одной из миллиардов планет во Вселенной, откуда жизнь распространилась затем на другие миры. Наиболее полный анализ проблемы выполнил В.А. Мазур (Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН, Иркутск) в 2010 г. Пусть в первобытном океане или “дарвиновской луже” случайно возник концентрированный раствор органических молекул – моносахаридов, липидов, аминокислот и нуклеотидов. Хаотическое тепловое движение этих мономеров привело к случайному синтезу первичной биологической макромолекулы, обладавшей способностью к саморепликации. Это запустило процесс развития клеточной жизни. Важно определить, какова вероятность случайного образования такой молекулы. Простые расчеты показывают, что она ничтожно мала не только в масштабах Земли, но и в масштабах всей видимой Вселенной за все время ее существования. Однако, согласно инфляционной космологии, видимая часть Вселенной составляет очень малую часть домена, образовавшегося в первоначальную эпоху экспоненциально быстрого раздувания Вселенной. Чрезвычайно большие размеры домена приводят к тому, что вероятность указанного синтеза на одной из планет в масштабах всего домена практически равна единице. Среднее расстояние между обитаемыми планетами в домене много меньше размера домена, но много больше размера горизонта видимой Вселенной. Поэтому вероятность создания еще одной первичной макромолекулы в видимой Вселенной практически равна нулю. Означает ли это, что Земля – одна из тех редких планет в домене, где возникла жизнь, и других обитаемых планет внутри горизонта Вселенной не существует? Такой вывод противоречил бы принципу Коперника – Бруно. Но если гипотеза панспермии справедлива, отмечает В.А. Мазур, то обитаемых планет внутри горизонта видимости может



Дуб Боргер. Гравюра на дереве М.К. Эшера. 1919 г. Согласно Ч. Викрамасингху, обитаемая планета, подобно дереву, разбрасывающему семена, выбрасывает в межзвездное пространство огромное число микроорганизмов.

быть много. Все они, в том числе и обитаемая Земля, должны быть продуктом панспермии одной, первоначально возникшей жизни. И тогда, очевидно, должны быть идентичны на молекулярном уровне. Неясным остается, как может происходить перенос жизни на расстояниях, намного превышающих горизонт Вселенной. По-видимому, единственный способ – использовать кротовые норы.

Гипотеза панспермии сталкивается с серьезными трудностями в связи с проблемой так называемых следовых элементов. В состав земных организмов помимо основных элементов (Н, С, N, P, S) входят в совершенно ничтожном количестве следовые элементы Mo, Mn, Si, F, Cu, Zn и некоторые другие. Концентрация их в бактериях, грибах, растениях и сухопутных животных тесно коррелирует с их концентрацией в морской воде. По мнению ряда ученых (например, Д. Голдсмит, Т. Оуэн), такая корреляция означает, что жизнь

на нашей планете появилась в земных морях, а не была занесена из космоса. Проблема следовых элементов снимается, если происходит перенос не живых микроорганизмов, а продуктов предбиологической эволюции. Тогда формирующаяся на Земле жизнь может использовать следовые элементы.

Такой процесс рассматривает в ряде работ А.Д. Панов (Земля и Вселенная, 2014, № 1). Он исходит из того, что жизнь на Земле образовалась практически сразу после ее формирования и времени на предбиологическую эволюцию было слишком мало. На этом основании он делает вывод, что предбиологическая эволюция началась давно и протекала на других планетах земного типа около звезд много старше Солнца. А затем продукты предбиологической эволюции были перенесены на Землю. А.Д. Панов рассчитал время, в течение которого продукты предбиологической эволюции, за счет панспермии, распространяются на всю Галактику. Оно оказалось порядка 400 млн лет (два галактических года). Если на некоей планете в результате химической эволюции возникает удачная конкурентоспособная система, то за это время она распространится на все планетные системы Галактики. И если на какой-то из них начался свой процесс химической эволюции, продукты его будут подавлены занесенной из Космоса более конкурентоспособной системой – своего рода естественный отбор на уровне продуктов предбиологической эволюции. Такая модель приводит к увеличению вероятности происхождения жизни на много порядков по сравнению с предбиологической эволюцией на любой изолированной планете. Более того, в данной модели жизнь возникает на одной молекулярной основе, с единым генетическим кодом и с одной хиральностью практически одновременно на всех планетах, где созрели подходящие условия.

В 1981 г. В.С. Троицкий высказал гипотезу об одновременном однократном происхождении жизни в Галактике. Обосновывая свое предположение, он ссылается на то, что скачок от нежи-

вого к живому до сих пор остается непонятым и необъясненным. Еще более непонятно, почему мы должны считать, что такой скачок возможен всегда, независимо от стадии развития Вселенной. Скорее наоборот: формирование такой сложной формы организации, как жизнь, должно зависеть от фазы развития Вселенной. Например, можно предположить, что этот процесс происходит только при определенных свойствах пространства-времени, при определенном значении реликтового фона и других параметров. Гипотеза непрерывного возникновения жизни базируется на том, что жизнь связана только со структурой молекул, но, возможно, не меньшее значение имеет структура пространства-времени, определяющаяся состоянием расширяющейся Вселенной.

Соображения В.С. Троицкого весьма интересны, но они носят чисто умозрительный характер. Гипотеза А.Д. Панова о синхронном самосогласованном происхождении жизни в Галактике обосновывается более строго и совсем из иных соображений. Он обращает также внимание на то, что синтез сложных органических соединений может происходить не только на планетах, но и в молекулярных газопылевых облаках. Реальная предбиологическая эволюция, согласно А.Д. Панову, может быть результатом сложного взаимодействия процессов, происходящих в открытом космосе и на планетах. Поскольку продукты химической эволюции, как он показал, достаточно быстро разносятся по всей Галактике, то предбиологическая эволюция в молекулярных облаках также будет самосогласованной.

Для полноты картины следует упомянуть о гипотезе направленной панспермии, которую выдвинули в 1973 г. лауреат Нобелевской премии Ф. Крик и его коллега Л. Оргел. Согласно ей, жизнь занесена на Землю из космоса, но не в результате естественного процесса, а в результате сознательной деятельности высокоразвитых внеземных существ. Подобные мысли ранее высказали Дж. Холдейн и К.Э. Циолковский, который считал, что жизнь возникает самопроизвольно лишь на

некоторых планетах (в том числе на Земле). Когда разумные существа достигают высокого развития, они приступают к планомерному заселению Вселенной. В отличие от своих предшественников, которые исходили из общих умозрительных соображений, Ф. Крик и Л. Оргел пытались обосновать гипотезу направленной панспермии универсальностью генетического кода. Ведь в условиях спонтанного возникновения жизни путем химической эволюции множества молекул можно ожидать образования организмов с различными системами генетического кода. Между тем все живые организмы на Земле – от бактерий до человека – используют один и тот же универсальный генетический код. Гипотеза позволяет решить также проблему следовых элементов. Возможно, направленная панспермия действительно осуществлялась на уровне преджизни, то есть переносилась лишь управляющая программа, а для построения “тела” клетки использовались те элементы, которые есть в окружающей среде.

Подводя итоги, мы видим, что проблема происхождения жизни на Земле пока еще далека от решения. Идея случайного происхождения жизни на Земле (вероятностное чудо!) не имеет серьезных оснований и должна быть оставлена.

В противоборстве идей панспермии и химической эволюции ни у той, ни у другой нет решающего перевеса. Очень важной является концепция возникновения Мира РНК. Но механизм образования первой молекулы РНК и дальнейшие шаги к клеточным структурам пока не ясны. По мнению автора, чаша весов склоняется в пользу космического происхождения жизни. По крайней мере, если говорить не о происхождении жизни вообще где-то во Вселенной, а о происхождении жизни на Земле. Возможно, панспермия осуществляется на уровне продуктов предбиологической эволюции, которая начинается на одной из планет Галактики (или в межзвездной среде) и завершается на других планетах. Но это лишь одна из возможностей.



НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: март – апрель 2015 г.

В.И. ЩИВЬЁВ

г. Железнодорожный (Московская обл.)

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Март		
3	4	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
5	7	Луна в апогее
5	18	Полнолуние
12	8	Луна проходит в 2° севернее Сатурна
13	17	Луна в последней четверти
14	21	Сатурн переходит от прямого движения к попятному
19	19	Луна в перигее
20	9	Новолуние
20	22	Весеннее равноденствие
22	21	Луна проходит в 3° южнее Венеры
27	7	Луна в первой четверти
30	7	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
Апрель		
1	12	Луна в апогее
4	12	Полнолуние
6	14	Уран в соединении с Солнцем
8	13	Луна проходит в 2° севернее Сатурна
8	20	Юпитер переходит от попятного движения к прямому
10	3	Меркурий в верхнем соединении с Солнцем
12	3	Луна в последней четверти
17	3	Луна в перигее
18	19	Новолуние
25	23	Луна в первой четверти
26	15	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
29	4	Луна в апогее

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

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	
Март	1	22	46	-07	52	06:40	17:49	06:53	17:36	07:14	17:15
	11	23	23	-04	00	06:22	18:02	06:28	17:57	06:37	17:47
	21	23	59	-00	04	06:04	18:15	06:03	18:16	06:00	18:19
	31	00	36	03	52	05:45	18:28	05:37	18:36	05:23	18:50
Апрель	10	01	12	07	40	05:26	18:41	05:12	18:55	04:46	19:21
	20	01	49	11	15	05:09	18:53	04:47	19:15	04:09	19:53
	30	02	27	14	32	04:53	19:06	04:24	19:34	03:32	20:27

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время захода Солнца 3 марта 2015 г. в Москве (широта – 55°45', долгота – 2° 30', 2-я часовая зона – московское время UT + 3^ч). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 3 марта, получаем 17^ч 39^м. Вычтем из него долготу места, прибавим 3^ч, получим 18^ч 09^м.

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
								45°	55°	65°		
	ч	м	°	'	"							
Меркурий												
Март	1	21	04,7	-17	27	0,0	6,5	0,65	–	–	–	
	11	21	58,0	-14	21	-0,1	5,8	0,77	–	–	–	
	21	22	57,4	-09	08	-0,4	5,3	0,86	–	–	–	
	31	00	01,9	-01	58	-1,0	5,0	0,95	–	–	–	
Апрель	10	01	13,0	+06	48	-2,2	5,0	1,00	–	–	–	
	20	02	30,3	+15	44	-1,4	5,4	0,89	–	–	–	
	30	03	41,6	+22	02	-0,5	6,6	0,59	1,3	1,3	–	Вечер
Венера												
Март	1	00	37,2	+03	14	-3,9	12,1	0,86	2,7	3,0	3,6	Вечер
	11	01	21,8	+08	21	-3,9	12,6	0,84	3,0	3,3	4,0	Вечер
	21	02	07,0	+13	09	-4,0	13,2	0,81	3,2	3,6	4,4	Вечер
	31	02	53,4	+17	27	-4,0	13,9	0,78	3,4	3,9	4,8	Вечер
Апрель	10	03	41,1	+21	02	-4,0	14,6	0,75	3,7	4,2	5,4	Вечер
	20	04	30,0	+23	45	-4,1	15,6	0,72	3,9	4,5	6,3	Вечер
	30	05	19,7	+25	27	-4,1	16,7	0,68	4,0	4,6	6,3	Вечер

Таблица III (окончание)

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Марс												
Март	1	00	25,3	+02	12	1,3	4,2	0,98	1,6	1,7	1,8	Вечер
	11	00	53,2	+05	18	1,3	4,1	0,98	1,3	1,4	1,4	Вечер
	21	01	21,1	+08	16	1,3	4,0	0,98	1,1	1,1	1,0	Вечер
	31	01	49,1	+11	05	1,4	4,0	0,99	0,8	0,7	–	Вечер
Апрель	10	02	17,3	+13	43	1,4	3,9	0,99	0,4	–	–	Вечер
	20	02	45,9	+16	06	1,4	3,8	0,99	–	–	–	
	30	03	14,7	+18	14	1,4	3,8	1,00	–	–	–	
Юпитер												
Март	1	09	09,6	+17	23	–2,4	44,5	1,00	12,2	12,8	13,7	Ночь
	11	09	05,6	+17	40	–2,3	43,7	1,00	11,3	11,9	12,6	Ночь
	21	09	02,7	+17	52	–2,3	42,7	1,00	10,4	11,0	11,5	Ночь
	31	09	01,0	+17	59	–2,2	41,5	0,99	9,6	10,0	10,3	Вечер
Апрель	10	09	00,5	+18	00	–2,1	40,3	0,99	8,7	9,1	9,1	Вечер
	20	09	01,3	+17	56	–2,0	39,1	0,99	7,8	8,1	7,9	Вечер
	30	09	03,3	+17	47	–2,0	37,9	0,99	7,0	7,1	6,6	Вечер
Сатурн												
Март	1	16	12,0	–19	02	0,4	17,0	1,00	5,2	4,6	3,2	Утро
	11	16	12,6	–19	02	0,4	17,3	1,00	5,6	4,9	3,3	Утро
	21	16	12,5	–19	00	0,4	17,5	1,00	6,0	5,1	3,4	Утро
	31	16	11,7	–18	56	0,3	17,8	1,00	6,3	5,4	3,5	Утро
Апрель	10	16	10,3	–18	51	0,2	18,1	1,00	6,7	5,6	3,5	Ночь
	20	16	08,3	–18	45	0,2	18,3	1,00	7,1	5,9	3,5	Ночь
	30	16	05,8	–18	37	0,1	18,4	1,00	7,5	6,2	3,0	Ночь

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

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий в марте не виден, 10 апреля он находится в верхнем соединении с Солнцем. Его вечерняя видимость в средних и южных широтах нашей страны начнется в конце апреля и продлится до середины мая. Видимый угловой диаметр Меркурия в конце апреля достигнет 6,6". В апреле Меркурий на небосводе удаляется от Солнца.

Венера постепенно становится ближе к Земле, ее видимый угловой диа-

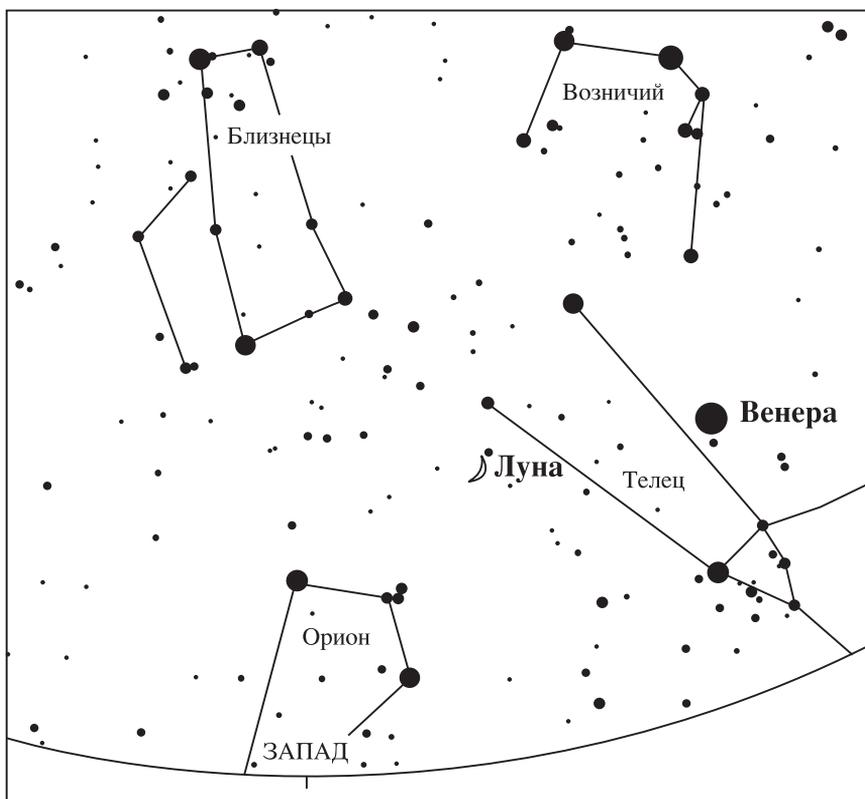
метр увеличивается с 12,1" в начале марта до 16,7" в конце апреля. Продолжительность наблюдений Венеры увеличится с 3 ч в начале марта до 4 ч в конце апреля в южных и средних широтах нашей страны и более 6 ч – в северных широтах. В конце апреля наступает наилучшая вечерняя видимость планеты. Луна пройдет недалеко от Венеры 22 марта.

Марс в марте перемещается по созвездию Рыб, и его еще можно наблюдать в вечернее время около 1,6–1,8 ч в самом начале месяца. Видимость Красной планеты заканчивается в 20-х числах марта на севере нашей страны, в конце марта – в средних широтах и в начале апреля – в южных районах. 14 июня Марс вступит в соединение с Солнцем.

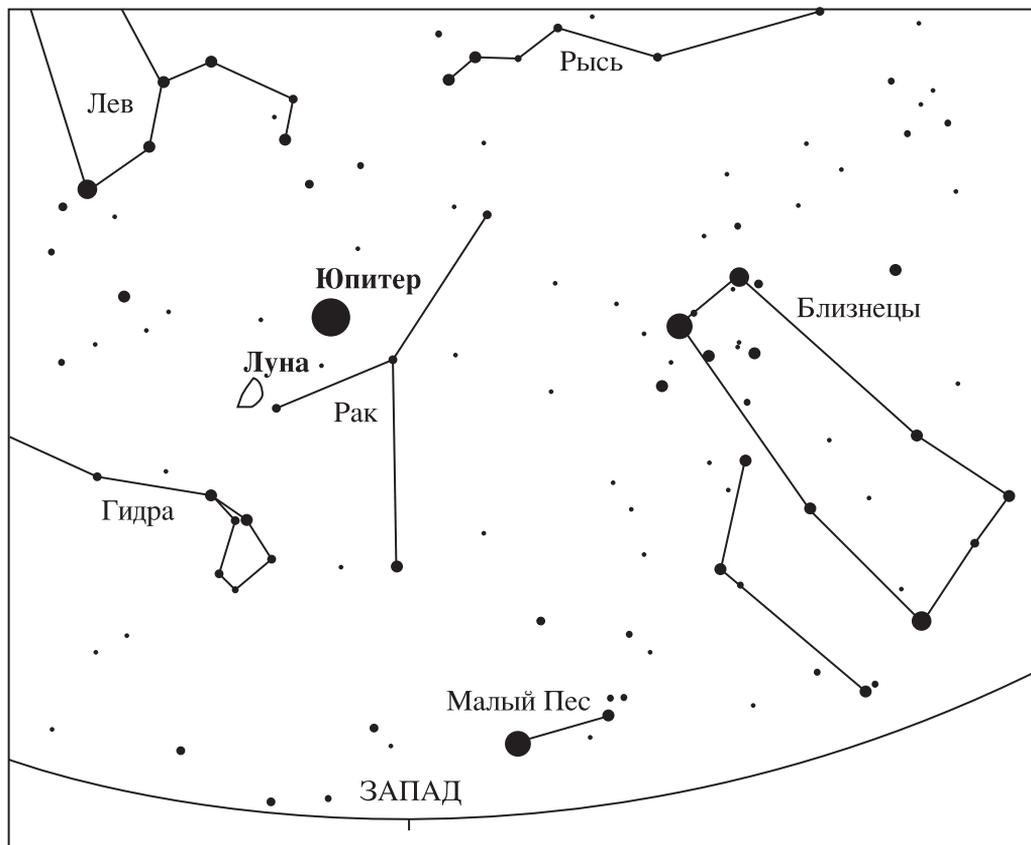
Юпитер в марте и апреле перемещается по созвездию Рака, сначала движется в попятном направлении, 8 апреля переходит от попятного движения к прямому. Юпитер примерно до 20 марта можно наблюдать в ночное время, затем – вечером. Продолжительность его видимости постепенно уменьшается с 12–13 ч в начале марта до 7 ч

в конце апреля. Видимый угловой диаметр этой планеты-гиганта постепенно уменьшается с 44,5" в начале марта до 37,9" в конце апреля. Луна пройдет недалеко от Юпитера 3, 30 марта и 26 апреля.

Сатурн в данный период перемещается по созвездию Скорпиона. 14 марта Сатурн переходит от прямого движения к попятному. В марте Сатурн виден в утреннее время, в апреле – уже в ночное. Его видимый угловой диаметр увеличится с 17,0" в начале марта до 18,4" в конце апреля. Сатурн в зависимости от широты места можно наблюдать 3–5 ч в начале марта, 3–7 ч – в конце апреля. Луна пройдет вблизи планеты-гиганта 12 марта и 8 апреля.



Вид западной части звездного неба в Москве 22 апреля 2015 г. в 22^ч 00^м по московскому времени. Отмечено положение Венеры и Луны.

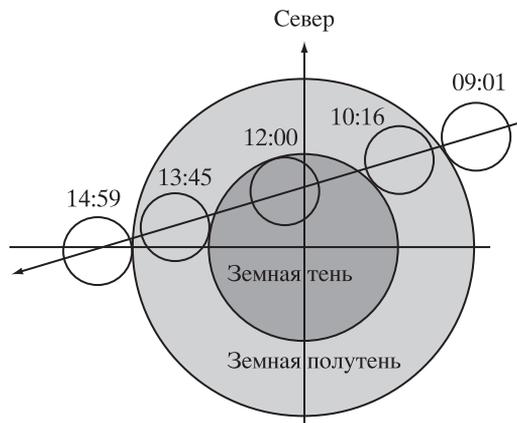


Вид западной части звездного неба в Москве 27 апреля 2015 в 00^ч 00^м по московскому времени. Отмечено положение Юпитера и Луны.

НЕБЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

В ночь на **4 апреля** жители восточных регионов России увидят **полное лунное затмение**. Восточнее Иркутска будут видны полные фазы затмения. Луна будет находиться в созвездии Девы. Полная фаза затмения начнется в 11^ч 56^м и завершится в 12^ч 04^м по Всемирному времени. Во время полного затмения Луна неглубоко погрузится в тень Земли, максимальная фаза составит 1,002.

20 марта произойдет **полное солнечное затмение**, полные фазы затмения могут увидеть только жители северной части акватории Атлантического океана. На части территории России наблюдениям доступны частные фазы затмения. Напоминаем, что смотреть на Солнце возможно с использованием специальных солнечных фильтров во избежание необратимой потери зрения.



Видимый путь Луны во время полного лунного затмения 4 апреля 2015 г. Отмечены моменты контактов.

Таблица IV

ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ 20 МАРТА 2015 г.

Город	Начало	h	Середина	h	Конец	h	Фаза
	ч : м		ч : м		ч : м		
Архангельск	09 19	25	10 24	24	11 29	22	0,790
Астрахань	09 34	43	10 32	39	11 28	33	0,357
Барнаул	10 17	19	11 04	13	11 49	6	0,344
Белгород	09 10	39	10 17	39	11 23	35	0,557
Брянск	09 07	36	10 15	36	11 22	33	0,632
Владимир	09 17	34	10 24	33	11 29	29	0,640
Волгоград	09 25	41	10 27	38	11 28	33	0,446
Вологда	09 17	31	10 23	30	11 29	26	0,702
Воронеж	09 15	38	10 21	37	11 26	33	0,557
Екатеринбург	09 45	30	10 45	25	11 42	19	0,526
Иваново	09 18	33	10 24	32	11 29	28	0,653
Ижевск	09 35	32	10 38	28	11 38	22	0,569
Иркутск	10 31	6	11 11	0	–	–	0,289
Йошкар-Ола	09 28	33	10 32	30	11 35	25	0,598
Казань	09 30	34	10 34	30	11 35	25	0,572
Калининград	08 50	30	09 58	34	11 09	35	0,766
Калуга	09 11	35	10 18	35	11 25	31	0,639
Кемерово	10 14	18	11 03	11	11 50	5	0,392
Киров	09 29	31	10 33	28	11 36	23	0,628
Кострома	09 18	32	10 24	31	11 30	27	0,668

Таблица IV (окончание)

Город	Начало	h	Середина	h	Конец	h	Фаза
	ч : м		ч : м		ч : м		
Краснодар	09 15	45	10 17	44	11 19	39	0,412
Красноярск	10 17	13	11 05	7	11 50	1	0,397
Курган	09 53	29	10 50	23	11 44	17	0,468
Курск	09 10	38	10 17	38	11 23	34	£),585
Липецк	09 15	37	10 22	36	11 27	32	0,574
Москва	09 13	34	10 20	33	11 26	30	0,653
Мурманск	09 14	21	10 18	21	11 22	19	0,888
Нижний Новгород	09 22	33	10 28	31	11 32	27	0,618
Новосибирск	10 12	19	11 02	13	11 49	7	0,391
Омск	10 03	25	10 56	19	11 47	12	0,421
Орёл	09 10	36	10 17	36	11 24	33	0,610
Оренбург	09 42	36	10 41	31	11 38	25	0,437
Пенза	09 24	37	10 29	34	11 32	29	0,544
Пермь	09 38	30	10 40	26	11 40	20	0,577
Петрозаводск	09 11	28	10 18	28	11 24	26	0,781
Псков	09 02	30	10 10	32	11 18	31	0,757
Ростов-на-Дону	09 16	43	10 20	41	11 22	37	0,455
Рязань	09 16	35	10 22	34	11 28	30	0,614
Салехард	09 41	20	10 42	16	11 40	11	0,712
Самара	09 33	36	10 35	32	11 35	26	0,506
Санкт-Петербург	09 06	29	10 13	30	11 21	28	0,777
Саранск	09 24	36	10 29	33	11 32	28	0,564
Саратов	09 27	38	10 30	35	11 31	30	0,499
Севастополь	09 03	44	10 08	45	11 13	42	0,458
Симферополь	09 04	44	10 09	45	11 14	41	0,459
Смоленск	09 05	34	10 13	35	11 21	33	0,677
Ставрополь	09 22	45	10 22	43	11 21	37	0,382
Сыктывкар	09 29	28	10 34	25	11 36	20	0,684
Тамбов	09 18	37	10 24	36	11 28	31	0,562
Тверь	09 11	33	10 18	33	11 25	30	0,686
Томск	10 11	18	11 02	12	11 50	5	0,424
Тула	09 13	35	10 20	35	11 26	31	0,622
Тюмень	09 50	28	10 49	22	11 44	16	0,509
Ульяновск	09 29	35	10 33	32	11 35	26	0,544
Уфа	09 40	33	10 41	28	11 40	22	0,503
Ханты-Мансийск	09 49	23	10 48	18	11 45	12	0,585
Чебоксары	09 27	33	10 31	31	11 34	26	0,592
Челябинск	09 48	31	10 46	25	11 43	19	0,482
Ярославль	09 16	32	10 23	31	11 29	27	0,673

Примечание. h – высота Солнца над горизонтом.

Космический проект “Гамма-400”

В соответствии с Федеральной космической программой России на 2016–2025 гг. началась разработка космической обсерватории “Гамма-400”. Ей предстоит исследовать гамма-излучение в диапазоне высоких энергий, чтобы определить природу темной материи во Вселенной и развить теорию происхождения высокоэнергичных космических лучей и физики элементарных частиц. Научный руководитель проекта “Гамма-400” – директор Института космофизики МИФИ доктор физико-математических наук А.М. Гальпер (Земля и Вселенная, 2012, № 5). Заместитель научного руководителя, технический руководитель – главный конструктор научной аппаратуры “Гамма-400” Н.П. Топчиев (ФИАН). Научную аппаратуру предполагается разместить на спутниковой платформе “Навигатор”, создаваемой НПО им. С.А. Лавочкина. Приборы “Гамма-400” разрабатывает ФИАН (головная организация) совместно с научными и промышленными организациями России, Италии и Украины. В проекте участвуют ученые Швеции и США.

Комплекс научной аппаратуры “Гамма-400” предназначен для измерения:

- космического гамма-излучения в диапазоне энергий 0,1–3000 ГэВ;
- регистрации гамма-всплесков в диапазонах энергий 0,1–10 МэВ и 0,1–3000 ГэВ;



Российская космическая обсерватория “Гамма-400” для исследования гамма-излучения. Рисунок ФИАН.

- электронов (позитронов) в диапазоне энергий 1–3000 ГэВ.

Научные задачи проекта:

- регистрация космического высокоэнергичного гамма-излучения, приходящего от различных областей небесной сферы;
- нахождение особенностей в спектрах высокоэнергичного гамма-излучения от дискретных и протяженных источников и электрон-позитронной компоненты, которые могут быть связаны с частицами темной материи;
- регистрация высокоэнергичного гамма-излучения от переменных дискретных источников с целью выяснения природы ускорительных процессов элементарных частиц в этих источниках;
- поиск и исследование гамма-всплесков;
- регистрация высокоэнергичных ядер, высокоэнергичного гамма-излуче-

ния, потоков электронов и позитронов, ядер при солнечных вспышках.

Наблюдение высокоэнергичного гамма-излучения в центре нашей Галактики даст уникальную информацию о сверхмассивной черной дыре и ее аккреционном диске, который, возможно, состоит из темной материи. Чтобы выделить линейчатое гамма-излучение от частиц темной материи на фоне излучения от других источников в Галактическом центре, у применяемых инструментов должно быть очень высокое угловое и энергетическое разрешение. “Гамма-400” будет иметь высочайшее угловое и энергетическое разрешение, которое превосходит разрешение у работающих и проектируемых космических и наземных гамма-телескопов.

Пресс-релиз ФИАН,
18 сентября 2014 г.

40-я основная экспедиция на МКС

Напомним, что экипажи 38-й и 39-й основных экспедиций (МКС-38/39) стартовали 26 сентября и 7 ноября 2013 г. на КК “Союз ТМА-10М и -11М”. 11 марта и 14 мая 2014 г. спускаемые аппараты кораблей “Союз ТМА-10М” с экипажем МКС-38: О.В. Котов, С.Н. Рязанский (Россия), М. Хопкинс (США) и “Союз ТМА-11М” с экипажем МКС-39: М.В. Тюрин (Россия), Р. Мастраккио (США) и К. Ваката (Япония) совершили посадку в заданном районе Казахстана. Время работы экипажей МКС-38 и МКС-39 – 166 сут 06 ч и 187 сут 21 ч соответственно.

26 марта 2014 г. с космодрома Байконур стартовала РН “Союз-ФГ” с КК “Союз ТМА-12М”. Его пилотировал экипаж 40-й основной экспедиции: командир корабля А.А. Скворцов, бортинженер-1 О.Г.Артемьев (Россия), командир МКС-38 и бортинженер-2 С. Свонсон (США). Через 2 сут 2 ч 40 мин после старта корабль в автоматическом режиме состыковался с модулем “Поиск” (МИМ-2). Полет экипажа МКС-40 рассчитан на 169 сут, посадка КК “Союз ТМА-12М” произошла 11 сентября 2014 г. С. Свон-



Экипаж 40-й основной экспедиции: А.А. Скворцов (Россия), С. Свонсон (США), О.Г. Артемьев (Россия), А. Герст (ESA, Германия), М.В. Сураев (Россия) и Р. Вайзман (США). Фото NASA.

сон выполнил третий полет, А.А. Скворцов – второй, О.Г. Артемьев – впервые в космосе.

Александр Александрович Скворцов (510-й астронавт мира, 105-й космонавт России) родился в 1966 г. в Щёлково (Московская область). В 1987 г. окончил Ставропольское высшее военное авиационное училище летчиков и штурманов, в 1997 г. – Военную академию ПВО им. Г.К. Жукова, в 2010 г. – Российскую академию государственной службы при Президенте РФ. Военный летчик 1-го класса. В 1997 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. **Олег Германович Артемьев** (534-й астронавт мира, 118-й космонавт России) родился в 1970 г. в Риге (Латвия). После окончания в 1998 г. МГТУ им. Н.Э. Баумана по специаль-

ности “Техника и физика низких температур” работал в РКК “Энергия” им. С.П. Королёва инженером-испытателем. Разрабатывал бортовую документацию и оборудование для внекорабельной деятельности, принимал участие в подготовке модуля “Звезда” к старту, в морских тренировках экипажей, испытывал скафандры “Орлан-М-ГН”. В 2003 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. **Стивен Свонсон** (Steven R. Swanson; 455-й астронавт мира, 287-й астронавт США) родился в 1960 г. в г. Сиракузы (штат Нью-Йорк). В 1983 г. получил степень бакалавра наук по инженерной физике в Университете штата Колорадо, в 1986 г. – магистра прикладных наук по компьютерным системам в Атлантическом университете во Флориде. В 1998 г. полу-

чил степень доктора в области компьютерных наук в Техасском университете. Работал инженером по математическому обеспечению и программированию на фирме GTE (Финикс, штат Аризона), затем инженером управления авиационных операций в Космическом центре им. Джонсона в Директорате управления летательными аппаратами, участвовал в разработке тренировочного самолета-лаборатории “Спейс Шаттл”. В 1998 г. зачислен в отряд астронавтов NASA.

В экспедиции МКС-40 к станции причалили грузовые корабли “Прогресс М-22М и -23М”, “Сигнус” и “Дрэгон”, выполнено 50 экспериментов по семи направлениям: 14 – технология, 13 – биология и биотехнология, 10 – исследование природных ресурсов и космического пространства, 7 – материаловедение, 4 – образование и популяризация космических исследований, по одному – физико-химические процессы и контрастные.

28 мая 2014 г. запущен КК “Союз ТМА-13М” с экипажем 40/41-й основной экспедиции: командир корабля и командир МКС-41 М.В. Сураев (Россия), бортиженер-1 Р. Вайзман (США) и бортиженер-2 А. Герст (ESA, Германия). Через 5 ч 46 мин, 29 мая, успешно осуществлена стыковка в автоматическом режиме с модулем “Рассвет” (МИМ-1). Продолжительность полета экипажа МКС-40/41 – 167 сут, посадка

КК “Союз ТМА-13М” состоялась 11 ноября 2014 г. М.В. Сураев совершил второй полет, Р. Вайзман и А. Герст – новички в космосе.

Максим Викторович Сураев (503-й астронавт мира, 104-й космонавт России) родился в 1972 г. в Челябинске, военный летчик 3-го класса, инструктор парашютно-десантной подготовки. После окончания в 1994 г. Качинского высшего военного авиационного училища летчиков им. А.Ф. Мясникова служил в частях ВВС. В 1997 г. окончил Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского, в 2007 г. – Российскую академию государственной службы при Президенте РФ. В 1997 г. зачислен в отряд космонавтов РКК “Энергия”. **Рид Вайзман** (Reid G. Wiseman; 535-й астронавт мира, 334-й астронавт США) родился в 1975 г. в г. Балтимор (штат Мэриленд), капитан третьего ранга ВМС США. После окончания в 1997 г. Политехнического института Ренсселира (штат Нью-Йорк) служил на базе ВВС в Пенсаколе. В 1999 г. получил квалификацию летчика ВМС и служил в истребительной эскадрилье. После окончания в 2004 г. школы летчиков-испытателей ВМС США служил в испытательной эскадрилье. В 2006 г. получил степень магистра наук по системотехнике в Университете Джона Хопкинса. В 2009 г. зачислен в отряд астронавтов NASA. **Александр Герст** (Alexander Gerst; 536-й аст-

ронавт мира, 11-й астронавт Германии) родился в 1976 г. в г. Кюнцельзау (ФРГ). В 2003 г. получил диплом с отличием по геофизике в Университете Карлсруе и степень магистра с отличием в области наук о Земле в Университете Виктории в Веллингтоне (Новая Зеландия). В 2010 г. получил степень доктора в области естественных наук в Геофизическом институте Гамбургского университета. Принимал участие в нескольких экспедициях в Антарктиду и в восхождении на вулкан Эребус. В 2004–2009 гг. работал над созданием научного инструментария в Институте геофизики при Гамбургском университете. В 2009 г. зачислен в отряд астронавтов ESA.

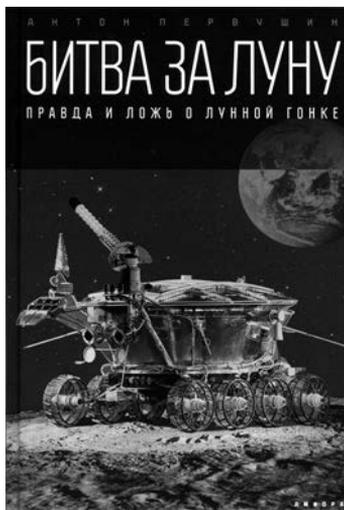
В программу МКС-40/41 включены три выхода в открытый космос, 58 экспериментов по пяти направлениям: по 12 – технология, биология и биотехнология (в том числе новый – “Биополимер”), 10 – исследование природных ресурсов и космического пространства, 7 – материаловедение, 4 – образование и популяризация космических исследований, 1 – физико-химические процессы.

29 мая – 11 сентября 2014 г. на борту МКС работала 40-я основная экспедиция в составе: А.А. Скворцов, О.Г. Артемьев, М.В. Сураев (Россия), С. Свонсон, Р. Вайзман (США) и А. Герст (ESA, Германия).

По материалам Роскосмоса, ЦУП-М и NASA

Кратко о Луне и ее исследовании

В 2014 г. в серии “Тайны истории” вышла книга **“Битва за Луну. Правда и ложь о лунной гонке”** (С.-П.: Амфора). Ее автор – *А.И. Первушин*, действительный член Федерации космонавтики России, лауреат премий имени Александра Беляева, “Интерпресскон”, имени Аркадия и Бориса Стругацких, “Звездный мост”. В книге показана история развития средств достижения Луны с древнейших времен до современных космических исследований нашей ближайшей небесной соседки. Среди наиболее впечатляющих этапов космической экспансии – лунные программы США и СССР. Итогом этого соревнования стали пилотируемые экспедиции американских астронавтов по программе “Аполлон” на поверхность Луны – одно из самых выдающихся достижений XX в.



Почему герои Жюль Верн отправились на Луну в пушечном снаряде? Поднимались ли в космос ракеты Третьего рейха? Как получилось, что СССР, так долго и уверенно лидировавший в “космической гонке”, уступил честь первой экспедиции на Луну американцам? Когда будет построена лунная база? На эти вопросы можно найти ответы на страницах книги.

В книге семь глав. Глава первая, *“Лунные корабли докосмической эры”*, – о воображаемых полетах на Луну и транспортных средствах, описанных в фантастических романах. Во второй,

“Лунные проекты изобретателей”, даются сведения о теоретических изысканиях пионеров космонавтики. Третья, *“Лунные корабли космического рейха”*, содержит описание проектов ракет 1920–1930-х гг., созданных в Германии. Четвертая глава, *“Лунные приоритеты”*, повествует о послевоенном развитии ракетостроения в США и СССР и первых полетах АМС к Луне. В пятой, *“Лунное противостояние”*, рассказывается о советских и американских проектах мощных ракет-носителей и лунных пилотируемых программах. Содержание шестой, *“Лунный шаг”*, охватывает 1960-е – начало 1970-х гг., когда происходила лунная гонка между сверхдержавами – первые мягкие посадки АМС на Луну и создание первых ИСЛ, в ней подробно описана программа “Аполлон”. Заключительная глава, *“Лунный реванш”*, посвящена полетам станций третьего поколения серии “Луна” и работе “Лунохода-1”. В конце книги приведена библиография.

Книга рассчитана на широкую аудиторию читателей, интересующихся историей космонавтики и исследования Луны.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336 <small>(индекс издания)</small>																								
	на <u>газету</u> журнал		<small>Количество комплектов</small>																								
Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small>			на ___ год по месяцам:																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td><td style="width: 5%;">2</td><td style="width: 5%;">3</td><td style="width: 5%;">4</td><td style="width: 5%;">5</td><td style="width: 5%;">6</td><td style="width: 5%;">7</td><td style="width: 5%;">8</td><td style="width: 5%;">9</td><td style="width: 5%;">10</td><td style="width: 5%;">11</td><td style="width: 5%;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													<small>Количество комплектов</small>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
Куда		<small>(почтовый индекс)</small>																									
Кому		<small>(фамилия, инициалы)</small>																									
			ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА																								
		70336 <small>(индекс издания)</small>																									
<small>ПВ место литер</small>		на <u>газету</u> журнал																									
Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small>			на ___ год по месяцам:																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td><td style="width: 5%;">2</td><td style="width: 5%;">3</td><td style="width: 5%;">4</td><td style="width: 5%;">5</td><td style="width: 5%;">6</td><td style="width: 5%;">7</td><td style="width: 5%;">8</td><td style="width: 5%;">9</td><td style="width: 5%;">10</td><td style="width: 5%;">11</td><td style="width: 5%;">12</td> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12													<small>Количество комплектов</small>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																
Куда		<small>(почтовый индекс)</small>																									
Кому		<small>(фамилия, инициалы)</small>																									

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(I полугодие 2015 г.) во всех отделениях связи.
Подписаться можно и по Интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте Почта России.
Подписной индекс – 70336.*

Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом космонавтики и геофизики С.А. Герасютин
Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 06.11.2014. Подписано в печать 26.12.2014. Дата выхода в свет 13. 01.2015

Формат $70 \times 100^{1/16}$ Цифровая печать
Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отт. 2,7 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 290 Зак. 818 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

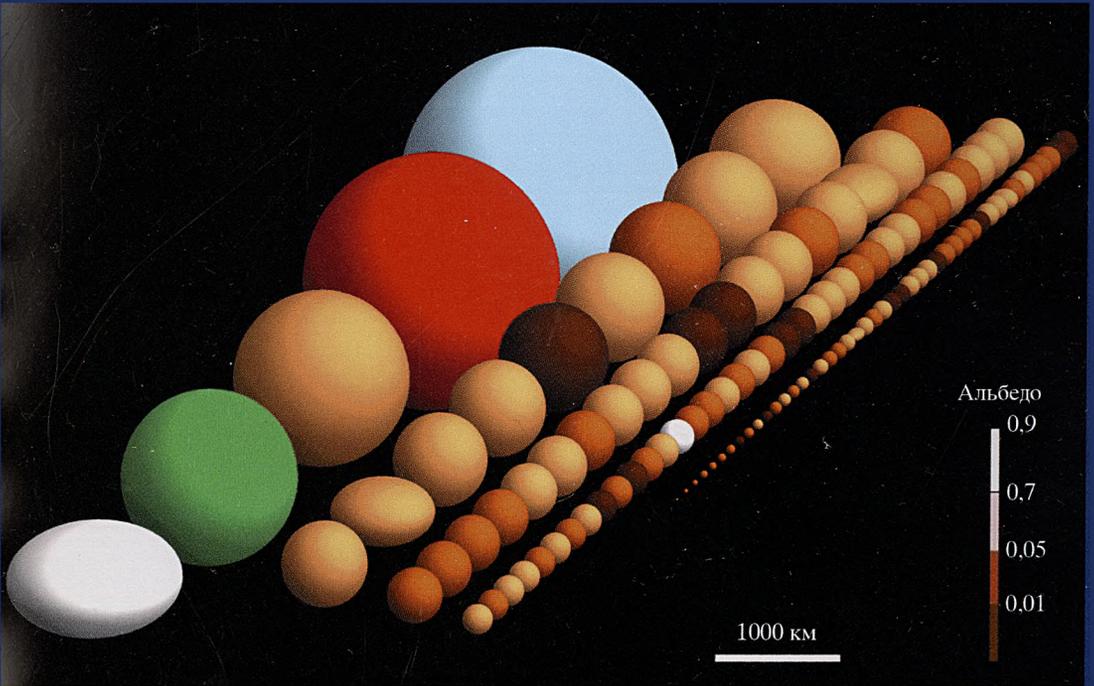
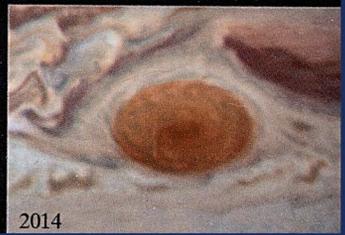
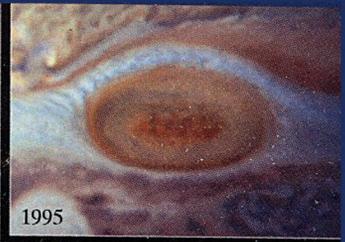
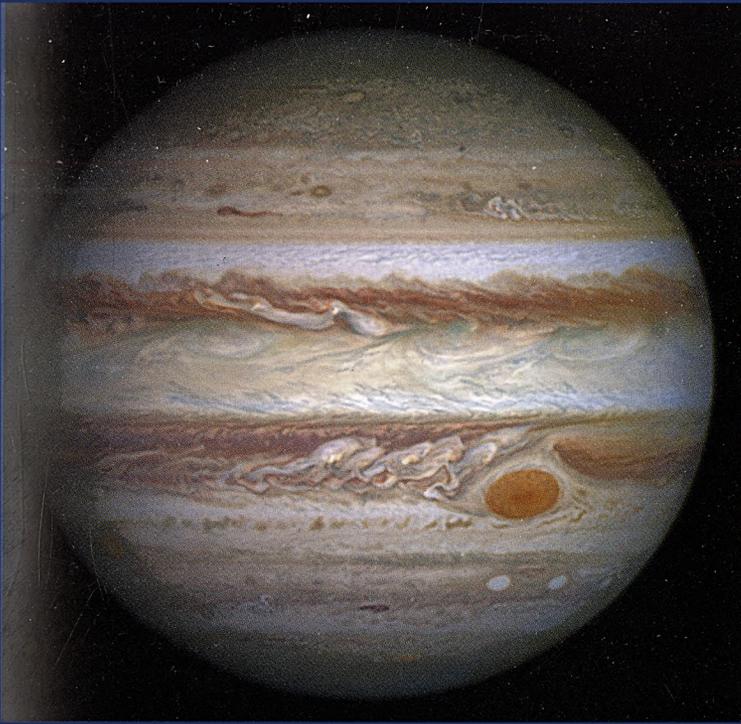
Адрес редакции: 119049, Москва, Мароновский пер., 26

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





"НАУКА"
Индекс 70336