

ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАРТ-АПРЕЛЬ

2/2014





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

Земля и Вселенная

2/2014



Новости науки и другая информация:

Туманность Кольцо [16]; Солнце в октябре – ноябре 2013 г. [30]; Новый полет к Марсу [50]; Запуск индийской АМС к Марсу [62]; Рекордный гамма-всплеск [63]; Новые снимки туманности Омар [80]; Исследования Венеры [81]; ИСЗ “Swarm” изучают магнитное поле Земли [96]; Супертайфун Йоланда (Хайян) [105]; Полет китайского лунохода [107]; «Спектр-Р» попал в Книгу рекордов Гиннеса [110].

В номере:

3 ШЕВЧЕНКО В.В., ТЕМЛЯКОВА Е.Д. Лунные природные ресурсы

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СТАНЦИЯ

17 ГЕРАСИУТИН С.А. 15 лет орбитальной стройке века

ЛЮДИ НАУКИ

33 МАРГА ГОМАН. Вальтер Гоман

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

45 ТИХОМИРОВА Е.Н., ТРОФИЛЕВА И.Н. “Отражение Вселенной”

ИСТОРИЯ НАУКИ

53 АЛИЕВ В.Г. Воспоминания о будущем

64 ИВАНОВ К.В. Эволюция представлений о целесообразном размещении астрономических сооружений

ЭКСПЕДИЦИИ

74 ЯЗЕВ С.А. Наблюдения полного солнечного затмения в Кении

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

82 РОМЕЙКО В.А. Человек Вселенной (к 80-летию Б.Г. Пшеничника)

87 УГОЛЬНИКОВ О.С. Юбилейная астрономическая олимпиада

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

97 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: май – июнь 2014 г.

ХРОНИКА СЕЙСМИЧНОСТИ ЗЕМЛИ

102 СТАРОВОЙТ О.Е., ЧЕПКУНАС Л.С., КОЛОМИЕЦ М.В. Сейсмичность Земли в июле – ноябре 2013 г.



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2014

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

На стр. 1 обложки: Спиральная галактика с перемычкой NGC 6946 Фейерверк размером 40 тыс. св. лет (созвездие Лебедя, 22 млн. св. лет от нас) – рекордсмен по числу вспышек сверхновых: за 100 лет зарегистрировано девять вспышек. Изображение составлено 28 октября 2013 г. из снимков Обсерватории Джемми (видимый диапазон) и космической обсерватории “Чандра” (рентгеновский, экспозиция – 48 ч). Фото NASA.

На стр. 2 обложки: Вверху – Американская АМС “MAVEN” на орбите Марса. Рисунок NASA/JPL (к стр. 50). Внизу – Экипажи МКС-37/38 в японском модуле “Кибо”: первый ряд – К. Найберг (США), Ф.Н. Юрчихин (Россия), Л. Пармитано (ЕСА, Италия); второй ряд – С.Н. Рязанский, О.В. Котов (Россия), М. Хопкинс (США), третий ряд – Р. Мастрраккио (США), М.В. Тюрин (Россия), К. Ваката (Япония). 8 ноября 2013 г. Фото NASA (к статье С.А. Герасютина).

На стр. 3 обложки: Вверху – Планетарная туманность Кольцо (M57, NGC 6720), расположенная в 2 тыс. св. лет от нас в созвездии Лиры. В ее центре – облако раскаленного гелия (синий цвет), во внешних слоях – газопылевые кольца и узлы (красный). Изображение составлено 23 мая 2013 г. из снимков, сделанных в видимом и УФ-диапазоне. КТХ. Фото NASA/JPL (к стр. 16). Внизу – Бриллиантовое кольцо. Полное солнечное затмение 3 ноября 2013 г. Кения. Фото М.Г. Гаврилова (к статье С.А. Язева).

На стр. 4 обложки: Центральная часть эмиссионной туманности NGC 6357 размером около 10 св. лет, находящейся на расстоянии 8 тыс. св. лет от нас в созвездии Скорпиона. Снимок сделан 22 октября 2013 г. КТХ. Фото NASA (к стр. 80).

In this issue:

3 SHEVCHENKO V.V., TEMLYAKOVA E.D. Lunar Natural Resources

INTERNATIONAL SPACE STATION

17 GERASYUTIN S.A. 15 Years of Orbital Construction of the Century

PEOPLE OF SCIENCE

33 MARGA HOHMANN. Walter Hohmann

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

45 TIKHOMIROVA E.N., TROFILEVA I.N. “Reflection of the Universe”

HISTORY OF SCIENCE

53 ALIEV V.G. Memories about the Future

64 IVANOV K.V. Evolution of ideas on the suitable Choice of Place for Astronomical Constructions

EXPEDITIONS

74 JASEV S.A. Observing the Total Solar Eclipse in Kenya

ASTRONOMICAL EDUCATION

82 ROMEYKO V.A. Man of Universe (to the 80th Anniversary of B.G. Pshenichner)

87 UGOLNIKOV O.S. Jubilee Astronomical Olympiad

AMATEUR ASTRONOMY

97 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: May – June 2014

CHRONICLES OF THE EARTH'S SEISMICITY

102 STAROVOYT O.E., SHEPKUNAS L.S., KOLOMIETS M.V. Seismicity of the Earth in July – November 2013

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

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

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,

доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,

кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,

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

член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор 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,

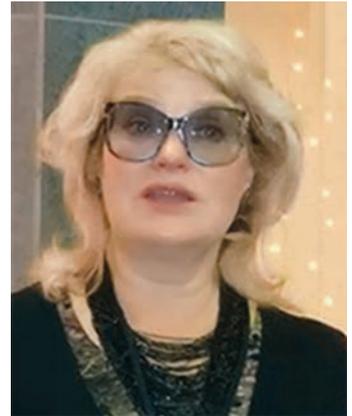
академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Лунные природные ресурсы

В. В. ШЕВЧЕНКО,
доктор физико-математических наук
ГАИШ МГУ

Е. Д. ТЕМЛЯКОВА
ИКИ РАН

Специалисты Роскосмоса, рассматривая планы создания обитаемых станций на Луне до 2030 г., полагают, что будут использованы имеющиеся на естественном спутнике Земли вода и строительные материалы. Международная академия астронавтики (IAA) также приступила к изучению проблем внеземных ресурсов с целью их разведки, разработки и утилизации. Для осуществления подобных работ создана исследовательская группа SG



3.17 “Космические минеральные ресурсы – поиск и возможности”. По предложению Генерального секретаря

IAA в состав SG 3.17 включен профессор В.В. Шевченко (ГАИШ МГУ), один из авторов данной статьи.

ЗАЧЕМ НУЖНЫ ЛУННЫЕ РЕСУРСЫ?

Помимо возможных катастрофических нарушений устойчивого развития нашей цивилизации, связанных с кометно-ас-

teroidной опасностью, неизбежную угрозу представляют глобальные процессы, порождающие нарушение естественного баланса в окружающей среде в результате промышленно-техноло-

гической деятельности человечества.

К основным параметрам подобных процессов относятся использование невозполнимых источников материальных и энергетических ресур-

сов, ведущее к их полному истощению, перенасыщение среды обитания продуктами загрязнения и перепроизводство энергии, приводящее к нарушению естественного баланса в земной среде и сопровождаемое возникновением устойчивого парникового эффекта.

В самом деле, при существующей структуре мировой экономики около 98–99% сырьевых материалов превращаются в отходы. Около 88% энергии в настоящее время вырабатывается за счет сжигания углеродного топлива, что дает 60% всех загрязнений природной среды. В связи с этим наиболее часто обсуждается проблема истощения запасов полезных ископаемых. Открытие новых месторождений приводит к постоянному пополнению известных резервов природного сырья, и временная шкала процесса истощения земных ресурсов определяется лишь приблизительно.

Проблеме перепроизводства энергии уделяется меньше внимания. Но именно в этом случае человечество подстерегает главная опасность. Многочисленные экологические изыскания позволяют сделать вывод, что допустимый предел производства энергии внутри земной среды составляет примерно 0,1% от солнечной энергии, поступающей через атмосферу

на земную поверхность. В абсолютных единицах это примерно 90 ТВт (90×10^{12} Вт). При переходе через этот предел в земной среде начинаются необратимые процессы нарушения естественного баланса, приводящие к полному разрушению условий обитания на нашей планете.

Даже при сегодняшнем уровне потребления энергии на душу населения, только с учетом роста населения Земли, за первую половину XXI столетия общее потребление и, соответственно, производство энергии удвоятся.

Если в последний год XX в., в 2000 г., эта величина составляла примерно 16 ТВт, то к 2050 г. она увеличится до 34 ТВт. При сохранении такой тенденции в 2100 г. общее производство энергии должно возрасти до 98 ТВт, то есть допустимая норма будет превышена со всеми вытекающими роковыми для человечества последствиями. В то же время разрушающие земную среду процессы начнутся гораздо раньше, постепенно набирая силу. И в самом деле, в последние годы мы неоднократно становились свидетелями то аномальной жары в районах с умеренным климатом, то небывалых наводнений и т.д.

Уже в настоящее время энергокомплекс в отдельных случаях потребляет для технических

нужд до 25% запасов экологически чистых вод, а возвращает в природную среду до 30% всех сточных вод. Примерно 40% загрузки железных дорог приходится на перевозки нефти, угля и других традиционных видов топлива. Выполнены расчеты, которые показывают, что при использовании современных технологий сжигания органического топлива ежегодно теряется до 20% кислорода, репродуцированного в естественных условиях. Одновременно этот процесс сопровождается увеличением концентрации атмосферного углекислого газа, что неизбежно ведет к развитию глобального парникового эффекта, в чем мы убедились на примере строения атмосферы планеты Венеры.

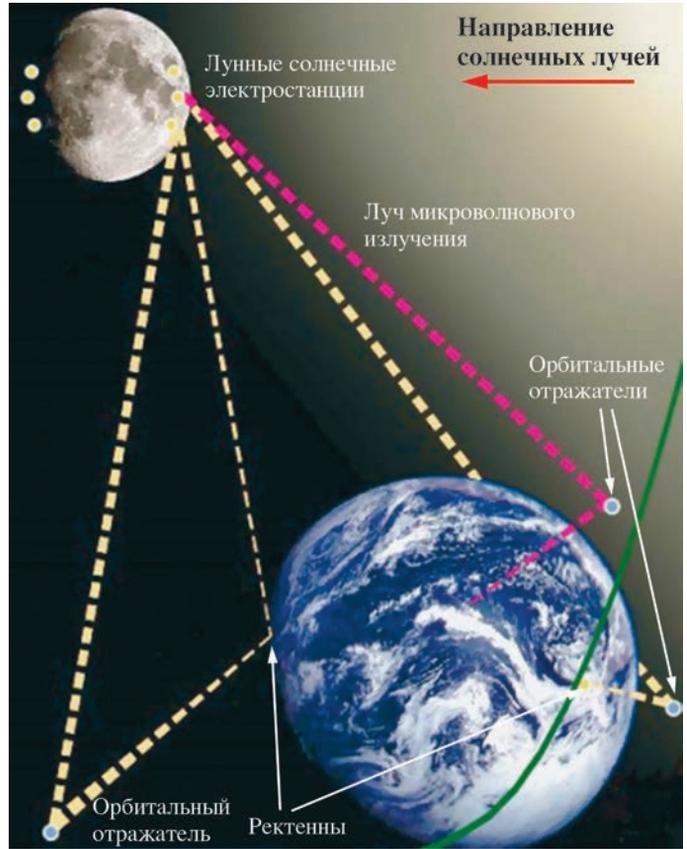
Конечно, развитие атомной энергетики может снять некоторые из указанных проблем. Но, к сожалению, атомная энергетика в современном ее виде порождает другие, не менее сложные проблемы, что заставляет многие страны отказываться от этого источника энергоресурсов.

Многочисленные футурологические исследования, которые проводятся еще с 1980-х гг., показали, что единственный путь решения проблемы выживания человечества – интенсивное использование внеземных, то есть космических ресурсов. В течение дол-

Схема солнечной энергетической системы на Луне, которая может снабжать потребителей "чистой" энергией на Земле с помощью орбитальных отражателей и наземных энергетических станций (ректенн). Проект Д. Крисвелла.

гого времени предполагалось, что внезапным экологически чистым энергетическим ресурсом может стать солнечная энергия. В качестве способа утилизации солнечной энергии рассматривались гелиоэлектростанции на стационарных околоземных орбитах (Земля и Вселенная, 1997, № 2) и наземных энергетических станциях (ректеннах). Между тем даже простые оценки показывают, что этот путь может оказаться тупиковым.

Например, согласно одному из проектов для удовлетворения потребности в электроэнергии одного миллиона семей на Земле необходимо создать на геостационарной орбите солнечную электростанцию с общей массой около 100 тыс. т. Эксперты ООН полагают, что к 2100 г. численность землян достигнет почти 10 млрд, что может быть примерно эквивалентно 2 млрд семей. Следовательно, общая масса гелиоэнергетического орбитального комплекса в этом случае должна бы составить примерно 200 млн т. Но для выведения на геостационар-



ную орбиту полезного груза в 1 млн т необходимо израсходовать около 300 млн т топлива и 2,5 млн т конструкционных материалов. При этом в земную атмосферу поступит около 40 млн т продуктов загрязнения. Для реализации всего проекта потребуются примерно миллион запусков тяжелых ракет-носителей или 2 млн запусков к 2050 г. Получается абсурдная величина – от 50 до 100 запусков каждый день. Полное решение энергетической проблемы с помощью системы "космических зеркал" по

такой схеме следует признать изначально утопическим вариантом.

В то же время эта ситуация может кардинально измениться, если предположить, что все необходимое для создания крупных космических сооружений на высоких околоземных орбитах будет доставляться с Луны. Учитывая малую силу тяжести на поверхности нашего естественного спутника (в шесть раз меньше земной) ракеты-носители с меньшей мощностью двигателей, чем стартовые с Земли, могут перемещать

значительные по массе грузы. Число необходимых запусков сократится до осуществимого, а побочные продукты такой деятельности будут рассеиваться в космическом пространстве, не причиняя вреда нашей среде обитания. В случае доставки полезного груза с Луны потребуется всего 90 млн т топлива.

Реальным перспективным проектом представляется энергетическая система на лунной поверхности, которая может собирать и преобразовывать солнечную энергию, чтобы передавать ее на Землю с помощью высокочастотных излучателей (СВЧ-системы). Эта лунная гелиоэлектростанция, по оценкам проектировщиков, к 2050 г. могла бы обеспечить мощность передаваемой на Землю энергии на уровне 20 тыс. кВт. Первичная энергетическая установка мощностью 1 ГВт может быть построена на Луне в течение 10 лет при затратах примерно 50 млрд долларов.

Важная особенность проекта – возможность использовать при создании солнечных батарей и соответствующей арматуры местные лунные материалы.

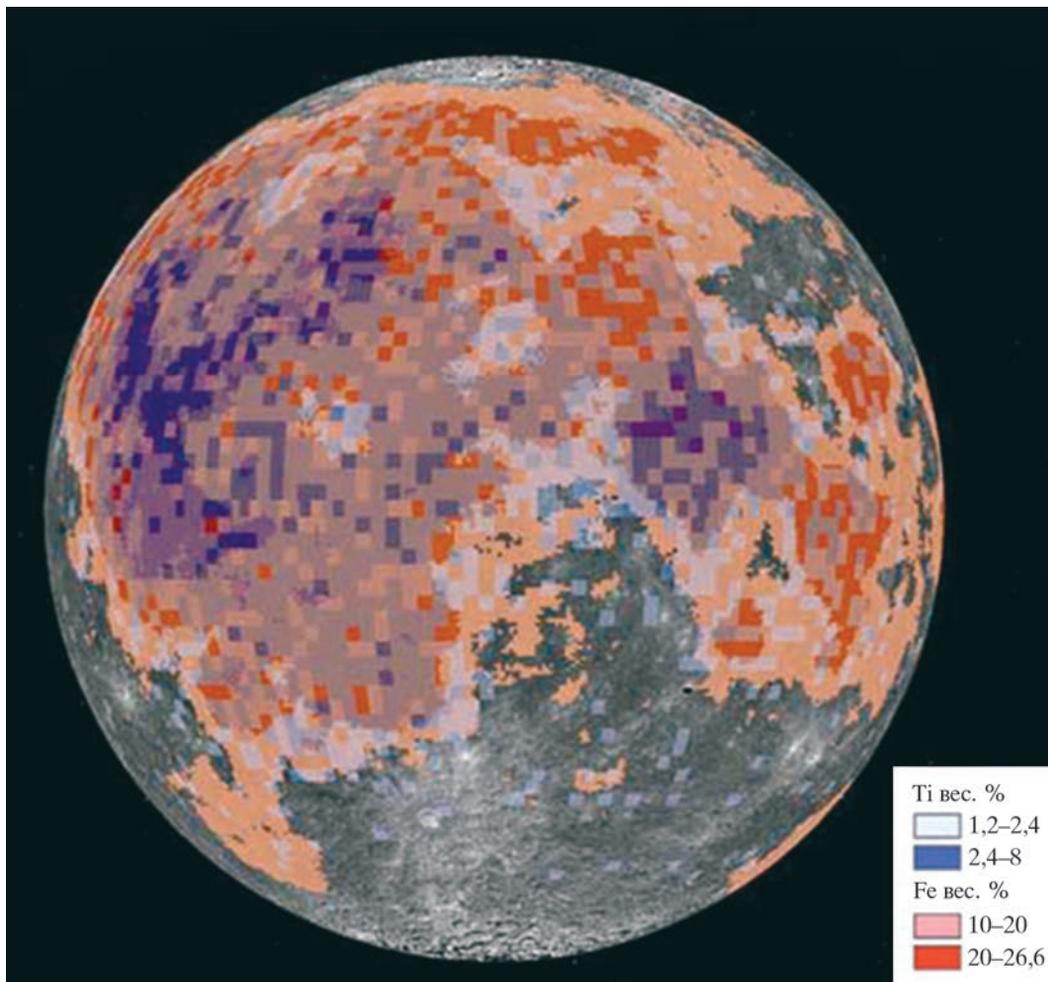
ЛУННЫЙ КАРЬЕР

Создание промышленного комплекса на Луне потребует использования значительного объема конструкционных мате-

риалов. Как было показано, их доставка с Земли весьма нерентабельна. Схема построения лунных комплексов должна предусматривать использование лунных материалов (Земля и Вселенная, 2012, № 3). Без учета технологических проблем, исходя только из известного химического состава лунных пород, можно сделать самую общую оценку содержимого лунного карьера размерами $100 \times 100 \text{ м}^2$ и глубиной 10 м. Что можно извлечь из такого количества обычных лунных пород? Основной химический элемент, входящий в состав лунных минералов, – это кремний. Из карьера указанных размеров можно извлечь около 40 тыс. т кремния для изготовления ячеек солнечных батарей. Нетрудно подсчитать, что такого количества кремния хватило бы на постройку солнечной батареи площадью $12,5 \text{ км}^2$. Суммарная мощность этой батареи может быть несколько больше мощности, например, Воронежской атомной электростанции или в два-три раза больше мощности Днепрогэса. Для изготовления электроарматуры или деталей солнечной электростанции из того же количества лунного вещества можно извлечь от 15 тыс. до 30 тыс. т алюминия и от 5 тыс. до 25 тыс. т железа. Следует заметить, что подобный лунный карьер обеспечит также получение

примерно 9 тыс. т титана для изготовления металлических конструкций высокой прочности и надежности. К этим материалам добавится еще некоторое количество магния, кальция, хрома и других химических элементов.

Как известно, все лунные породы находятся в окисленном состоянии. Это значит, что немалая часть массы лунного вещества приходится на кислород. Добываемый кислород можно использовать в системе жизнеобеспечения самой лунной базы, в различных технологических процессах и в качестве одного из компонентов ракетного топлива (Земля и Вселенная, 2001, № 4). Из того же лунного карьера можно добыть до 90 тыс. т кислорода и использовать его в качестве одного из компонентов ракетного топлива. Другим компонентом должен быть водород. Оказывается, что и этот газ мы сможем найти в лунном карьере. В течение миллиардов лет солнечный ветер, свободно достигающий лунной поверхности, насыщает реголит водородом. В каждом килограмме верхнего слоя рыхлого вещества Луны содержится около 50 г водорода. Несколько тонн водорода, добытого все из того же лунного карьера, позволят заправить топливные баки грузовой ракеты и произвести старт.

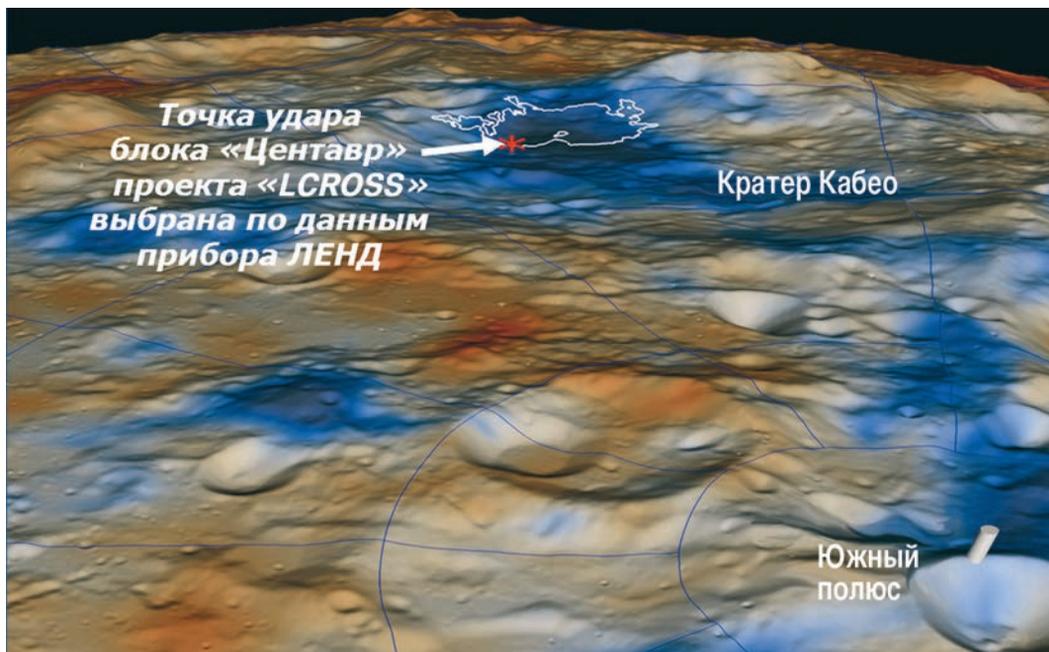


Карта распространения пород с повышенным содержанием титана и железа. Следует обратить внимание на эти области в пределах Океана Бурь, Моря Дождей и Моря Спокойствия. По данным АМС "Лунный орбитальный разведчик". 2011 г. NASA.

Приведенные оценки содержания различных элементов в поверхностном слое реголита основывались на средних значениях химического

состава лунного грунта. В настоящее время появилась более современная и более детальная информация, полученная в процессе спектральных съемок с борта АМС "Лунный орбитальный разведчик" (Земля и Вселенная, 2009, № 6, с. 99–101). Было получено более 4 тыс. спектральных изображений в диапазоне от ультрафиолетового до видимого. Эту информацию протестировали, используя данные химического состава лунных

образцов, доставленных на Землю по программе "Аполлон" и автоматическими станциями серии "Луна" (1969–1976 гг.; Земля и Вселенная, 1970, №№ 5, 6; 1973, № 5; 1977, № 1; 2009, № 5). Выяснилось, что в отдельных районах поверхности наблюдается повышенное содержание титана. В то время как в земных породах в лучшем случае около 1% титана, содержание этого металла в лунном грунте варьировалось от 1% до 10%.



Для планетологов до сих пор остается необъяснимым подобное повышенное содержание титана в лунных породах. Предполагается, что источником такого химического состава реголита могут быть процессы, происходившие на ранних стадиях формирования Луны. Повышенное содержание титана характерно в основном для минерала ильменит, соединения, содержащего железо, титан и кислород. Обнаружено также, что этот минерал наиболее эффективен для сохранения таких частиц солнечного ветра, как гелий-3 и водород.

Возвращаясь к анализу лунного карьера, следует упомянуть, что сам лунный грунт – отличный материал для получения “сухого бетона”. По

мнению специалистов, в лунных условиях реально осуществить производство цемента из пыли. Тонкая фракция, которая входит в состав реголита с размером частиц 5–10 мкм послужит идеальным материалом для получения цемента. В вакууме и при высоких температурах эти технологии обещают быть несложными. Предлагается использовать серу, полученную из лунного грунта в качестве скрепляющего материала. Для того чтобы получить качественный цемент из лунной пыли, ее и серу необходимо подвергнуть термической обработке при температуре +130–140°C, используя солнечные энергетические установки.

Схема ударного эксперимента “LCROSS”, в ходе выполнения которого на Луну упала последняя ступень ракеты-носителя (блок “Центавр”). Темно-синим цветом выделена область внутри кратера Кабео, где в поверхностном слое реголита, по данным прибора ЛЕНД, содержится повышенное количество водорода (или водяного льда). Фото NASA.

ЭКЗОТИКА
НА ЛУННЫХ ПОЛЮСАХ

Долгое время бесспорным казалось утверждение, что на лунной поверхности нет даже минимальных запасов летучих и, в частности, водного льда. Малая сила тяжести и высокие дневные температуры неизбежно приводят к

Образец 12013 KREEP-породы, доставленный на Землю КК "Аполлон-12" в декабре 1969 г. Фото NASA.

исчезновению подобного вещества, даже если летучие появляются в лунной среде. Но теоретические оценки, выполненные задолго до полетов АМС, показывали, что отложения летучих, включая водяной лед, возможны в местах с постоянно низкими температурами поверхности. Подобная ситуация может сложиться в понижениях, расположенных близко к точкам Северного и Южного полюсов Луны. Согласно расчетам, выполненным в свое время в ГАИШ МГУ, в постоянно затененных местах приполярных кратеров могут возникнуть "холодные ловушки", где температура поверхности сохраняется ниже 100 К в течение длительных периодов времени или даже постоянно. Измерения, проведенные АМС "Лунный орбитальный разведчик" высокочувствительным радиометром "Diviner", способным диагностировать участки поверхности с низкой температурой, подтвердили реальность подобных моделей (Земля и Вселенная, 2010, № 4).

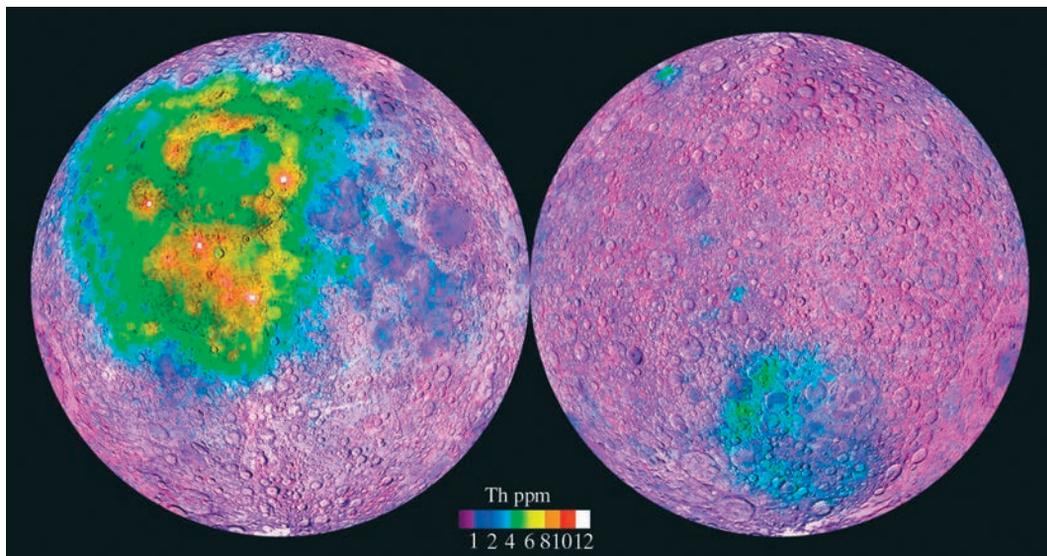
В Институте космических исследований РАН был создан прибор ЛЕНД (Лунный исследовательский нейтронный детек-



тор), предназначенный для обнаружения водных льдов на лунной поверхности (Земля и Вселенная, 2009, № 6, с. 101–102). Благодаря работе этого прибора в полярных областях Луны были выявлены места, где можно было предположить существование залежей водного льда. Одним из таких мест стал кратер Кабео вблизи Южного полюса Луны. Измеренные температуры оказались достаточно низкими (50–75 К) для того, чтобы в этом месте возникла "холодная ловушка". Летучие, попадающие в такую аномальную область, теряют способность к рассеянию и остаются на поверхности, образуя значительные по массе отложения. Полученные данные были проверены в ходе эксперимента "LCROSS" (Земля и Вселенная, 2011, № 2, с. 107–108). 9 октября 2009 г. во время полета ИСЛ "Лунный орбитальный разведчик" в кратер Кабео была сброшена последняя ступень ракеты-носителя массой около 2,5 т, доста-

вишей весь космический комплекс в окололунное пространство. В результате падения "ударника" на лунную поверхность образовалось облако выбросов, в котором дистанционным методом было обнаружено до 155 кг водяного пара. По разным оценкам, параметры возникшего ударного кратера – приблизительно 30 м диаметр и 5 м глубина. Если эти данные о содержании льда в лунном реголите принять за эталонные, то внутри всей площади "холодной ловушки" кратера Кабео в реголите толщиной до 5 м содержится от 10 до 14 тыс. т ледяных отложений.

В первом приближении практически все "холодные ловушки" в Южной полярной области Луны обладают высокой степенью однородности по своим наблюдаемым свойствам. Это обстоятельство позволяет распространить приведенные выше оценки на всю площадь "холодных ловушек". В этом случае общие запасы ледяных отложений в Южной



полярной области Луны могут достигать 80–100 тыс. т (Земля и Вселенная, 2010, № 4; 2012, № 3, с. 73). Очевидно, что сделанные в настоящее время расчеты могут потребовать уточнения при дальнейших исследованиях, но, по всей вероятности, порядок величин не изменится.

Итак, после обнаружения значительных запасов воды, точнее водяного льда, в околополярных районах Луны этот ресурс стал рассматриваться в качестве наиболее решающего при выборе мест для будущих исследований, в частности для создания долговременных обитаемых баз.

ЛУННАЯ ЭКОНОМИКА – БУДУЩИЙ РЫНОК РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

По данным последнего аналитического отчета международного

банка Goldman Sachs, глобальный дефицит редкоземельных металлов поднял цены на них от уровня 2009 г. почти десятикратно, причем рост цен продолжился в 2013 г. и, скорее всего, будет продолжаться и дальше. Сегодня 90% международного рынка редкоземельных металлов контролирует Китай. В 2010 г. стоимость 1 кг доходила до 10,32 доллара. По прогнозу австралийской компании “Lynas” к концу текущего года стоимость 1 кг редкоземельных металлов может достичь 162,66 доллара.

Следует отметить, рынок лунных материалов практически уже формируется. Коммерсантов интересуют, прежде всего, шесть элементов, известных как платиновая группа металлов (PGM): иридий, осмий, палладий, родий, руте-

Области распространения KREEP-пород на лунной поверхности, выделенные по содержанию тория. Следует обратить внимание, что на обратной стороне подобные породы встречаются внутри самой крупной в Солнечной системе кольцевой структуры – бассейна Южный полюс – Эйткен. Рисунок NASA.

ний и собственно платина. Эти элементы, редко встречающиеся на Земле, обладают уникальными химическими и физическими свойствами, которые делают их жизненно-необходимыми индустриальными материалами, в первую очередь в ядерной энергетике и в области высоких технологий. Возможно, в связи с падением на лунную поверхность астероидов и кометных ядер эти металлы достаточно часто встречаются в лун-

ном грунте. В качестве примера можно привести особенности химического состава лунного образца 12013 массой 8,23 кг, доставленного на Землю в числе материала, собранного в декабре 1969 г. экипажем КК “Аполлон-12”. Кроме типичных для лунных пород элементов в этом образце были обнаружены следующие элементы: барий – до 2 вес. %, ниобий – до 2 вес. %, цирконий – до 0,22 вес. %, хром – до 0,23 вес. %, германий – до 0,05 вес. %.

Наряду с этим обнаруживаются новые сведения о значительной распространенности редкоземельных пород в поверхностных слоях лунного реголита.

Данные, полученные нейтронным спектрометром, установленным на борту ИСМ “Лунар Проспектор” (“Lunar Prospector”, 1998–2000; Земля и Вселенная, 2001, № 1), были использованы для сопоставления глобального распределения

редкоземельных элементов гадолиния и самария по измерениям на малой высоте (30 ± 15 км). Эти результаты позволили улучшить разрешение выполненных измерений и создать детальное представление о распространенности калия, редкоземельных элементов и фосфора (KREEP-породы) внутри и вокруг Моря Дождей и других районов. Независимым показателем распределения KREEP-пород на Луне являются величины содержания тория, определяемые по орбитальным данным. В итоге обобщение проведенных исследований позволило выявить обширный регион распространения редкоземельных пород, включающий такие лунные

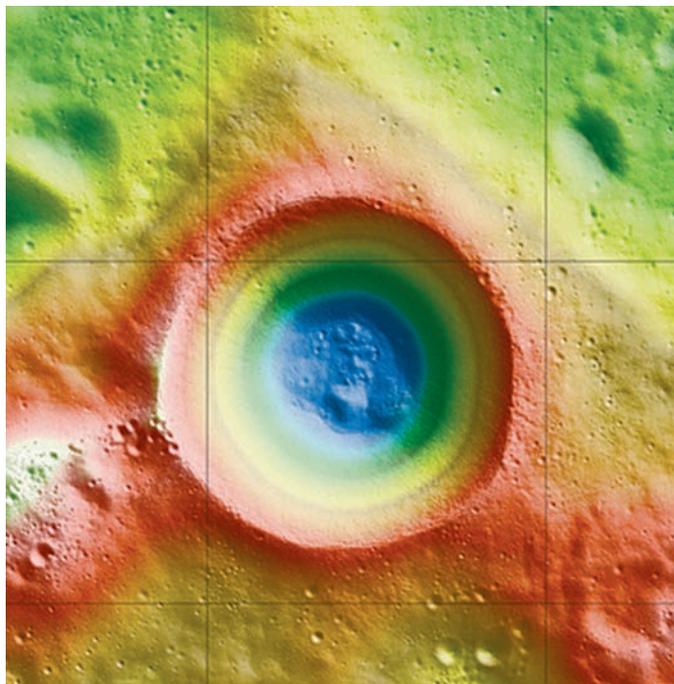
образования, как Океан Бурь и Море Дождей.

По-видимому, породы, обогащенные редкоземельными элементами, находятся в недрах Луны и выходили на поверхность в эпоху интенсивных процессов лунного вулканизма, когда образовывались лунные моря.

ОСКОЛКИ АСТЕРОИДОВ
ОБНАРУЖЕНЫ НА ЛУНЕ

В последнее время все чаще можно слышать дискуссии об использовании ресурсов, сосредоточенных в сближающихся с Землей астероидах (Земля и Вселенная, 1995, № 3; 2013, № 4, с. 79). По современным оценкам, 90% от общего числа астероидов – каменные и только

Фрагмент карты высот ударного кратера Шеклтон, расположенного вблизи Южного полюса Луны. Измерения проведены с помощью лазерного высотомера АМС “Лунный орбитальный разведчик”. Синим цветом показаны низинные области, красным – возвышенности. Не исключено, что небольшие возвышения на дне кратера – это остатки упавшего астероида. Рисунок NASA.



несколько процентов этих малых тел являются металлическими (железо-никелевыми). Но даже в небольшом (диаметром около 1 км и массой 2 млрд т) каменном астероиде металлическая фракция достигает примерно 200 млн т. Основная часть этой фракции приходится на железо, а к малым составляющим относятся никель – 30 млн т, кобальт – 1,5 млн т и металлы платиновой группы (серебро, золото, платина) – 7500 т. Рыночная стоимость только этой, самой небольшой части астероида может оказаться более 150 млрд долларов.

Особое внимание следует обратить на содержание кобальта. На Земле этот металл используется в основном для получения специальных сплавов, обладающих такими качествами, как высокие жаропрочность и твердость, устойчивость перед коррозией и т.д. Промышленное содержание кобальта в земных рудах бывает от долей процента до 4%. Мировые запасы кобальта оцениваются сегодня величиной около 3 млн т. Следовательно, только один маленький каменный астероид включает в себе половину всех земных стратегических ресурсов этого металла.

Еще более перспективной может оказаться утилизация металлических астероидов. На примере Сихоте-Алинского метеорита (1947),

представлявшего собой 60-тонный осколок металлического астероида, можно судить о природных ресурсах этого типа тел. Метеорит на 94% состоял из железа с незначительными примесями никеля – 5,4% и кобальта – 0,38%. Таким образом, в случае малого астероида с поперечником 1 км его ресурсы составят: железо – 7 млрд т, никель – 1 млрд т, кобальт – 500 млн т.

При современном уровне добычи руды и производства никеля на Земле масса этого металла, содержащаяся лишь в небольшом металлическом астероиде, соответствует потребностям всего человечества в течение 2 тыс. лет (!). В то же время при существующих темпах производства кобальта на Земле (около 50 тыс. т в год) его естественные запасы будут исчерпаны за ближайшие 60 лет, то есть примерно в первой половине текущего столетия. В то же время указанное выше содержание кобальта в одном небольшом металлическом астероиде обеспечит все земные потребности в течение 10 тыс. лет. Очевидно, что успешная промышленная разработка только одного небольшого астероида позволит практически ликвидировать на Земле рудные и промышленные мощности по производству никеля и кобальта.

Но самой сложной задачей может быть “поимка” тела, движущегося с

огромной скоростью. Ранее считалось, что тело, падающее на Луну с космической скоростью, практически испаряется в момент соударения, не оставляя следов на лунной поверхности. Новые компьютерные модели показали, что если скорость астероида не превышает 12 км/с, то остатки такого “ударника” не испаряются, а сохраняются на дне кратера в виде раздробленного вещества. Исследователи попытались оценить число подобных отложений на Луне, вычислив скорость падения астероидов, упавших на спутник Земли в прошлом, по глубине и размерам образовавшихся при этом кратеров.

Количество возможных астероидных “кладов” оказалось неожиданно большим – примерно четверть из лунных кратеров может содержать в себе крошку и фрагменты упавших тел. Значит, к числу возможных лунных ресурсов вполне обоснованно можно отнести никель, кобальт и платиноиды астероидного происхождения.

ВОЗМОЖНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ЛУННЫХ РЕСУРСОВ

Надо отметить, что основным технологическим процессом в лунных условиях во многих случаях является нагревание поверхностных пород до высоких температур. Хотя предполагаются

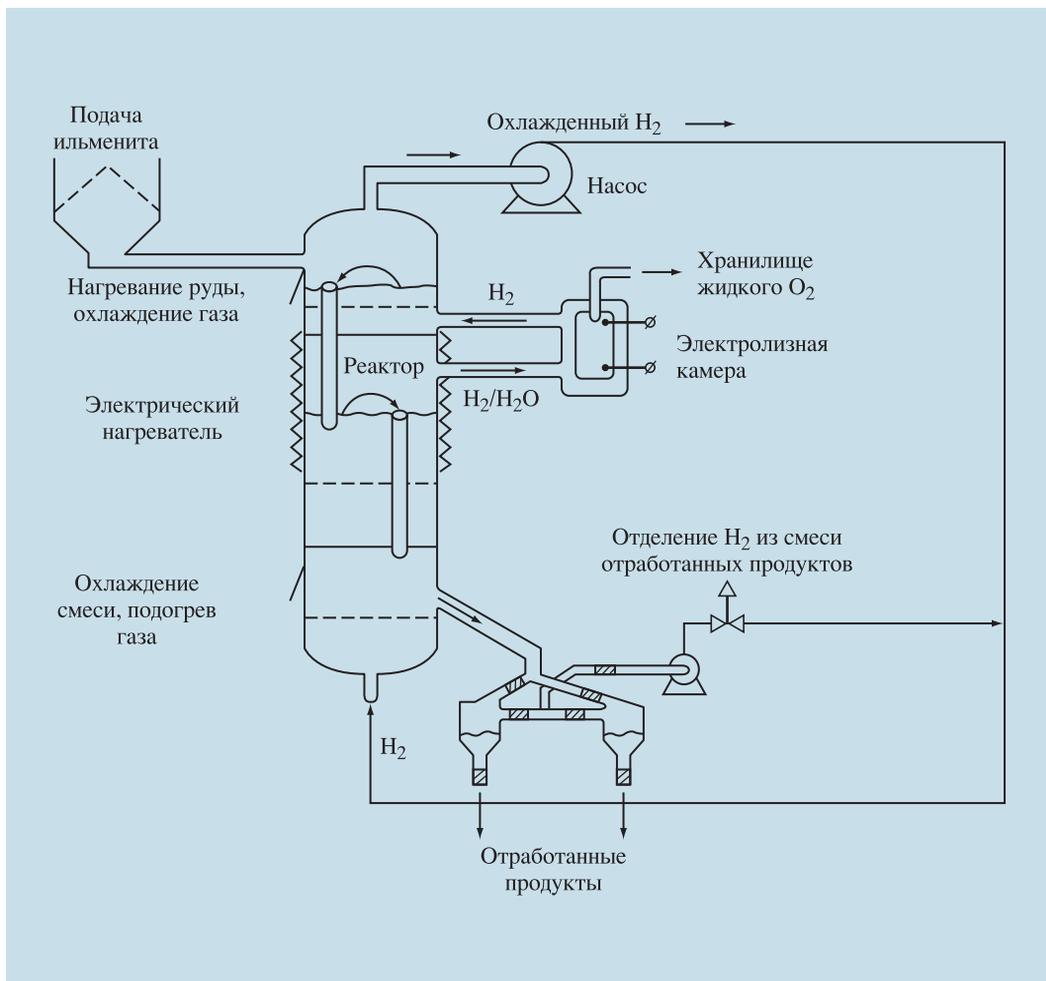
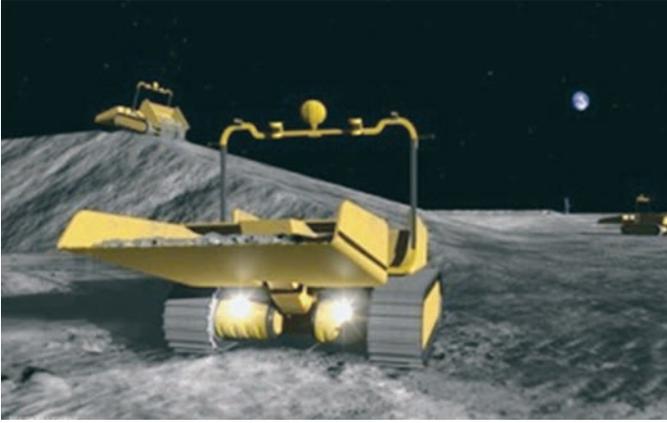


Схема лунного "кислородного завода" по проекту, предложенному фирмой "Карботек".

и другие варианты (например, электролиз расплавленных минералов). Простой нагрев исходного вещества на первом этапе развития лунной индустрии, вероятно, станет наиболее экономичной и надежной технологией. При этом сле-

дует учитывать, что есть доступный источник тепловой энергии – солнечное излучение. На экваторе Луны в середине лунного дня поверхность нагревается до $+130-150^{\circ}C$, поэтому использование сравнительно простых солнечных коллекторов обеспечит в большинстве случаев выполнение заданных технологических процессов. По мнению большинства специалистов-технологов, природные условия

Луны будут способствовать организации на ее поверхности высокопродуктивных технологических процессов. Пониженная гравитация и лунный вакуум облегчат процесс фракционной перегонки. Малая сила тяжести соответственно уменьшит затраты энергии, необходимые для подъема грузов и конструкций. Глубокий вакуум в естественных условиях предохранит металлы от коррозии даже при высо-



Роботы-бульдозеры за работой. Проект фирмы "Astrobotic Technology".

ких рабочих температурах, упростит производство и хранение особо чистых металлов и сплавов.

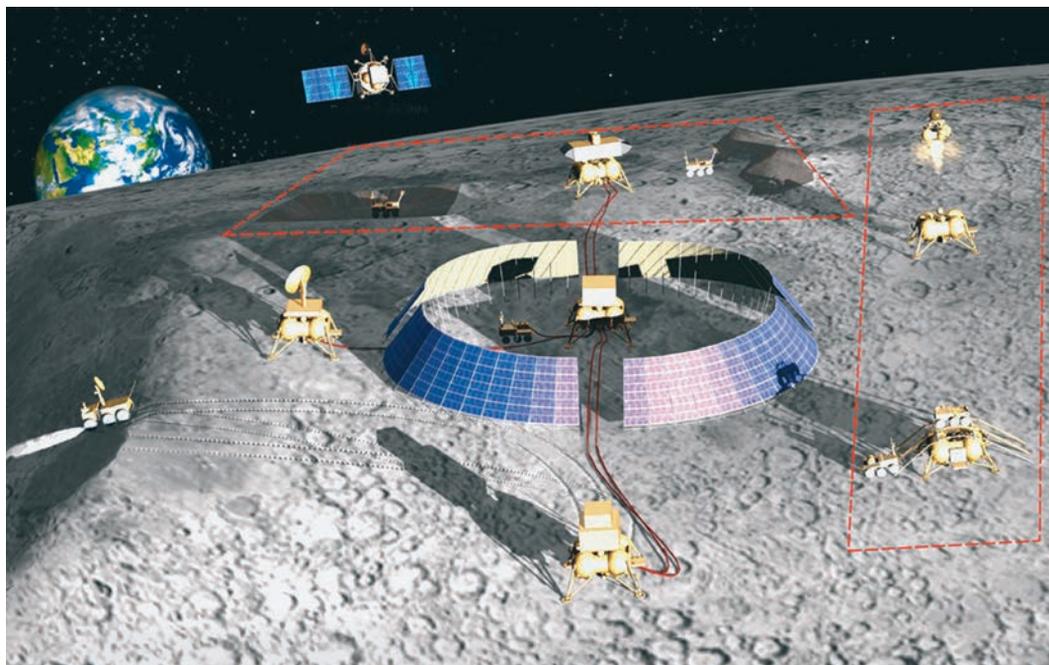
Поскольку, как уже упоминалось, лунные породы состоят из окислов, восстановительные технологии с использованием водорода, по-видимому, могут стать ос-

новными при развитии лунной индустрии. В частности, технология получения кислорода уже опробована в наземных лабораторных условиях на аналогах лунных пород и на образцах лунного грунта, доставленного на Землю участниками пилотируемых экспедиций. Наиболее

целесообразно использовать для этого лунные базальты с повышенным содержанием ильменита. При нагревании обогащенных ильменитами пород до $700\text{--}1000^\circ\text{C}$ под давлением $1\text{--}10$ атм происходит выделение кислорода, а побочным

Один из проектов роботизированного аванпоста в полярной области Луны по замыслам конструкторов ЦНИИмаш. Рисунок ЦНИИмаш.





Так представляют себе полярный автоматизированный лунный аванпост конструкторы НПО им. С.А. Лавочкина. Рисунок НПО им. С.А. Лавочкина.

продуктом этой реакции становится восстановленное железо. Если же в качестве восстановителя использовать водород, то в результате реакции получится вода. Опыты показали, что выход кислорода составляет до 10% от исходной массы обрабатываемого лунного вещества.

Фирма «Карботек» (Хьюстон, США) по контракту с NASA разработала проект крупной установки на лунной по-

верхности для производства кислорода в количествах, позволяющих применять его в качестве ракетного топлива в двигателях водородно-кислородного типа. В качестве исходного материала предполагается использовать породы, обогащенные ильменитом. В установке происходит процесс экстракции при температуре 700–1200°C и давлении 10 атм. Проект рассчитан на транспортировку 400 т груза на лунную поверхность, из которых 45 т приходится на энергетическую установку мощностью 5 МВт для поддержания процесса экстракции. Такой «кислородный завод» на лунной поверхности может давать до 1 тыс. т кислорода в год.

Следует также учесть, что практически все лунные ресурсы сосредоточены в рыхлом поверхностном слое, поэтому горнорудные работы сводятся к простому сгребанию раздробленной породы. В связи с этим, например, фирма «Astrobotic Technology» предлагает несколько возможных видов роботов-бульдозеров, способные перемещать большие объемы лунного грунта. Новую серию лунных роботов разрабатывают отечественные конструкторы. В НПО им. С.А. Лавочкина проектируется аванпост в полярной области Луны, предназначенный для проведения начальных этапов исследования и утилизации лунных ресурсов.

Конечно, использование лунных ресурсов в полном объеме – задача не настоящего времени и, возможно, даже не завтрашнего дня. Но

поскольку такой грандиозный проект можно реализовать только в течение продолжительного времени и, вероятнее всего, совместными уси-

лиями международного сообщества космических держав, начать его проработку следует уже сейчас.

Информация

Туманность Кольцо

В конце 2013 г. были опубликованы результаты исследований планетарной туманности Кольцо (M57, NGC 6720), выполненных КТХ в течение нескольких лет (см. стр. 3 обложки, сверху). Туманность находится на расстоянии 2 тыс. св. лет от Земли в созвездии Лиры. Группа астрономов при построении самой точной 3-D модели воспользовалась также несколькими наземными телескопами, чтобы получить подробные изображения ее тонкой структуры радиусом 1 св. год. На снимках появилось множество ранее неизвестных деталей, старые стали

видны лучше, а многие особенности происходящих в туманности процессов оказались не так просты, как полагали.

Взорвавшись приблизительно 4 тыс. лет назад, красный гигант превратился в белого карлика, сбросил внешнюю оболочку и образовал туманность Кольцо необычной структуры. Ультрафиолетовое излучение звезды, находящейся в центре туманности, заставляет светиться окружающее пространство. Предыдущие наблюдения показали, что белый карлик окружают газопылевые кольца, внутри которых обнаружены неупорядоченные плотные узлы. Они образовались из горячего газа, выброшенного звездой в окружающее пространство. Установлено, что эти узлы более устойчивы к разрушительному действию звездного ветра и ультрафиолетового излучения. По новым данным при-

бора Wide Field Camera 3, в центральной области туманности размещено сияющее облако раскаленного гелия в форме шара. Звезда захватывает газ своим гравитационным полем, разогревая его, поэтому газопылевые кольца очень яркие. Внешние, менее яркие кольца сформировались вследствие столкновения быстрого газового облака с медленно движущимся веществом. Вокруг колец находятся сгустки материала в виде лепестков. Они состоят из вещества, выброшенного звездой на ранней стадии образования туманности.

Туманность расширяется со скоростью 70 тыс. км/ч. Это будет продолжаться еще 10 тыс. лет. Становясь все более тусклой, туманность полностью растворится в межзвездной среде.

Пресс-релиз Института
КТХ,
23 мая 2013 г.

15 ЛЕТ ОРБИТАЛЬНОЙ СТРОЙКЕ ВЕКА

Международная космическая станция (МКС) функционирует на околоземной орбите высотой 360–410 км. Она собрана из самостоятельных блоков и ферм, содержит российский и американский сегменты. В этой программе участвуют Россия, США,

Япония, Италия, Канада и страны ESA, причем роль нашей страны одна из ведущих. Опыт, накопленный российской космонавтикой за период эксплуатации орбитальных пилотируемых станций, оказался неоценимым при создании МКС. С ноября 2000 г. на

ней непрерывно работают интернациональные экипажи, с мая 2009 г. их численность увеличилась до шести человек. За 15 лет выполнено более 3 тыс. экспериментов и исследований по 12 направлениям.

Строительство МКС началось с запуска 20 ноября 1998 г. первого и главного элемента – российского функционально-грузового блока “Заря” (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Всего через две недели на корабле “Индевор” прибыла первая бригада монтажников, в числе которых был С.К. Крикалёв. Шаттл доставил на орбиту первый американский соединительный модуль “Юнити” (“Unity”, Node-1) – переходную секцию американского сегмента стан-

ции. 6 декабря он был пристыкован к модулю “Заря”, их общая масса – 35 т. Астронавты за три выхода в открытый космос установили около 40 соединений между модулями. В июле 2000 г. к российскому сегменту станции пристыковался служебный модуль “Звезда”, обеспечивающий деятельность экипажа и управление станцией (Земля и Вселенная, 2000, № 6). На этапе развертывания МКС модуль “Звезда” служил базовым блоком всей станции, ос-

новным местом жизни и работы экипажей кратковременных и длительных экспедиций. 2 ноября 2000 г. на КК “Союз ТМ-31” на станцию прибыл экипаж первой основной экспедиции (МКС-1): командир Уильям Шеперд (США), пилот Юрий Гидзенко и бортинженер Сергей Крикалёв (Россия), она стала постоянно обитаемой.

В декабре 2000 г. началась сборка американского сегмента из модулей, ферм и энергетических платформ. Их доставляли

* Продолжение. Начало см.: 1999, № 2; 2000, №№ 5, 6; 2001, № 5; 2002, №№ 1, 2, 4; 2003, №№ 1, 5; 2004, №№ 2–5; 2005, №№ 1, 4; 2006, №№ 1, 2, 4; 2007, №№ 1, 3, 4; 2008, №№ 1–6; 2009, №№ 1,2,4, 6; 2010, №№ 1–5; 2011, №№ 1, 2, 4–6; 2012, №№ 2, 5; 2013, №№ 2, 6.



Первые элементы МКС (сверху вниз) – модули “Юнити” (США), “Заря” и “Звезда” (Россия) с пристыкованным КК “Союз ТМ-31”. Снимок сделал 2 декабря 2000 г. экипаж КК “Индевор” (STS-97). Фото NASA.

на орбиту корабля “Спейс Шаттл”. В декабре 2000 г. к “Юнити” был присоединен модуль Р6 с двумя панелями солнечных батарей суммарной мощностью 64 кВт. В феврале 2001 г. к “Юнити” был присоединен лабораторный модуль “Дестини” (“Destiny”) с 23 стойками, на которых установлено научное оборудование. Затем экипаж МКС-2 принял три корабля “Спейс Шаттл” с канадским манипулятором “Канадарм-2” (Canadarm-2,

SSRMS) и шлюзовой камерой “Квест” (“Quest”) на борту. Во время экспедиции МКС-3, 17 сентября 2001 г., к боковому узлу модуля “Звезда” был присоединен российский стыковочный отсек “Пирс” (СО-1), его назначение – хранение скафандров “Орлан-МК”, шлюзование во время выходов космонавтов в открытый космос, стыковки пилотируемых и грузовых кораблей (Земля и Вселенная, 2000, № 6).

В апреле 2002 г. началась сборка основной многофункциональной фермы ITS: к модулю “Дестини” присоединили центральное звено для крепления ее элементов. За 15 лет космонавты и астронавты более 170 раз выходили в открытый космос для монтажа и ремонта элементов МКС. В 2002 г. на основной ферме они смонтировали мобильную систему обслуживания МКС – рельсовый путь с американским передвижным транспортером, самоходной тележкой и манипулятором “Канадарм-2”.

В 2003–2004 гг. корабли “Спейс Шаттл” не запускали из-за катастрофы 1 февраля 2003 г. КК “Колумбия” (STS-107; Земля и Вселенная, 2003, №№ 2, 5). В эти годы станцию посетили пять основных экспедиций, прибывших на кораблях “Союз ТМА”. В июле 2005 г. возобновились полеты на МКС кораблей “Спейс Шаттл” и строительство МКС (Земля и Вселенная,



Фрагмент основной многофункциональной составной фермы ITS американского сегмента МКС. Снимок сделан в мае 2011 г. экипаж КК "Индевор" (STS-134). Фото NASA.

2007, №№ 1, 3, 5). В 2006–2007 гг. полностью собрали ферму ITS американского сегмента массой около 100 т. В октябре 2007 г. на модуль "Дестини" установили второй соединительный модуль – "Гармония" ("Harmony", Node-2), – снабженный шестью стыковочными агрегатами и двумя спальными местами для астронавтов. К этому узловому элементу в 2008–2009 гг. присты-

ковали лабораторные модули – европейский "**Коламбус**" ("Columbus") и японский "**Кибо**" ("Kibo"), содержащий герметичный отсек и две секции, одна из них – выносная открытая платформа. В марте 2008 г. на мобильной системе обслуживания МКС установили второй канадский манипулятор "**Декстр**" ("Dexter", SPDM). 3 апреля 2008 г. к МКС причалил первый европейский транспортный грузовой автоматический корабль "**Жюль Верн**" ("Jules Verne", ТК ATV-1) с 5 т расходующих материалов на борту (Земля и Вселенная, 2008, № 4).

В марте и мае 2009 г. на кораблях "Союз ТМА-14 и -15" на станцию при-

был экипаж 20-й основной экспедиции МКС из шести человек. Возглавлял его российский космонавт Геннадий Падалка (Земля и Вселенная, 2009, № 4, с. 110–112). С тех пор на станции находятся экипажи длительных экспедиций из шести человек, во время прилета кораблей "Спейс Шаттл" их число возрастало до 13 человек. В сентябре 2009 г. с помощью манипулятора был состыкован первый японский транспортный грузовой корабль "Конотори" (HTV-1; Земля и Вселенная, 2010, № 2, с. 110), на борту которого находились расходующие материалы: топливо, запасы кислорода и азота, вода, продукты пита-



ния, научная аппаратура. В ноябре 2009 г. российский сегмент станции пополнился малым исследовательским модулем **“Поиск”** (МИМ-2; Земля и Вселенная, 2010, № 2, с. 109), служащим для стыковки кораблей **“Союз”**, **“Прогресс”** и шлюзом, через который космонавты выходят в открытый космос. В феврале 2010 г. КК **“Индевор”** доставил на американский сегмент последние его элементы – **“Купол”** (**“Cupola”**) и **“Транквилити”** (**“Tranquility”**, Node-3). В жилом модуле **“Транквилити”** размещаются системы жизнеобеспечения экипажа, туалеты и тренажеры. Семь иллюминаторов **“Купола”** предназначены для панорамного обзора станции.

В мае 2010 г. в состав российского сегмента вошел малый исследовательский модуль **“Рассвет”** (МИМ-1; Земля и Вселенная, 2010, № 5, с. 108–110). Он используется в качестве стыковочного порта для **“Союзов”**, как хранилище и для проведения некоторых экспериментов.

7 октября 2010 г. стартовал первый цифровой корабль **“Союз ТМА-01М”** с экипажем 25-й основной экспедиции на МКС – Александр Калери, Олег Скрипочка и Скотт Келли (США). Модернизация корабля коснулась в основном бортовой цифровой вычислительной машины и системы передачи телеметрической информации (Земля и Вселенная,

*Международная космическая станция. Снимок сделан 7 марта 2011 г. Экипаж КК **“Дискавери”** (STS-133). Фото NASA.*

2011, № 1, с. 109–110). В феврале 2011 г. на МКС прибыл робот-андроид **Робонавт-2**, разработанный NASA для выполнения экспериментов и мелкого ремонта. В мае 2011 г. шаттл **“Индевор”** доставил на МКС магнитный альфа-спектрометр **AMS-2** массой более 7 т для изучения космических лучей. В марте 2011 г. итальянский модуль **“Леонардо”**, на борту шаттлов использовавшийся как грузовой

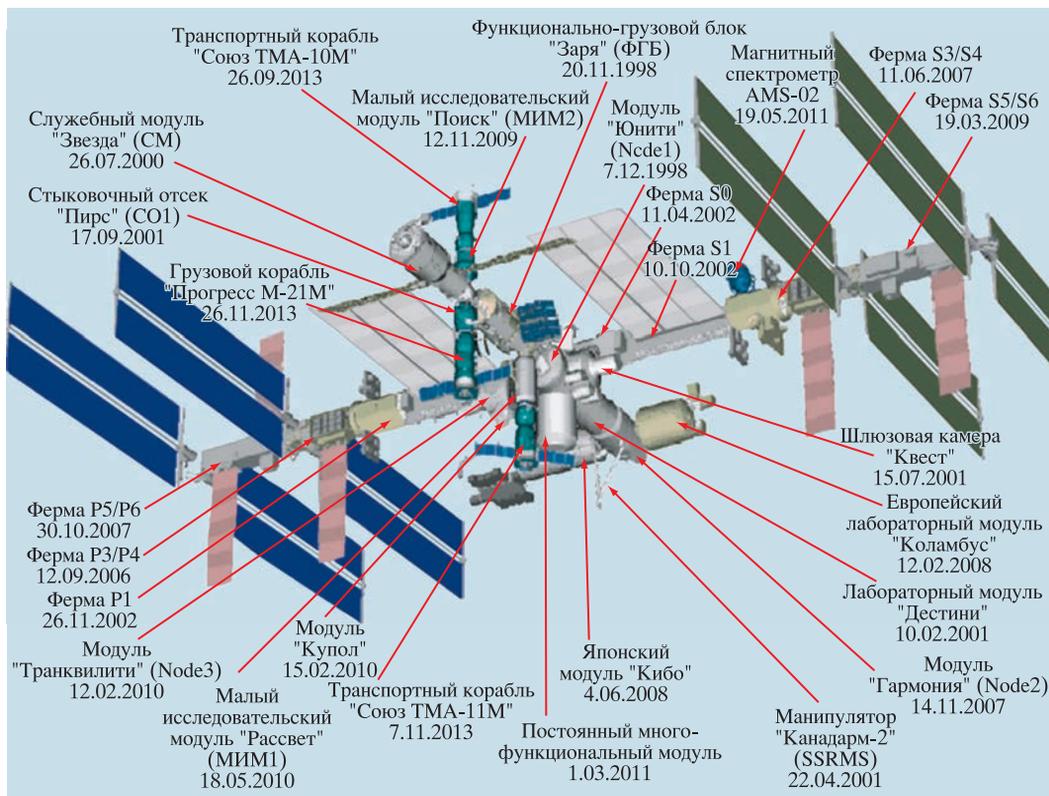


Схема МКС во время работы 38-й основной экспедиции. Приведены даты стыковки. Начало 2014 г. Рисунок Роскосмоса, ЦУП.

отсек, вошел в состав станции в качестве складского помещения. В июле 2011 г. завершились полеты по программе "Спейс Шаттл" (Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 110–111), поэтому до 2017 г. МКС обслуживают российские транспортные корабли "Союз ТМА-М" и "Прогресс М", европейские ATV и японские "Котори". В 2012–2013 гг.

на станцию прилетали американские частные грузовые корабли "Драгон" ("Dragon") и "Сигнус" ("Cygnus").

Сейчас МКС содержит более 30 элементов, в том числе 15 герметичных модулей (семь американских, пять российских, японский, итальянский и европейский). Масса станции вместе с двумя КК "Союз ТМА-М" и двумя ТКГ "Прогресс М" достигла 417,3 т, объем герметичных отсеков – 916 м³, ширина – 109 м, длина – 51,7 м (с европейским ТКГ ATV – 61,5 м).

На конец 2014 г. намечен запуск большого лабораторного модуля "Наука", внутри него на 16 стойках будет размещена аппаратура массой 3 т. Он оснащен портом для стыковки транспортных кораблей и европейским манипулятором ERA длиной 11,3 м, массой 600 кг и максимальной грузоподъемностью 8 т для переноса грузов и перестыковки модулей. Из шлюзовой камеры модуля можно переносить оборудование и материалы на внешнюю поверхность, не выходя в открытый космос.

ЗАПУСКИ МОДУЛЕЙ И ДРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ МКС (1998–2013)

№ п/п	Дата старта	КК или модуль	Транспортное средство	Цель полета и элемент МКС
1	20 ноября 1998 г.	ФГБ “Заря”	“Протон-К”	Запуск модуля “Заря”
2	4 декабря 1998 г.	“Индевор”	STS-88	Доставка соединительного модуля “Юнити” (Node-1)
3	27 ноября 1999 г.	“Дискавери”	STS-96	Дооснащение модуля “Юнити” и доставка грузов
4	19 мая 2000 г.	“Атлантис”	STS-101	Ремонтно-профилактические работы и доставка грузов
5	12 июля 2000 г.	СМ “Звезда”	“Протон-К”	Запуск служебного модуля “Звезда”
6	8 сентября 2000 г.	“Атлантис”	STS-106	Ремонтно-профилактические работы и доставка грузов
7	11 октября 2000 г.	“Дискавери”	STS-92	Доставка секции Z-1
8	1 декабря 2000 г.	“Индевор”	STS-97	Доставка фермы Р6 с панелями солнечных батарей
9	7 февраля 2001 г.	“Атлантис”	STS-98	Доставка лабораторного модуля “Дестини”
10	8 марта 2001 г.	“Дискавери”	STS-102	Дооснащение модуля “Дестини”
11	19 апреля 2001 г.	“Индевор”	STS-100	Доставка манипулятора “Канадарм-2” и грузов
12	12 июля 2001 г.	“Атлантис”	STS-104	Доставка шлюзовой камеры “Квест” и грузов
13	10 августа 2001 г.	“Дискавери”	STS-105	Дооснащение модуля “Дестини”
14	15 сентября 2001 г.	СО-1	“Союз-У”	Запуск стыковочного отсека “Пирс”
15	5 декабря 2001 г.	“Индевор”	STS-108	Доставка и возвращение грузов
16	8 апреля 2002 г.	“Атлантис”	STS-110	Доставка секции S0 и мобильного транспортера
17	5 июня 2002 г.	“Индевор”	STS-111	Доставка мобильной системы MBS
18	7 октября 2002 г.	“Атлантис”	STS-112	Доставка фермы S1 и грузов
19	24 ноября 2002 г.	“Индевор”	STS-113	Доставка фермы P1 и грузов
20	17 июля 2006 г.	“Дискавери”	STS-121	Дооснащение модулей станции и доставка грузов
21	9 сентября 2006 г.	“Атлантис”	STS-115	Доставка ферм P3 и P4 с панелями солнечных батарей
22	10 декабря 2006 г.	“Дискавери”	STS-116	Доставка фермы P5 и грузов
23	8 июня 2007 г.	“Атлантис”	STS-117	Доставка ферм S3 и S4 с панелями СБ, грузов
24	9 августа 2007 г.	“Индевор”	STS-118	Доставка фермы S5 и грузов
25	23 октября 2007 г.	“Дискавери”	STS-120	Доставка соединительного модуля “Гармония” (Node-2) и грузов, перенос фермы P6 с модуля Z1 на ферму P5

Таблица 1 (окончание)

№ п/п	Дата старта	КК или модуль	Транспортное средство	Цель полета и элемент МКС
26	7 февраля 2008 г.	“Атлантис”	STS-122	Доставка модуля “Коламбус”
27	9 марта 2008 г.	“Жюль Верн”	“Ariane-5ES”	Доставка грузов на ТКК ATV-1
28	11 марта 2008 г.	“Индевор”	STS-123	Доставка первого элемента модуля “Кибо” (ELM-PS) и манипулятора “Декстр”
29	31 мая 2008 г.	“Дискавери”	STS-124	Доставка основного модуля “Кибо” (PM) с манипулятором
30	18 марта 2009 г.	“Дискавери”	STS-119	Доставка фермы S6 и грузов
31	15 июля 2009 г.	“Индевор”	STS-127	Доставка внешней открытой платформы модуля “Кибо” (JEMEF)
32	10 ноября 2009 г.	“Поиск” (МИМ-2)	“Союз-ФГ”	Запуск малого исследовательского модуля
33	8 февраля 2010 г.	“Индевор”	STS-130	Доставка жилого модуля “Транквилити” (Node-3) и обзорного модуля “Купол”
34	14 мая 2010 г.	“Атлантис”	STS-132	Доставка малого исследовательского модуля “Рассвет” (МИМ-1)
35	16 февраля 2011 г.	“Йоганн Кеплер”	“Ariane-5ES”	Доставка грузов и аппаратуры на ТКК ATV-2
36	24 февраля 2011 г.	“Дискавери”	STS-133	Доставка модуля “Леонардо” и робота-андроида Робонавт-2
37	16 мая 2011 г.	“Индевор”	STS-134	Доставка магнитного альфа-спектрометра AMS-02
38	8 июля 2011 г.	“Атлантис”	STS-135	Доставка складского модуля “Леонардо”
39	23 марта 2012 г.	“Эдоардо Амальди”	“Ariane-5ES”	Доставка грузов и аппаратуры на ТКК ATV-3
40	6 июня 2013 г.	“Альберт Эйнштейн”	“Ariane-5ES”	Доставка грузов и аппаратуры на ТКК ATV-4

Примечание. STS-88 – программа полета космических кораблей “Спейс Шаттл”. В таблицу не включены запуски российских КК “Союз ТМ, ТМА и ТМА-М”, ТКК “Прогресс”, японских ТКК “Конотори” (HTV) и американских частных ТКК “Дрэгон” и “Сигнус”, не предназначенных для доставки модулей и других элементов МКС.

В 2017 г. предполагается запустить российский энергетический модуль, который повысит энерговооруженность российского сегмента. Это позволит существенно расширить программу исследований и экспери-

ментов, а также улучшить условия для работы и отдыха космонавтов. На этом строительство МКС будет завершено.

В дальнейшем планируются регулярные рейсы на станцию российских КА “ОКА-Т” для при-

кладных исследований и годовой полет экипажа по программе “Марс-500”. В перспективе возможно использование МКС в обслуживании межпланетных комплексов и обеспечении полетов к Луне и астероидам, при подго-

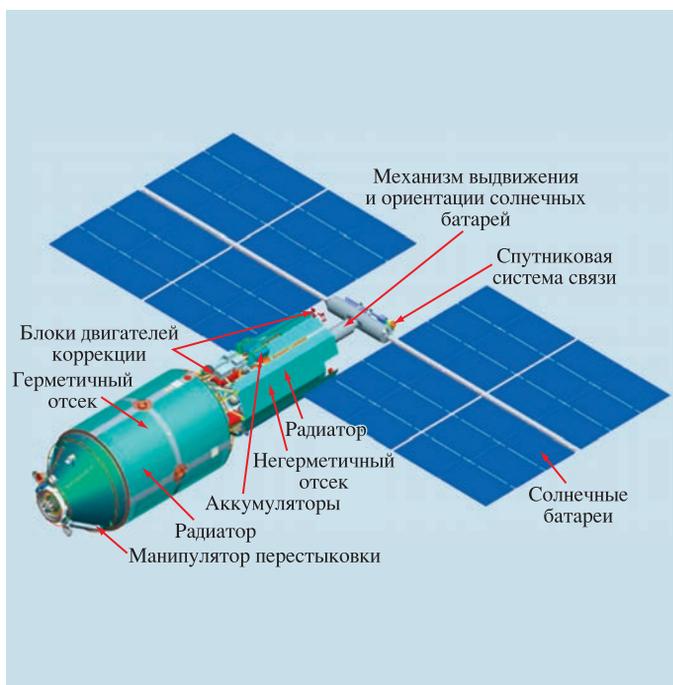


Российский лабораторный модуль “Наука”. Запуск в конце 2014 г. Рисунок РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

товке к марсианской экспедиции. Станция будет эксплуатироваться как минимум до 2020 г.

До марта 2014 г. на станции побывало 329 человек из 9 стран (в том числе 7 участников космических полетов, или туристов) – экипажи 38 длительных и 17 краткосрочных экспедиций, прилетавших на 37 КК “Союз” и 37 КК “Спейс Шаттл”. В конце 2013 г. – начале 2014 г. на станции находился экипаж 38-й основной экспедиции (МКС-38) – О.В. Котов, С.Н. Рязанский, М.В. Тюрин (Россия), М. Хопкинс, Р. Мастраккио (США) и К. Ваката (Япония).

Напомним, что экипаж МКС-35 стартовал 28 марта 2013 г. на КК “Союз ТМА-08М”, экспедиция МКС-36 началась 28 мая 2013 г. (КК “Союз ТМА-09М”). 11 сентября и 11 ноября 2013 г. спускаемые аппараты кораблей “Союз ТМА-08М” с экипажем МКС-35 П.В. Виноградов, А.А. Ми-



Перспективный российский энергетический модуль. Запуск в 2017 г. Рисунок РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.



Экипаж 38-й основной экспедиции: М.В. Тюрин (Россия), К. Ваката (Япония), Р. Мастраккио (США), С.Н. Рязанский, О.В. Котов (Россия) и М. Хопкинс (США). Фото NASA.

суркин (Россия), К. Кэсиди (США) и “Союз ТМА-09М” с экипажем МКС-36 Ф.Н. Юрчихин (Россия), Л. Пармитано (ЕСА, Италия), К. Найберг (США) совершили посадку в заданном районе Казахстана. Время работы экипажей МКС-35 и МКС-36 – по 166 сут 06 ч.

25 сентября 2013 г. с космодрома Байконур стартовала РН “Союз-ФГ” с КК “Союз ТМА-10М”. Его пилотировал экипаж 37-й основной экспедиции – командир МКС-38 и корабля

О.В. Котов, бортинженер-1 С.Н. Рязанский и бортинженер-2 М. Хопкинс (США). Через 6 ч 46 мин после старта корабль в автоматическом режиме состыковался с модулем “Поиск” (МИМ-2). Полет экипажа МКС-37 рассчитан на 168 сут, посадка КК “Союз ТМА-10М” намечена на 11 марта 2014 г. О.В. Котов выполняет третий полет, С.Н. Рязанский и М. Хопкинс – новички в космосе.

Олег Валериевич Котов (452-й астронавт мира, 100-й космонавт России) родился в 1965 г. в Симферополе (Украина). В 1988 г. окончил Военно-медицинскую академию им. С.М. Кирова в Ленинграде и стал помощником ведущего вра-

ча-испытателя в ЦПК им. Ю.А. Гагарина. С 1992 г. в качестве ведущего врача-испытателя ЦПК занимался проблемами высотной физиологии и влияния факторов космического полета на организм человека. В 1996 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. В 1998 г. окончил Качинское высшее военное авиационное училище летчиков. **Сергей Николаевич Рязанский** (532-й астронавт мира, 117-й космонавт России) родился в 1974 г. в Москве. Он внук советского ученого и конструктора ракетно-космической техники М.С. Рязанского (1906–1987; Земля и Вселенная, 2000, № 3). После окончания в 1996 г. МГУ по специальности биохимия работал в Институ-



Старт РН "Союз-ФГ" с КК "Союз ТМА-11М". Космодром Байконур, 7 ноября 2013 г. Фото NASA.

те медико-биологических проблем РАН, с 2003 г. – старший научный сотрудник отдела сенсорной физиологии. В 2006 г. стал кандидатом медицинских наук. В 2009 г. принимал участие (в качестве командира экипажа) в подготовительном эксперименте по программе "Марс-500". В 2010 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. **Майкл Хопкинс** (Michael Hopkins; 533-й астронавт мира, 333-й астронавт США) родился в 1968 г. в г. Лебанон (штат Миссури),

подполковник ВВС США. В 1992 г. получил степень магистра наук по авиакосмической технике в Стэнфордском университете. После окончания в 1997 г. курса подготовки инженеров в школе летчиков-испытателей ВВС США испытывал самолеты в 418-й эскадрилье на базе ВВС Эдвардс. В 2009 г. зачислен в отряд астронавтов NASA.

В экспедиции МКС-37 предполагается выполнить 33 эксперимента по пяти направлениям: 10 – технология, 9 – биология

и биотехнология, 8 – исследование природных ресурсов и космического пространства, по 3 – медицина и образование, популяризация космических исследований.

7 ноября 2013 г. запущен КК "Союз ТМА-11М" с экипажем 38-й основной экспедиции – командир корабля и бортинженер-1 МКС-38 М.В. Тюрин, бортинженер-2 Р. Мастраккио (США) и командир МКС-39 К. Ваката (Япония). Через 6 ч 12 мин успешно осуществлена стыковка в автоматическом режиме с модулем "Рассвет" (МИМ-1). Продолжительность полета экипажа МКС-38 – 190 сут, посадка КК "Союз ТМА-10М" назначена на 16 мая 2014 г. Р. Мастраккио и К. Ваката совершают четвертый полет, М.В. Тюрин – третий.

Михаил Владиславович Тюрин (406-й астронавт мира, 95-й космонавт России) родился в 1960 г. в Коломне Московской области. После окончания в 1984 г. МАИ работал инженером в РКК "Энергия" им. С.П. Королева, где занимался совершенствованием методик работы экипажей. Участвовал в испытаниях,

связанных с изучением различных аспектов деятельности космонавтов. В 1994 г. зачислен в отряд космонавтов РКК “Энергия”. **Ричард Мастраккио** (Richard Mastracchio; 395-й астронавт мира, 247-й астронавт США) родился в 1960 г. в г. Уотербёри (штат Коннектикут). В 1982–1990 гг. работал в различных компаниях по разработке инерциальных измерительных блоков и бортовых управляющих компьютеров. В 1987 г. получил степень магистра наук по электротехнике, в 1991 г. – по физике. С 1990 г. работал в NASA, в том числе в 1993–1996 гг. в Центре управления полетами. В 1998 г. зачислен в отряд астронавтов NASA. **Коичи Ва-**

ката (Koichi Wakata; 340-й астронавт мира, 4-й астронавт Японии) родился в 1963 г. в г. Омия (префектура Саитама). В 1987 г. получил степень бакалавра по авиационной технике, в 1989 г. – магистра наук по прикладной механике в Университете Кюсю. В 1989–1992 гг. работал в авиакомпании “Джапан Эрлайнс”, нелетал на самолетах различных типов более 1100 ч. В 1992 г. зачислен в отряд астронавтов NASDA (ныне JAXA).

В программу МКС-38 включены 35 экспериментов по пяти направлениям: 11 – технология (в том числе новый – “Дальность”), 9 – биология и биотехнология, 8 – исследование при-

родных ресурсов и космического пространства, 4 – медицина (в том числе новый – “Миокард”), 3 – образование, популяризация космических исследований.

7–11 ноября 2013 г. на борту МКС находились девять человек: Ф.Н. Юрчихин, О.В. Котов, С.Н. Рязанский, М.В. Тюрин (Россия), К. Найберг, М. Хопкинс, Р. Мастраккио (США), Л. Пармитано (ЕСА, Италия) и К. Ваката (Япония). После посадки КК “Союз ТМА-09М” на станции остались командир МКС-38 О.В. Котов, бортинженеры МКС-38 С.Н. Рязанский, М.В. Тюрин (Россия), М. Хопкинс, Р. Мастраккио (США) и К. Ваката (Япония).

Таблица 2

ОСНОВНЫЕ ЭКСПЕДИЦИИ И ЭКСПЕДИЦИИ ПОСЕЩЕНИЯ НА МКС (2000–2013)

Экспедиция	Даты полета	Состав экипажа	Длительность, сут, ч, мин
МКС-1	31.10.2000–21.03.2001	У. Шеперд (США), Ю.П. Гидзенко и С.К. Крикалёв (РФ)	140.23.38
МКС-2	8.03.2001–22.08.2001	Ю.В. Усачёв (РФ), Д. Восс и С. Хелмс (США)	167.06.41
ЭП-1	28.04–6.05.2001	Т.А. Мусабаев, Ю.М. Батурич (РФ) и Д. Тито (США)*	8.02.10
МКС-3	10.08–17.12.2001	Ф. Калбертсон-мл. (США), В.Н. Дежуров и М.В. Тюрин (РФ)	129.10.55
ЭП-2	21–31.10.2001	В.М. Афанасьев, К.М. Козеев (РФ) и К. Эньере (ЕСА, Франция)	9.19.01
МКС-4	6.12.2001–19.06.2002	Ю.И. Онуфриенко (РФ), К. Уолз и Д. Бёрш (США)	195.19.38
ЭП-3	25.04–5.05.2002	Ю.П. Гидзенко (РФ), Р. Виттори (ЕСА, Италия) и М. Шаттлуорт (ЮАР)*	9.21.25

Таблица 2 (продолжение)

Экспедиция	Даты полета	Состав экипажа	Длительность, сут, ч, мин
МКС-5	5.06–7.12.2002	В.Г. Корзун, С.Е. Трещёв (РФ) и П. Уитсон (США)	184.22.14
ЭП-4	30.10–10.11.2002	С.В. Залётин (РФ), Ф. де Винн (ESA, Бельгия) и Ю.В. Лончаков (РФ)	10.20.53
МКС-6	24.11.2002–4.05.2003	К. Бауэрсокс, Д. Петтит (США) и Н.М. Бударин (РФ)	163.10.12
МКС-7	26.04–28.10.2003	Ю.И. Маленченко (РФ) и Э. Лу (США)	184.22.46
МКС-8 ЭП-5	18.10.2003–30.04.2004 18–28.10.2003	А.Ю. Калерии (РФ) и М. Фоул (США) П. Дуке (ESA, Испания)	194.18.33 9.21.02
МКС-9 ЭП-6	19.04–24.10.2004 19–30.04.2004	Г.И. Падалка (РФ) и М. Финк (США) А. Кёйперс (ESA, Голландия)	187.21.16 10.20.52
МКС-10 ЭП-7	14.10.2004–25.04.2005 14–24.10.2004	С.Ш. Шарипов (РФ) и Л. Чиао (США) Ю.Г. Шаргин (РФ)	192.19.02 9.21.29
МКС-11 ЭП-8	15.04–11.10.2005 15–25.04.2005	С.К. Крикалёв (РФ) и Дж. Филипс (США) Р. Виттори (ESA, Италия)	179.00.23 9.21.22
МКС-12 ЭП-9	1.10.2005–9.04.2006 1–11.10.2005	В.И. Токарев (РФ) и У. МакАртур-мл. Г. Олсен (США)*	189.19.52 9.21.14
МКС-13 МКС-13 и 14 ЭП-10	30.03–29.09.2006 4.07–22.12.2006 8–18.04.2006	П.В. Виноградов (РФ) Дж. Уильямс (США), Т. Райтер (ESA, Гер- мания) М. Понтес (Бразилия)	182.23.44 171.03.54 9.21.17
МКС-14 ЭП-11	18.09.2006–21.04.2007 18–29.09.2006	М.В. Тюрин (РФ) и М. Лопез-Алегрриа (США) А. Ансари (США)*	215.08.22 10.21.05
МКС-15 – " – – " – ЭП-12	7.04–21.10. 2007 10.12.2006–23.06.2007 8.08–7.11.2007 7–21.04.2007	О.В. Котов и Ф.Н. Юрчихин (РФ) С. Уильямс (США) К. Андерсон (США) Ч. Симони (США)*	196.17.04 194.18.03 151.18.24 13.19.02
МКС-16 – " – – " – – " – ЭП-13	10.10.2007–19.04.2008 23.10.2007–20.02.2008 7.02–27.03.2008 11.03–14.06.2008 10–21.10.2007	П. Уитсон (США), Ю.И. Маленченко (РФ) Д. Тани (США) Л. Эйартц (ESA, Франция) Г. Рейсман (США) М. Шукор (Малайзия)	191.19.07 119.21.29 48.04.53 95.08.47 10.21.13
МКС-17 ЭП-14	8.04–20.10. 2008 31.05–30.11.2008 8–21.04. 2008	С.А. Волков и О.Д. Кононенко (РФ) Г. Шамитов (США) Ли Сойон (Республика Корея)	198.16.20 183.00.23 10.21.13
МКС-18 – " – ЭП-15	12.10.2008–8.04.2009 15.11.2008–28.03.2009 12–24.10.2008	Ю.В. Лончаков (РФ) и Э. Финк (США) С. Магнус (США) Р. Гэрриот (США)*	178.00.13 144.14.17 11.20.35
МКС-19 – " – ЭП-16	26.03–11.10.2009 15.03–31.07.2009 26.03 – 8.04.2009	Г.И. Падалка (РФ) и М. Барратт (США) К. Ваката (Япония) Ч. Симони (США)*	198.16.42 137.15.05 12.19.26
МКС-20 – " – МКС-20/21	27.05–1.12.2009 – " – 29.08–27.11.2009	Р.Ю. Романенко (РФ), Ф. Де Винне (ESA, Бельгия) и Р. Тирск (США) Н. Стотт (США)*	187.20.41 – " – 90.10.45

Таблица 2 (окончание)

Экспедиция	Даты полета	Состав экипажа	Длительность, сут, ч, мин
МКС-21 ЭП-17	30.09.2009–18.03.2010 30.09–11.10.2009	М.В. Сураев (РФ) и Дж. Уильямс (США) Ги Лалиберге (Канада)*	169.04.09 10.21.17
МКС-22	20.12.2009–2.06.2010	О.В. Котов (РФ), С. Ногуты (Япония) и Т. Криммер (США)	163.05.32
МКС-23	2.04–25.09.2010	А.А. Скворцов, М.Б. Корниенко (РФ) и Т. Колдвелл-Дайсон (США)	176.01.18
МКС-24	15.06–26.11.2010	Ф.Н. Юрчихин (РФ), Ш. Уокер и Д. Уилок (США)	163.07.11
МКС-25	7.10.2010–16.03.2011	А.Ю. Калерии, О.И. Скрипочка (РФ) и С. Келли (США)	159.08.43
МКС-26	15.12.2010–24.05.2011	Д.Ю. Кондратьев (РФ), П. Неспולי (ESA, Италия) и К. Коулман (США)	159.07.17
МКС-27	7.06–22.11.2011	С.А. Волков (РФ), М. Фоссум (США) и С. Фурукава (Япония)	167.06.12
МКС-28	4.04–16.09.2011	А.М. Самокутяев, А.И. Борисенко (РФ) и Р. Гаран (США)	164.05.41
МКС-29	14.11.2011–27.04.2012	А.Н. Шкаплеров, А.А. Иванишин (РФ) и Д. Бёрбанк (США)	165.07.31
МКС-30	21.12.2011–1.07.2012	О.Д. Кононенко (РФ), А. Кёйперс (ESA, Нидерланды) и Д. Петтит (США)	192.18.58
МКС-31	15.05–17.09.2012	Г.И. Падалка, С.Н. Ревин (РФ) и Дж. Акаба (США)	124.23.51
МКС-32	15.07–19.11.2012	Ю.И. Маленченко (РФ), С. Уилльямс (США) и А. Хосиде (Япония)	126.23.13
МКС-34	23.10.2012–16.03.2013	О.В. Новицкий, Е.И. Тарелкин (РФ) и К. Форд (США)	143.16.14
МКС-34	19.12.2012–14.05.2013	Р.Ю. Романенко (РФ), К. Хадфилд и Т. Маршбёрн (США)	145.14.18
МКС-35	28.03–11.09.2013	П.В. Виноградов, А. А. Мисуркин (РФ) и К. Кэссиди (США)	166.06.14
МКС-36	28.05–11.11.2013	Ф.Н. Юрчихин (РФ), Л. Пармитано (ESA, Италия) и К. Найберг (США)	166.06.17
МКС-37	25.09.2013–11.03.2014	О.В. Котов, С.Н. Рязанский (РФ) и М. Хопкинс (США)	168
МКС-38	7.11.2013–16.05.2014	М.В. Тюрин (РФ), Р. Мастраккио (США) и К. Ваката (Япония)	190

Примечание. МКС-1 – обозначение экипажа первой основной экспедиции, аналогично обозначаются и другие экипажи; ЭП – обозначение экспедиций посещения. До 2003 г. на станции работали экипажи из трех человек, в 2003–2005 гг. – из двух человек; Т. Райтер был в составе МКС-13 и -14; третий член экипажа МКС-15–19 менялся в течение полета; начиная с МКС-20 на станции постоянно находятся шесть человек. Звездочкой отмечены участники космических полетов (туристы).

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

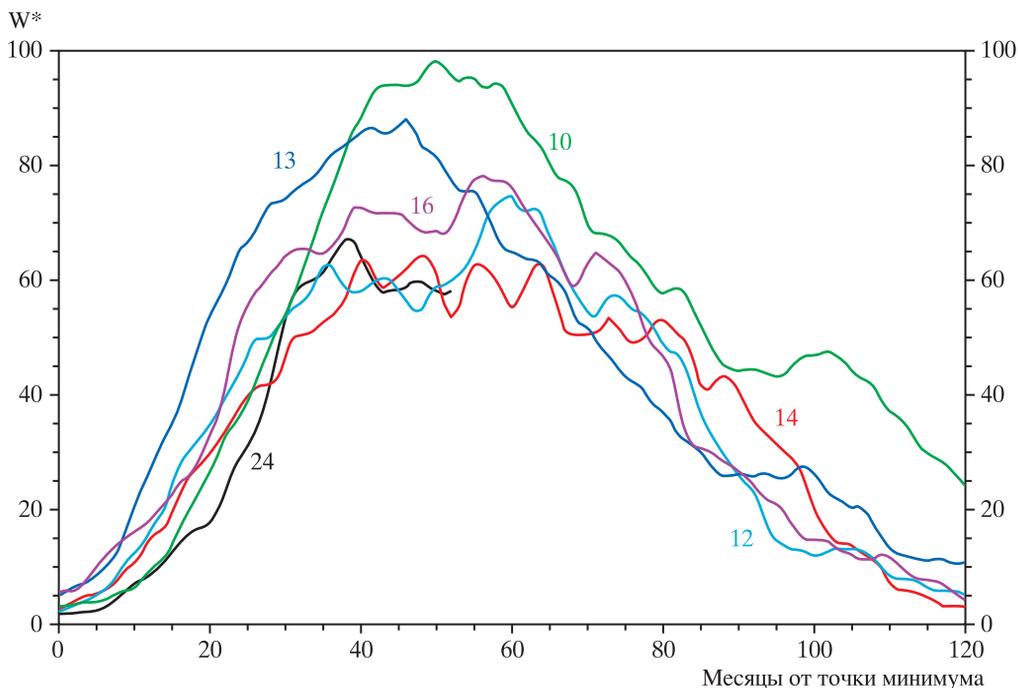
Солнце в октябре – ноябре 2013 г.

Пятнообразовательная активность Солнца в последние месяцы осени 2013 г. менялась от среднего до высокого уровня, а во второй декаде ноября достигла самых высоких значений за весь текущий солнечный цикл. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 4 до 12. Они были в основном небольшими и спокойными. Из 49 групп солнечных пятен 29 появи-

лись в Южном полушарии, в том числе семь оказались среднего размера ($300 \leq Sp < 500$ м.д.п.). По кривой роста сглаженных за год значений относительного числа пятен явно обозначился подъем на второй пик, который должен оформиться в декабре 2013 г. – марте 2014 г. Напомню, что первый пик роста числа пятен пришелся на февраль 2012 г. Среднемесячные значения

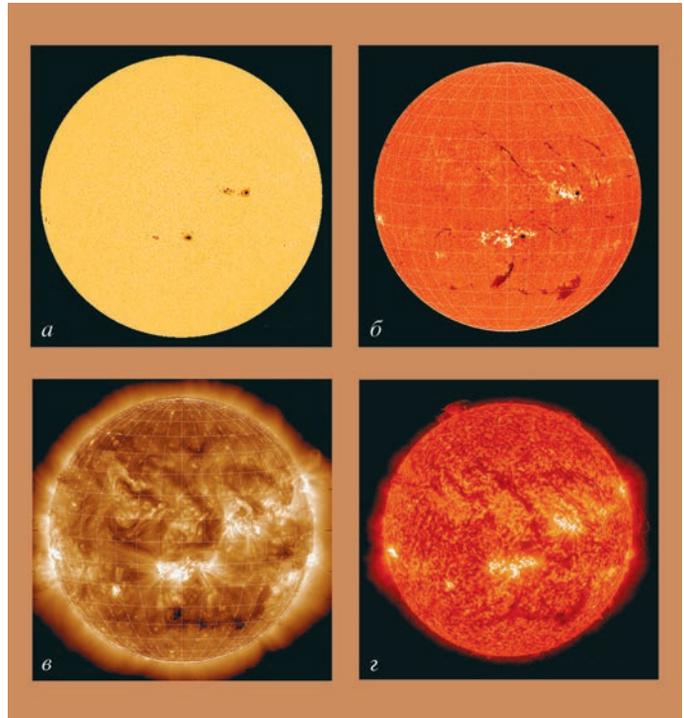
чисел Вольфа $W_{\text{окт.}} = 85,6$ и $W_{\text{нояб.}} = 77,6$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в апреле и мае 2013 г. составило $W^* = 57,9$ и $59,9$ соответственно.

До 9 октября относительное число солнечных пятен держалось на среднем уровне, затем, постепенно повышаясь, с 15 октября и до конца месяца значительно увеличилось.



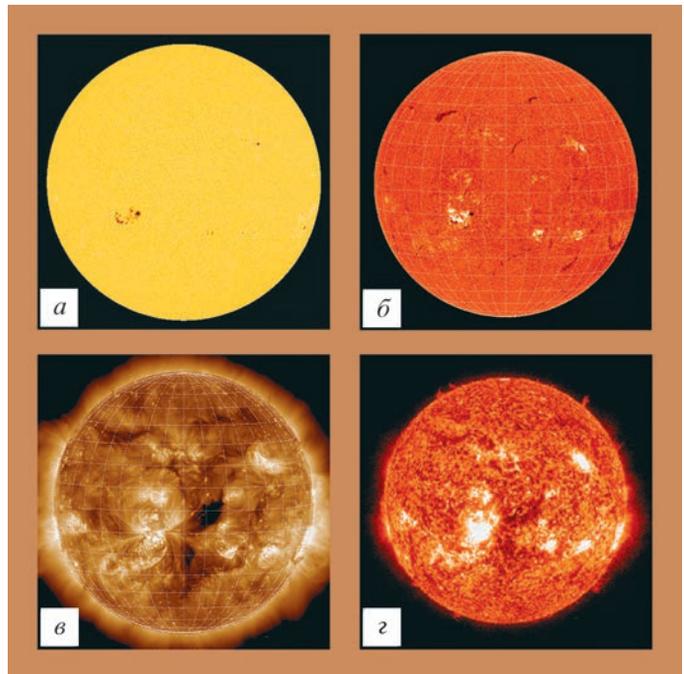
Ход развития (52 месяца) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

Солнце 25 октября 2013 г.:
 а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4096 \text{ \AA}$);
 б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$);
 в) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Снимки космической "Солнечной динамической обсерватории" (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).



Минимальное значение отмечено 6 октября ($W = 35$), максимальное – **18 октября ($W = 116$)**. Вспышечная активность держалась на высоком уровне 24, 25, 28 и 29 октября, когда сразу в трех активных областях на всем видимом диске Солнца произошло шесть крупных вспышек, из которых три – рентгеновского балла X. Однако заметных изменений в околосолнечном космическом пространстве они не вызвали. 9, 11, 13, 15, 22, 23 и 31 октября образовалось 30 вспышек средних баллов. В остальные дни вспышечная активность оставалась на низком и очень низком

Солнце 7 ноября 2013 г.:
 а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4096 \text{ \AA}$);
 б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$);
 в) в линии крайнего ультрафиолета Fe XII ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Снимки космической "Солнечной динамической обсерватории" (<http://www.spaceweather.com>).



уровне. Выбросы солнечных волокон наблюдались 2, 3, 5 (2), 7 (3), 9, 13 (3), 17, 18, 21, 22 (2) и 24 октября. Коронोगрафы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 206 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых по два типа “гало” и “частичное гало III” (угол раствора 180° – 270°), 11 – “частичное гало II” (угол раствора 90° – 180°). Четыре рекуррентные корональные дыры проходили по видимому диску Солнца, но только от трех из них высокоскоростные потоки вызвали в околоземном космическом пространстве значимые геомагнитные возмущения. На средних широтах Земли состоялись три малые магнитные бури и 5 сут были с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ отмечен 12, 17–22 октября.

Первые две декады **ноября** пятнообразовательная активность Солнца держа-

лась на высоком и среднем (повышенном) уровнях. Первый раз за текущий 24-й цикл достигнуты очень высокие (более 150) ежедневные значения чисел Вольфа. В третьей декаде все вернулось к среднему уровню. На видимом диске Солнца наблюдалось 4–10 солнечных пятен. В Южном полушарии появилось 10 групп пятен, 5 – в Северном. Максимальное за сутки число Вольфа было **17 ноября (W = 131)**, минимальное – 26 ноября (W = 25). Высокий уровень вспышечной активности наблюдался 1, 3, 5, 7, 9 и 19 ноября, средний – 2, 6, 11, 13, 15–17, 21 и 23 ноября, в остальные дни – низкий. Выбросы солнечных волокон состоялись 1, 2, 4–6, 8, 12, 21 и 24 ноября. Вспышки в центральной зоне видимого солнечного диска привели к росту геомагнитной возмущенности – малые магнитные бури 9 и 11 ноября. Большие вспышки вызвали в околоземном космическом пространстве четыре протонных события малой

мощности 2 и 19 ноября. В ноябре возникли четыре рекуррентные и одна новая корональные дыры, но их геоэффективность была незначительной. Всего же в этом месяце зарегистрировано только трое суток с возмущенным геомагнитным полем. Коронोगрафы космической обсерватории “SOHO” зафиксировали более 170 корональных выбросов вещества разной интенсивности, из них по три – типа “гало” и “частичное гало III” (угол раствора 180° – 270°), 11 – “частичное гало II” (угол раствора 90° – 180°). На геостационарных орбитах очень высокие потоки релятивистских электронов с энергиями выше 2 МэВ не наблюдались.

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

*В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН*

Вальтер Гоман

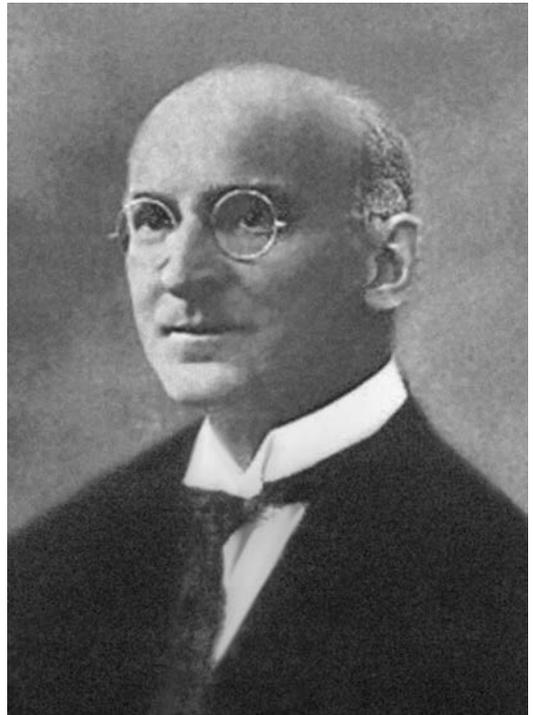
Биографический очерк был составлен невесткой В. Гомана по материалам его творческого наследия и опубликован в первом издании книги “Достижимость небесных тел”, вышедшем в свет в 1925 г. в издательстве Р. Ольденбурга. Третье издание этой книги было опубликовано в том же издательстве в 1994 г. Перевод его на русский язык вместе

с переводом статьи В. Гомана “Маршруты и длительность межпланетных путешествий, возможности посадки” (1928), в которой впервые была сформулирована идея использования отделяющихся модулей для спуска на планеты-цели, опубликован в 2013 г. издательством “R & S Dynamics”, НИЦ “Регулярная и хаотическая динамика” в Ижевске.

Кто был этот человек, который как специалист в области статики и инженер-строитель имел дело с застывшими в неподвижности телами на Земле, а в свободное время занимался движущимися на небе телами, вычислял траектории космических полетов и изложил основной принцип космонавтики, чтобы доказать достижимость небесных тел?

Вальтер Гоман (Walter Hohmann) родился 18 марта 1880 г. в Хардгейме, расположенном близ горного массива Оденвальд в южной части Германии (Земля и Вселенная, 1980, № 3). Отец Вальтера был практикующим врачом и хирургом в больнице до тех пор, пока князь фон Лейнинген не пригласил его в 1880 г. в г. Аморбах (Бавария) в качестве придворного врача. В 1886 г., по причинам, связанным со здоровьем, отец, приняв практику своего друга, переселился в г. Порт Элизабет (Южная Африка) с женой, двумя дочерьми и сыном Вальтером.

Одиннадцатилетнего Вальтера, посещавшего английскую народную школу, привезли в Вюрцбург (Германия), где его зачислили в гуманитарную



Немецкий пионер космонавтики Вальтер Гоман. 1910 г.



Родители В. Гомана Эмма и Рудольф.
1873 г.

(классическую) гимназию и отдали в пансион. Отец или мать ежегодно навещали сына в Германии. После сдачи экзамена на аттестат зрелости в 1900 г. он учился строительному делу в Высшей технической школе в Мюнхене. Особый интерес к строительству мостов Вальтер объяснял известием о несчастье, о котором он узнал в ранней юности. В бурную ночь 28 декабря 1879 г. обрушился мост через реку Тай (Канада) вместе с битком набитым пассажирами железнодорожным поездом. Немецкий поэт Теодор Фонтане в ужасе от этой беды и ее причин написал в 1880 г. балладу «Мост на реке Тай». Она начинается словами: «Когда встретимся мы вместе снова втроем?» и заканчивается так: «Мишурой, мишурой является творение руки человеческой». Эти трое – халтура в отношении

выбора материала, небрежный контроль и ураган.

Во время учебы Вальтер вместе со своим другом Гансом Рау, ставшим позже профессором экспериментальной физики Высшей технической школы в Дармштадте, взобрался на самую высокую гору в Баварских Альпах Цугшпитце, чтобы с помощью доски площадью 2 м^2 в течение дня и ночи исследовать давление ветра. Оба были хорошими альпинистами и обладали большим опытом в устройстве бивуака, но не предусмотрели резкого ухудшения погоды. В 1919 г. профессор Г. Рау писал Вальтеру: «...надо... показать... твоей жене Луизе... место, где нас тогда могли найти как двух замерзших, как камень, ледовиков...» Другой областью интересов Вальтера была баллистика.

После государственного экзамена в 1904 г. молодой дипломированный инженер работал в больших фирмах Вены, Берлина и Ганновера, занимаясь надземным и подземным строительством, проектированием мостов. В 1911–1912 гг. в Бреслау (Силезия) В. Гоман был ассистентом профессора Роберта Отцена (позднее специалиста по строительству автострад) в Высшей технической школе.

В соответствии со своей социальной установкой «делать личное знание общественным достоянием» В. Гоман переехал в Эссен и поступил на службу в Городское бюро высотного строительства. Там он создал Статический отдел в Государственном бюро по испытанию строительных материалов, которым руководил до 1945 г. в качестве инженера-испытателя. Репутация В. Гомана как специалиста по проблемам строительной статике вышла далеко за пределы Рурской области. Его совет в очень трудных случаях, в том числе и при строительстве мостов и плотин, считался надежным подспорьем. Он заботился о новой смене инженеров-строителей и поддерживал их всемерно, так же как позже молодых людей, серьезно занимавшихся проблемами космонавтики.

В феврале 1915 г. Вальтер Гоман женился на Луизе Юнеманн из Ганновера. Вскоре после этого он был призван на военную службу, но спустя восемь месяцев по ходатайству бургомистра Эссена отозван с фронта. В 1916 г. у него родился сын Рудольф, через два года – Эрнст. Представление о воспитании детей у В. Гомана покоилось на солидных “несущих конструкциях”: *“Дети должны вырастать, как цветы в поле: если почва хороша, то они тоже хорошо развиваются. Только никакого мертвецкого подчинения, которое воспитывает притворство и лицемерие и является началом зла! Равные права всем членам семьи”*. При необходимости “неровности” в поведении детей сглаживались в конце недели, за кофе и пирожным, большей частью по предложению матери, управлявшей более по-прусски. Отец был терпеливым слушателем с большим чувством юмора. Трудные случаи урегулировались словами: “Так не пойдет!”, а легкие – “Лучшая опека – прости им это!”.

Ежегодные восхождения на Альпы летом составляли часть жизни В. Гомана так же, как и симфонические концерты зимой. Последний поход состоялся в 1942 г., свой последний концерт он прослушал в 1943 г., вскоре здание Городского концертного зала было разрушено во время бомбежки. Гостеприимство, терпимость, открытость и внимание к проблемам молодежи сделали дом в лесопарке Эссена центром добрых бесед, особенно между поколениями, даже во время войны. Сын Рудольф женился в 1942 г., а в 1943 г. родился первый внук в Эттлингене (Баден-Вюртемберг, Германия). Сын Эрнст женился в 1943 г.

20 июля 1944 г. полковник службы Генерального штаба Вооруженных сил Германии Альбрехт Мертц фон Квирнгейм вместе с Беком, Ольбрихтом и фон Штауффенбергом был расстрелян в здании гестапо в Берлине. Они планировали покушение на Гитлера. Альбрехт Мертц был сыном Элеоноры – одной из сестер В. Гомана. Всю семью в Потсдаме арестовали по мотивам



Дом в Хардгейме, где родился Вальтер Гоман.

родства, а лейтенант запаса Рудольф Гоман подвергся преследованию нацистами. Молодой врач Эрнст Гоман погиб в последние дни войны в 1945 г. при обороне Франкфурта-на-Одере.

В. Гоман обладал космополитическим мировоззрением и глобальным мышлением, в значительной мере заложенными в юности. Так, в 1911–1914 гг. он написал письма самому себе, в которых на 88 страницах изложил свои взгляды на любовь, супружество, воспитание детей, честь, патриотизм и вопросы, связанные с религиями.

«Начало продолжения рода представляется мне важнейшим отрезком времени в жизни человека, и его отношении к нему одновременно его истинным вероисповеданием... и только сотрудничество супругов в воспитании детей я называю супружеской верностью... В самоуважении ведь каж-



Вальтер Гоман с женой Луизой, сыном Эрнстом и невесткой Хети. 1943 г.

дый может упражняться, пока это доставляет ему удовольствие... Если мои ближние меня не уважают, то я как раз не заслуживаю их уважения, и мне не остается ничего другого, как стремиться к их уважению или наплевать на него... Как известно, человеческий кастовый дух нигде не проявляется противнее, чем в области понятий о чести...

К чувствам, которые, к сожалению, столь часто оскверняет бросание словом "патриотизм", прежде всего принадлежит любовь к родине. Мне кажется сомнительным, что в этом чувстве большую роль играет происхождение. В противоположность патриотизму любовь к родине является совершенно скромным и тихим качеством. Только когда она становится гордостью за родину, она подает руку патриотизму. Но сколько уродливого и презренного заключается в слове "гордость"... Возражают, что также родине нужна война для защиты от уничтожения самобытности. Но кто же заинтересован в ее уничтожении? Тогда на земле должно было бы быть еще больше таких болезненных явлений, как, например, у нас

так называемое "пангерманское движение", которому, несомненно, было бы милее всего германизировать весь мир вместе с боженькой.

Но все же не следует сомневаться, что с растущим образованием растет также уважение к своеобразию других... Европа обрела свою культуру не вследствие изгнания арабов, а вопреки ему... без их гениальной числовой системы – сравните ее с неуклюжей римской – нельзя было бы даже и думать об астрономии и точных науках в их нынешнем виде».

Критически рассматривая различные религии, он не соглашался с "преображенной жизнью после смерти", то есть жизнью, свободной от земных ошибок и слабостей, утверждая, что «как раз мои слабости и ошибки являются столь существенной составной частью моего "я", что без них я могу так же хорошо быть другим или вовсе никем... Если под борьбой за существование понимают добровольную борьбу с противящейся природой, против ограничений, поставленных человеком, против уродливого в мире, то я охотно признаю, что без борьбы за су-

ществование нет культурного прогресса, так как тогда борьба за существование вообще равнозначна борьбе за прогресс или борьбе против регресса (отставания)».

Космическое пространство стало для Вальтера Гомана знакомым понятием с ранних лет, когда отец объяснил ему суточное движение звезд над Оденвальдом и несколько позже показал африканское звездное небо с Южным Крестом. Тогда Вальтер еще не мастерил ракет и не пробовал вычислять орбиты полета межпланетных космических аппаратов. После прочтения романов Жюль Верна и Курда Лассвитца он поставил себе вопрос: «Как попасть туда, наверх?»

Начало серьезных занятий проблемой космического полета пришлось на время проживания В. Гомана в 1911–1912 гг. в Бреслау. Вильгельм Траберт, двоюродный брат Вальтера, который был на 17 лет старше и состоял ординарным профессором Университета и директором Центрального института метеорологии и геодинамики в Вене, прислал ему в 1911 г. учебник космической физики. Вооружившись этим учебником, книгами Макса Лауэ «Принцип относительности» (1911) и Сванте Аррениуса «Становление миров» (1913), «Руководством по астрономии» Клавдия Птолемея, а также инструментами для ручного труда, бумагой, карандашом и счетной логарифмической линейкой, Вальтер Гоман, уже в Эссене, заполнял большую часть своего свободного времени изучением астрономии, а в 1914 г. приступил к разработке теории межпланетных полетов.

В 1916 г. В. Гоман представил на соискание ученой степени доктора-инженера в Высшей технической школе в Аахене диссертацию «О взаимодействии старого и нового бетона в железобетонных несущих конструкциях». Из-за войны защита ее состоялась только в 1920 г. в Рейнско-Вестфальском техническом университете в Аахене. К этому времени он в основном завершил план книги «Достижимость небесных тел». О взлетах и падениях в борь-

бе за «достижимость» свидетельствуют остроумные монологи на полях страниц его черновой тетради. 19 декабря 1923 г. В. Гоман предложил свое сочинение журналу «Космос». Но 22 января 1924 г. рукопись отклонили, так как... недавно в Лейпциге в свет уже вышла похожая работа.

В трудных поисках нового издательства В. Гоман нашел в журнале «Естественные науки» ссылку на книгу Германа Оберта «Ракетой к планетам», вышедшую в 1923 г. в Мюнхене (Земля и Вселенная, 1995, № 5). Он смог купить ее 12 января 1925 г., а уже 17 января предложил свой труд издательству Р. Ольденбурга в Мюнхене. Из редакции почтой был получен положительный ответ, «поскольку здесь речь идет о чрезвычайно важной проблеме». Но издательство тут же предостерегло от больших ожиданий: «К сожа-



Вальтер Гоман. Коллаж Юлиуса Штюрмера.

лению, работа господина профессора Оберта, несмотря на все наши старания, смогла... привлечь к себе еще малое внимание, а многие специалисты даже отклоняют эту работу с самого начала... так как считают, что речь идет об утопиях Жюля Верна...

Вместе с обещающим ответом издательство прислало книгу Макса Валье "Прорыв в космос". Рукопись книги В. Гомана в течение нескольких месяцев находилась у его друга, профессора Ганса Рау в Дармштадте. Тот должен был проверить формулы, но никак не мог к этому приступить, так что ее отослали непроверенной из Дармштадта в Мюнхен. Издатель Р. Ольденбург передал рукопись на рецензию одному из пионеров космонавтики, инженеру Макс Валье. 16 февраля 1925 г. он написал В. Гоману: "... лучше [было бы] передать ее] господину профессору Оберту... но посылать рукопись туда [в Румынию] для меня слишком рискованно... Господин Валье может записать на свой счет заслугу в том, что весь вопрос о полете в космос стал известным в широких кругах. Господин профессор Оберт также и сегодня был бы еще одной довольно неизвестной величиной, если бы господин Валье не выступил столь чрезвычайно энергично за его дело". В. Гоман предложил послать свою "хорошо читаемую черновую тетрадь" на отзыв Г. Оберту в Румынию, что и было сделано. Ниже приводятся выдержки из переписки В. Гомана с М. Валье и Г. Обертом в 1925 г.

М. Валье – В. Гоману, 13 февраля: «... как дополнение, данное к книге Оберта "Ракетой к планетам"».

В. Гоман – М. Валье, 18 февраля: "... иначе я был бы менее робким во многих местах в моей книге..." Здесь В. Гоман сожалеет, что ранее не знал работ М. Валье и Г. Оберта.

В. Гоман – Г. Оберту, 8 апреля: «...и, к своей радости, я увидел из нее, что есть еще больше "таких людей" и что благодаря Вашим ценным конструкторским предложениям [имеющиеся]

заделы развиваются уже намного далее, чем я думал...»

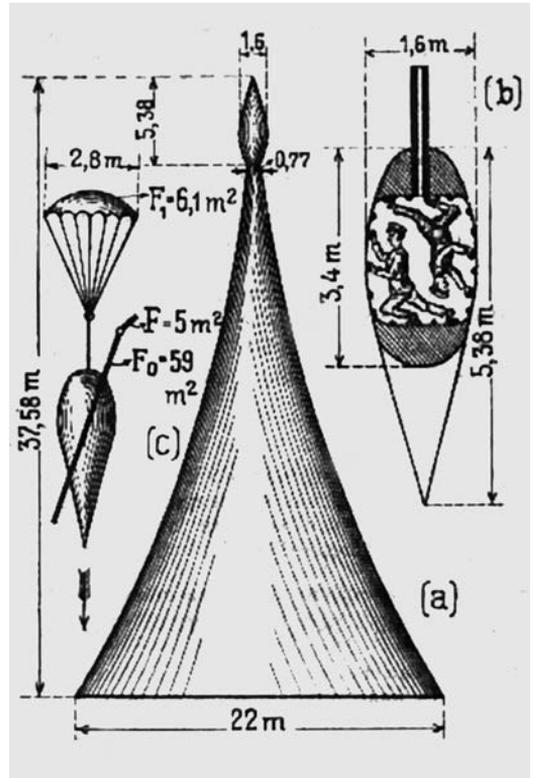
Г. Оберт – В. Гоману, 24 апреля: "... однако я уже сегодня признаю добротную работу..."

Г. Оберт – В. Гоману, 7 июля: "... мой отзыв для Ольденбурга может быть только очень хорошим, это Вы сами сможете сказать себе самому... незначительные слабые стороны, которые, возможно, должны быть исправлены... чтобы Вы могли, может быть, уберечься от злобной критики, которая охотно цепляется к мелочам..."

Вплоть до самой смерти в 1930 г. Макс Валье посылал Вальтеру Гоману свои "Вычислительные задачи" для проверки. Семейство Гоманов после выступлений М. Валье с докладами в Рурской области или демонстрации в сентябре 1929 г. ракетного автомобиля собственной конструкции "RAK-Stoppa" на Норберт-шоссе в Эссене всегда было радо принять у себя этого темпераментного "ракетного" человека. Иногда М. Валье сам комментировал, давал громким голосом команды и указания в своих мечтах – полетах на Луну (Земля и Вселенная, 2013, № 3).

В ноябре 1925 г. книга В. Гомана "Достижимость небесных тел" ("Die Erreichbarkeit der Himmelskörper") наконец вышла в свет, и вскоре русские ученые Н.А. Рынин, Я.И. Перельман и К.Э. Циолковский установили контакты с Вальтером Гоманом. Они послали свои книги, просили об обмене идеями, о присылке фотографий и автобиографии. Немецкий писатель Отто Вилли Гайль сожалел, что "не узнал ранее об этом труде", прислал свой роман "Камень с Луны" ("Der Stein vom Mond") и попросил написать рецензию.

В книге "Достижимость небесных тел" В. Гоман доказал, что переходы по эллипсам, касающимся орбит планет (эллипсы Гомана), наиболее оптимальны с точки зрения затрат энергии – это его главный вклад в теорию космонавтики. Он досконально рассчитал траектории межпланетных полетов, рассмотрел вопросы динамики полета при подъеме и спуске космических аппаратов в ат-



Обложка книги В. Гомана «Достижимость небесных тел». Мюнхен, 1925 г. Справа – иллюстрация из книги: спуск кабины корабля на парашюте, «пороховая башня-ракета», кабина корабля с экипажем.

мосфере Земли и спуске на другие планеты, а также орбитального полета. В качестве иллюстрации к своим рассуждениям Вальтер Гоман использовал схему «пороховой башни-ракеты» для расчета массы межпланетного корабля.

В 1927 г. В. Гоман объявил о своем намерении сделать в Кёльне научный доклад о межпланетных полетах и пригласил О.В. Гайля в Эссен. Однако из этого ничего не получилось: «все турне по Рейнской земле было отменено – все же интерес публики к нашей проблеме не был так уж велик». Городской совет Кёльна потребовал уплаты полной суммы налога на развлечения, так как «речь могла идти только об юмористическом вечере». Невежество кёльнских отцов города показало,

сколько близко было общее представление о достижимости Луны с помощью выстрела из пушки в сказке Гердта фон Бассевитца «Путешествие Петруши на Луну» (1911).

На статью, опубликованную в журнале «Всеобщий путеводитель» за 1929 г. одним дипломированным инженером, в которой отрицалась возможность космического полета, Вальтер Гоман ответил: «...состояние отсутствия ощущения силы тяжести наступает, например, у прыгуна на лыжах в момент покидания трамплина без того, чтобы ему повредило... якобы происходящее тотчас стремление мягких частей его тела к шаровидному расположению», и нам даже не приходит в голову «приклеиться к полу в виде каши под воздействием чудовищной

силы тяготения Солнца". Он рекомендовал всем "сначала только прочитать общепризнанную литературу, чтобы ошибочная интерпретация не помешала общественности понять идею космонавтики".

Много вреда нанесла статья президента Союза германских инженеров, профессора Лоренца из Данцига, опубликованная в журнале "Союза германских инженеров". В ней он после изучения работ Р. Годдарда, Г. Оберта, В. Гомана и М. Валье объявил космический полет совершенно невозможным. В 1931 г. инженер Рудольф Небель, основатель германского Общества межпланетных сообщений (Verein für Raumschiffahrt), писал Вальтеру Гоману: "...как раз инженеры – особенно из Союза германских инженеров – проявляют полное нерасположение к проблеме ракет... они там не получают ни одного доклада, с обоснованием, что тайный советник Лоренц много лет тому назад отклонил эту проблему... Союз германских инженеров отклонил также перепечатку ответа Хоманна на статью Лоренца... из-за нехватки места!"

Немецкий писатель и популяризатор космонавтики Вилли Лей приглашал многих ученых и инженеров сотрудничать в своем сборнике "Возможность межпланетного путешествия". Он получил согласие одного из пионеров космонавтики – доктора Курта Дебуса, профессора Г. Оберта, австрийского теоретика космонавтики доктора Франца фон Гефта, инженера Гвидо фон Пиркэ (Земля и Вселенная, 2002, № 1) и конструктора пороховых ракет инженера Фридриха Зандера. В 1928 г. В. Гоман для этого сборника написал статью "Маршруты, длительности полета и возможности посадки". В ней он предложил для посадки на планету некоторого рода "подвесную лодку" для спуска, похожую на более поздний посадочный аппарат "Паук" – американский лунный модуль, используемый в программе "Аполлон" (Земля и Вселенная, 2009, № 4).

Вилли Лей в августе 1928 г. писал: "...Эсно-Пельтри написал мне, что ему

больше всего понравилась Ваша глава и попросил меня купить для него экземпляр Вашей книги и сообщить Ваш адрес", а в сентябре – "Р. Эсно-Пельтри хотел бы вытащить Вашу книгу на конкурс на приз РЭП-Гирша". За труд "Пути осуществления космических полетов" ("Wege zur Raumschiffahrt", 1929 г.) Г. Оберт получил первую премию среди 20 претендентов. Работа В. Гомана была признана достойной второй премии. Французский пионер космонавтики Робер Эсно-Пельтри (Земля и Вселенная, 1981, № 6) прислал ему свою статью "Возможность межпланетных путешествий" (1928) и книгу "Астронавтика" (1930) с посвящением: "Глубокоуважаемый господин инженер! Я рад, что могу послать Вам эту книгу как знак моего искреннего признания Вашей ценной научной работы. Ваш всецело преданный, Р. Эсно-Пельтри. Май 1930 г."

В 1927 г. в Бреслау было основано Общество межпланетных сообщений, и В. Гомана избрали в президиум. Он стал также почетным членом "Австрийского общества поощрения космических исследований" (Österreichische Gesellschaft zur Förderung der Raumforschung). В благодарственном письме он писал: "...так как имена и положение членов являются речительством научных целей... и я никоим образом также не коснею, к примеру, на достижимости небесных тел, более того, я нахожу, что между небом и Землей имеется еще больше вещей, которые достойны исследования, и ракета указывает единственно возможный путь для их познания", и спросил: «...может быть, все еще стоит маяк в парке Пратер, который в те времена представлял одну из моих первых конструкторских работ в фирме "Вальберг"». Да, он еще стоял, этот маяк, который был разрушен во время Второй мировой войны. Каждый раз можно еще читать ошибочное утверждение, что гигантское колесо обозрения в венском парке Пратер было первой конструкцией В. Гомана. Но оно уже существовало в 1897 г., когда Вальтер еще ходил в школу.

weg der günstigste zu sein; denn die benutzten Ausgangsgleichungen 14) und 15) enthalten jetzt gar nicht mehr die Bedingung für den Kleinstwert von $\frac{m_0}{m_2}$, da ja die oben genannte zweite willkürliche Annahme, die eben zu dieser Kleinstwertbedingung führt, in einkreisen fallen gelassen worden ist. Hinzukommt noch, dass auch die erste willkürliche Annahme nicht notwendig erfüllt sein muss. Beispielsweise steht nichts im Wege, den an der Endoberfläche ohnedies gerätheten Rückstoss $q = 2g$ während der ganzen Antriebsdauer beizubehalten, statt ihn nach der Gleichung $q = 2g \frac{a^2}{2^2}$ abnehmen zu lassen. Die Folge ist, dass dann die parabolische Geschwindigkeit bereits in einem geringeren Stande $v_2 = a(1 + \frac{g}{2g}) = 1,5a$ erreicht wird, also auch eine geringere Antriebsdauer und wahrscheinlich auch ein etwas geringerer Massenaufwand notwendig ist. Aber auch zur Beibehaltung von $q = 2g$ besteht kein theoretischer Grund; vielmehr wird das Verhältnis $\frac{m_0}{m_2}$ immer günstiger je größer q gewählt wird. (Vergl. nachstehende Zusammenstellung, die der S. 6 meines Buches entnommen ist)

w in $\frac{m}{sec}$	$\frac{m_0}{m_2}$ für			
	$q = 2g$	$q = 2,5g$	$q = 3g$	$q = 4g$
2500	438	232	216	164
3000	159	110	88	70
4000	45	34	29	24

Mit anderen Worten: die Wahl der Rückstossbeschleunigung q ist überhaupt nicht begrenzt durch wirtschaftliche Rücksichten, sondern nur durch die Fragen, welchen Rückstoss die Fahrgäste mehrere Minuten lang ertragen können, und welche sonst den übrigen Luftschichten mit Rückstoss widerstand noch zugelassen werden d

Auch die Bemerkung, dass

Original-Handschrift
Walter Hohmann.
Manuskript: Fahrtrouten,
Fahrzeiten und Landungsmöglichkeiten.

Страница рукописи статьи "Маршруты, длительность полета и возможность посадки" Вальтера Гомана. 1928 г.

Очень большая профессиональная нагрузка не оставляла свободного времени для дальнейших занятий проблемами, связанными с космонавтикой. На все возраставшую корреспонден-

цию он отвечал до поздней ночи. Поэтому В. Гоман был вынужден отклонить предложение Г. Оберта стать председателем "Общества межпланетных сообщений", как и неоднократные



Die Geschichte der Luft-Inszenierung!
Es steht mich ohne diesen Artikel
die Zeichen unserer aufsteigenden
Dramaturgie ohne symbolischen
beim menschlichen Verhalten finden zu können.
Noch sehr unvollkommen,
W. Goman
Mai 1930

Фотография Робера Эсно-Пельтри с посвящением Вальтеру Гоману. Май 1930 г.

просьбы Вернера Брюгеля в октябре и ноябре 1932 г. о сотрудничестве в работе над его книгой “Ракетчики”, задуманной как собрание монографий пионеров космонавтики, еще и по другим причинам: “...у меня впечатление, что в последние годы уже больше написано вокруг да около космического полета, чем может выдержать, как кажется, это дело. Нового пробуждения когда-то забывшегося сном интереса можно ожидать, по моему мнению, только благодаря результатам испыта-

ний...” Он не придавал очень большого значения саморекламе в виде монографий: тщеславие и гордость были столь же далеки от него, как мысли о приоритете: “...все же так много зависит от совместной работы возможно многих непредвзятых умов... главное, чтобы “удар” удался!”

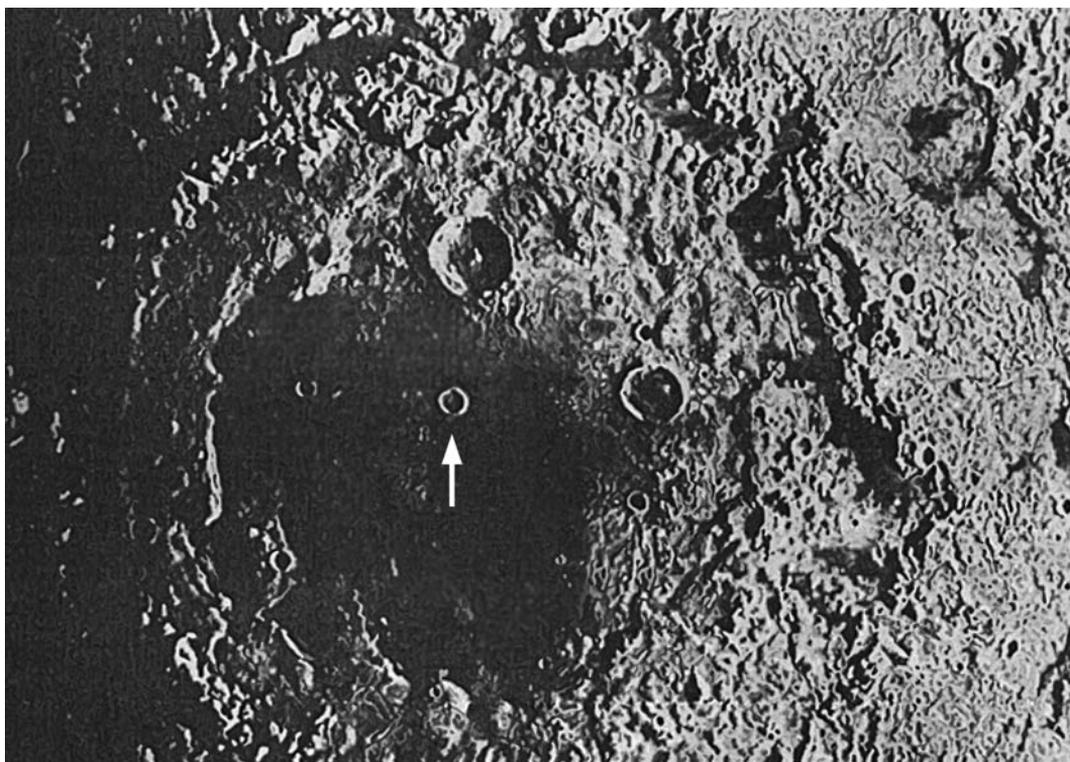
Как жилось после 1933 г. В. Гоману, служащему и советнику по строительству? Конечно, было известно, что он думал о “мертвецком подчинении” и о стадном чувстве, о Маккиавели и патриотизме. Он был хорошим карикатуристом. К одной из неизбежных загородных экскурсий по поводу 1 мая (1 мая в нацистской Германии праздновали как День германского народа) он сочинил иллюстрированную “Историю строительной полиции” (Die Geschichte der Baupolizei) от древних вавилонян через египтян, греков и римлян к германцам вплоть до 1938 г.: “А как дело обстоит с будущим? Предположительно, мы вернемся к типу поселений наших древнейших предков или древних египтян, чтобы прозябать как жители бомбезопасных пещер и пирамид, благодаря чему будет снова наилучшим образом достигнута единая застройка”.

Благодаря своим высоким человеческим качествам В. Гоман не мог отказаться от каждодневного напряженного труда, а из-за его профессиональных способностей это, наверное, было бы нежелательным. Однако повышения до титула “старший советник по строительству” (der Oberbaurat) он не получил.

В марте 1939 г. В. Гомана попросили “объективно охарактеризовать ценность исследований профессора Оберта”. Речь шла о награждении Г. Оберта. Через месяц В. Гоман написал: ...свои научные соображения Оберт дополнил также своими собственными экспериментами. Однако, к сожалению, несмотря на очень большое личное самопожертвование, их нельзя было довести до конца, так как – наверное, из-за недостаточного понимания [со стороны “компетентных органов”] в прошлые годы – отсутствовали сред-



Памятник В. Гоману в Эссене. Справа – Рудольф Гоман, внук Вальтера Гомана, открывает памятную доску в Хардгейме. 1995 г.



Кратер Гоман на Луне.

ства, необходимые для их успешного проведения. Тем более следует надеяться, что в наше время самоотверженный труд этого человека встретит заслуженное признание и щедрое поощрение. Тогда успех не заставит себя долго ждать, так как Оберт, как никто другой, объединяет в себе способности к науке, практический опыт и стойкое упорство, необходимые для реализации реактивного двигателя”.

В июле 1939 г. один из пионеров космонавтики Александр Ананов (Франция) попросил Вальтера Гомана сотрудничать в основанном в Париже объединении “Французская группа космонавтики” и прислал годовую программу до 1940 г. Однако В. Гоман был вынужден отказаться от этого сотрудничества, как и в 1929 г. от совместной работы с Р. Эсно-Пельтри, из-за большой профессиональной занятости.

В один из последних дней жизни В. Гоман увидел из окна своего дома летевшую над лесом в восточной части неба баллистическую ракету А-4 (“Фау-2”). 11 марта 1945 г. он умер, похоронен в Эссене.

Вскоре после начала международного почтового сообщения с Германией, 5 июля 1946 г., А. Ананов сообщил, что Секция астронавтики “Ассоциа-

ции университетских и школьных аэроклубов Франции” избрала В. Гомана большинством голосов своим членом-корреспондентом. Письмо А. Ананова через ужасы и разрушения войны В. Гоману, возможно, было уже шагом в новый век.

Из “Писем себе самому” 1913 г. В. Гомана: “Если бы все же каждый народ... удовлетворил... свою любовь к родине... в приспособлении всеобщих культурных и социальных достижений к своему своеобразию, а не в детских мелочных чувствах ревности и праздных вопросах власти... [развив] свободное искусство, независимую науку и технику... в мире без “отечеств”... только тогда мы вступили бы в настоящую эпоху взрослого человека”.

В 1970 г. Международное астрономическое общество назвало именем Гомана кратер диаметром 16,81 км на Луне. В 1993 г. начала работу Обсерватория им. Вальтера Гомана в Хардгейме. В 1995 г. состоялось открытие мемориальной доски в Хардгейме и памятника Вальтеру Гоману в Эссене.

МАРГА ГОМАН

Перевод с немецкого В.К. Абалакина.

Использован архив Марги Гоман.

“Отражение Вселенной”

С 21 по 23 октября 2013 г. в Культурно-просветительском центре им. В.В. Терешковой (Ярославль) проходил первый в России Международный фестиваль научно-популярных полнокупольных программ для планетариев “**Отражение Вселенной**”, посвященный 50-летию полета в космос первой женщины-космонавта.

Планетарии – одно из замечательных изобретений XX в. Их родина – Германия. Немецкие инженеры на предприятии “Карл Цейсс Йена” изобрели, изготовили и в октябре 1923 г. впервые продемонстрировали широкой публике проектор звездного неба “Модель-1”, открывший 90 лет назад эпоху планета-

риев. Форум приурочен и к этому юбилею.

Организовали мероприятие правительство Ярославской области, Благотворительный фонд им. В.В. Терешковой, Культурно-просветительский центр, Ассоциация планетариев России, Общество сферического кино, компания “Свенсонс АРТ МЕДИА”. Основная цель Фестива-



Участники фестиваля “Отражение Вселенной” у витража в Культурно-просветительском центре им. В.В. Терешковой (Ярославль). 21 октября 2013 г.

ля – показать, что современные полнокупольные технологии – мощный инструмент для популяризации естественнонаучных знаний, развития образовательной, просветительской деятельности и инновационного творчества в сфере культуры и искусства.

150 участников, приехавших из планетариев Австралии, Азии, Америки, Африки и Европы, в том числе российских: Архангельска, Астрахани, Барнаула, Владимира, Волгограда, Волжского, Вологды, Воронежа, Екатеринбурга, Ижевска, Йошкар-Олы, Казани, Калуги, Костромы, Краснодара, Курска, Лыткарина, Москвы, Нижнего Новгорода, Новороссийска, Новосибирска, Орска, Перми, Подольска, Самары, Санкт-Петербурга, Томска, Уфы, Челябинска, Ярославля и украинских: Донецка, Киева, Кривого Рога, Харькова, Херсона.

На форуме были рассмотрены актуальные вопросы:

- развитие планетариев в России;

- создание полнокупольных программ на русском языке;

- модернизация разнообразных форм работы в классических и цифровых планетариях;

- доступность исходных материалов для создания новых программ;

- производство фильмов по астрономии для детей;

- разработка интерактивных образовательных просветительских материалов для работы со школьниками;

- чтение лекций в планетарии, включая 3Д-визуализацию, и взаимодействие со зрителями;

- права на приобретение и использование астрономического контента.

Конкурсные материалы были поделены на пять категорий: полнокупольный естественнонаучный фильм; клип для планетариев; программы с полнокупольной визуализацией; выступление ученого с полнокупольной визуализацией; музыкальное шоу.

Среди полнокупольных естественнонаучных фильмов по астрокосмической тематике выделяются такие фильмы:

- **“Черные дыры – путешествие в неизвестность”** (производство Планетария Мельбурна и Музея Виктории, Австралия) – исследование таинственного мира черных дыр, начиная с экстраординарной идеи конца 1800-х гг. до наших дней;

- **“8 чудес Млечного Пути”** (производство Индии) – представлены виды каждой из планет Солнечной системы – от раскаленного Меркурия до застывшего Нептуна, чтобы зритель почувствовал их уникальность и красоту;

- **“Планеты, путешествие по Солнечной системе”** (производство Планетария Сент-Этьен, Франция) – показаны пейзажи планет Солнечной системы, процесс их образования и эволюции, полет над поверхностью Марса, в облаках Юпитера и кольцах Сатурна;

- **“Созвездия”** (производство Общества сферического кино, Россия) – захватывающее путешествие в глубины Вселенной, на шаг приближающее зрителя к пониманию загадок космоса;

- **“В космос и обратно”** (компания “Скай Скэн” при участии Института Франклина, США) – история исследования космоса, ставшего частью повседневной жизни человека;

- **«Тайны “живого” космоса»** (производство КПЦ им. В.В. Терешковой, Ярославль) – убедительно показано, что все случаи появления НЛО можно объяснить с точки зрения науки.

Интерес вызвали полнокупольные фильмы по астрономии для детей: **“Первые на Марсе”** (производство Нижегородского планетария) – юных любознательных героев волнует важный вопрос: “Есть ли жизнь на Марсе?” Чтобы выяснить это, ребята отправляются в захватывающее виртуальное путешествие; **“Слепой со звездными глазами”** (производство

Планетария Сент-Этьен, Франция) – сказка о мудреце, тиране и о том, как звезды помогают наладить отношения между людьми, а также направить людей к знаниям; **“Самая длинная ночь”** (производство Планетария Морхеда и Научного центра в Университете Северной Каролины, США) – сказка, в которой рассматривается понятие зимы как времени отдыха для Земли перед ее возрождением весной; **“Наклон оси”** (производство Планетария Мельбурна и Музея Виктории, Австралия) – поучительная история о том, почему на нашей планете есть разные времена года и что может случиться, если наклон оси Земли исчезнет.

Участникам Фестиваля запомнились яркие, эмоционально насыщенные научно-популярные лекции с полнокупольной визуализацией сотрудников ГАИШ МГУ. Доктор физико-математических наук А.В. Засов при участии сотрудников Планетария Культурного центра Вооруженных Сил Российской Федерации (Москва) выступил с лекцией **“Галактика, в которой мы живем”**, где речь идет о нашей Галактике, в которой находятся Солнце и миллиарды других звезд. Кандидат физико-математических наук В.Г. Сурдин прочитал лекцию **“Телескопы на Земле и в космосе”**,



Профессор А.В. Засов отвечает на вопросы в Звездном зале. 21 октября 2013 г.

в которой показал, как телескопы за 400 лет расширили наши знания о Вселенной и способствуют защите Земли от космических угроз.

Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (Калужский планетарий) и ярославский Культурно-просветительский центр показали программы для планетариев с полнокупольной визуализацией **“Приключения капельки воды”** – учебная программа для младших школьников о круговороте воды в природе, о движении воды на нашей планете; **“Под звездным небом Ярославля”** – прогулка по небу, великолепие которого можно наблюдать в Ярославле в разные времена года.

Из короткометражных фильмов и клипов для планетариев, посвященных исследованию и освоению космоса, обратили на себя внимание фильмы **“Непрекращающаяся ночь”** (производство компании “Скай Скэн”, США) – знакомство с самыми большими телескопами Европейской Южной Обсерватории в Мауна-Кеа (Гавайи), зритель убеждается в силе научного открытия; **“AN.TA.LU (затмение)”** (производство Планетария Культурного центра Вооруженных Сил Российской Федерации, Москва) – музыкальное шоу, основанное на реконструкции реального астрономического явления, наблюдавшегося более 2,5 тысячелетия назад; **“Спутник”** и **“Гагарин”** (производство Нижегородского планетария) созданы к 55-летию запуска первого в мире искусственного спутника Земли и 50-летию полета в космос Юрия Гагарина (в видеоряде использованы заголовки и первые страницы советских газет того времени).

В эти дни прошли творческие встречи, на которых были организованы мастер-классы по независимому коммерческому созданию и дистрибуции полнокупольного контента, разработке художественного решения и ведению рабочего проекта полнокупольной программы, производствен-



В кулуарах Фестиваля: директор компании "Свенсонс АРТ МЕДИА" А.В. Лобанов, заведующая планетарием в "Лыткаринском историко-краеведческом музее" М.Н. Казанцева. 22 октября 2013 г.

ному процессу создания компьютерной графики сверхвысокого разрешения и реализации задач научной визуализации в полнокупольной программе. Их проводили Я.В. Губченко, А.С. Шилова, А.А. Потехин, В.С. Перминов (Общество сферического кино, Россия), М. Райт, Ж. Наера, Р. Крэндон,

Т. Кэмерон (Исследовательская лаборатория, Уэльс, Великобритания). Историю круговой кинопанорамы на ВВЦ рассказали А.А. Котомина ("Круговая кинопанорама", ГБУК "Московское кино", Москва), о создании малых творческих групп для решения уникальных задач в планетарии – А.В. Сербер (Ниже-

городский планетарий). В творческих дискуссиях наибольший интерес вызвали конструктивные замечания доктора физико-математических наук Н.Н. Самуся (ГАИШ МГУ – ИНАСАН) и кандидата физико-математических наук О.С. Угольникова (ИКИ РАН).

Представим номинации и лауреатов фестиваля "Отражение Вселенной": **Популярная лекция в планетарии с полнокупольной визуализацией.** Лауреаты 1-й премии – доктор физико-математических наук, профессор МГУ А.В. Засов ("Галактика, в которой мы живем"), кандидат физико-математических наук В.Г. Сурдин ("Телескопы на Земле и в космосе").

Клип для планетариев.

Лауреат 1-й премии – компания "Скай Скэн", США ("Непрекращающаяся ночь").

Лауреат 2-й премии – Большой новосибирский планетарий ("Родная звезда").



Награды Фестиваля "Отражение Вселенной".

На закрытии Фестиваля: Председатель совета директоров "Аэрокосмические системы и технологии" В.И. Плакида, вице-президент Благотворительного фонда им. В.В. Терешковой Е.А. Терешкова и летчик-космонавт России Ю.В. Лончаков. 23 октября 2013 г.

Лауреат 3-й премии – Нижегородский планетарий ("Забвение").

Музыкальное шоу в планетарии с полнокупольной визуализацией.

Лауреат 1-й премии – Ральф Хейнсон Артвокс, Германия ("Синкод 360").

Фильм естественнонаучной направленности.

Лауреат 1-й премии – компания "Скай Скэн", США ("В космос и обратно").

Лауреат 2-й премии – компания "Софтмашин", Германия ("Тайны Деревьев. Удивительные приключения Долорес и Майка").

Лауреат 3-й премии – Планетарий Сент-Этьен, Франция ("Слепой со звездными глазами").

Награды лауреатам вручали летчик-космонавт Герой России Ю.В. Лончаков, Е.А. Терешкова (дочь В.В. Терешковой) – вице-президент Благотворительного



фонда им. В.В. Терешковой, руководители города Ярославля и Ярославской области. Вечером 23 октября состоялись экс-

курсия по историческому центру тысячелетнего Ярославля и набережной Волги, а также экскурсия в музей "Космос" в селе



Лауреат Фестиваля директор Большого новосибирского планетария С.Ю. Масликов во время вручения наград. 23 октября 2013 г.

Никульском, где родилась первая в мире женщина-космонавт.

В последние годы подобные фестивали проводятся по всему миру. Однако именно форум "Отражение Вселенной", несомненно, послужил творческим импульсом к созданию современных студий по производству учебных и научно-популярных медиа-продуктов для российских пла-

нетариев. Он расширил сферу деятельности планетариев, открыл новые возможности для популяризации науки, привлек внимание всех социальных групп населения, в том числе молодежи, к космическим и астрономическим исследованиям. Фестиваль "Отражение Вселенной" предполагается проводить в России раз в два года при участии Ас-

социации планетариев России, Международного общества планетариев и других российских и зарубежных организаций.

Е.Н. ТИХОМИРОВА,
заведующая отделом
"Планетарий"

И.Н. ТРОФИЛЕВА,
директор Культурно-просветительского центра
им. В.В. Терешковой
Фото А.А. Попова

Информация

Новый полет к Марсу

18 ноября 2013 г. с космодрома на мысе Канаверал стартовала РН "Атлас-5" с американской АМС "MAVEN" (Mars atmosphere and volatile evolution – эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе). Это 45-й полет межпланетных станций к Красной планете начиная с запуска в ноябре 1962 г. советской "Марс-1". Цели путешествия новой станции – определить плотность атмосферы Марса в прошлом, узнать, содержала ли она воду и причины

изменения климата. 22 сентября 2014 г. АМС должна выйти на эллиптическую орбиту вокруг Марса высотой 150×6200 км (см. стр. 2 обложки, сверху). Исследования рассчитаны на год, но ресурс – до 2023 г. ИСМ "MAVEN" обеспечит связь с марсоходами "Оппортюнити" и "Кьюриосити", с 2016 г. будет ретранслировать данные с посадочного аппарата "Инсайт" ("In-Sight"), с 2018–2020 гг. – с марсоходов "ЭкзоМарс" (ESA) и "Кьюриосити" второго поколения.

АМС "MAVEN" создана корпорацией "Lockheed Martin". Размеры станции – $2 \times 2,3 \times 2,3$ м (размах панелей солнечных батарей – 11,43 м), масса – 2454 кг, в том числе масса топлива – 1645 кг и масса бортовых систем и научной аппаратуры – 809 кг, мощность вырабатываемой электроэнергии – 1,13 кВт.

Радиокomплекс "Электра" с помощью радиантенны высокого усиления передает информацию на Землю со скоростью до 10 Мбит/с.

Научную программу и приборы подготовили ученые Университета Колорадо, Лаборатории атмосферной и космической физики Университета Беркли, Космического центра им. Р. Годдарда. АМС "MAVEN" предстоит исследовать атмосферу и климат Марса, текущее состояние его верхних слоев, ионосферу и взаимодействие с солнечным ветром; определить роль летучих веществ (CO_2 , N_2 и H_2O), темпы потерь атмосферы, а также факторы, влияющие на этот процесс. Кроме того, ее приборы регистрируют газовый состав хвоста кометы Макнота C/2013 A1, которая пролетит 19 октября 2014 г.

на расстоянии 110 тыс. км от Марса.

На АМС “MAVEN” установлено восемь самых современных приборов, входящих в три комплекта:

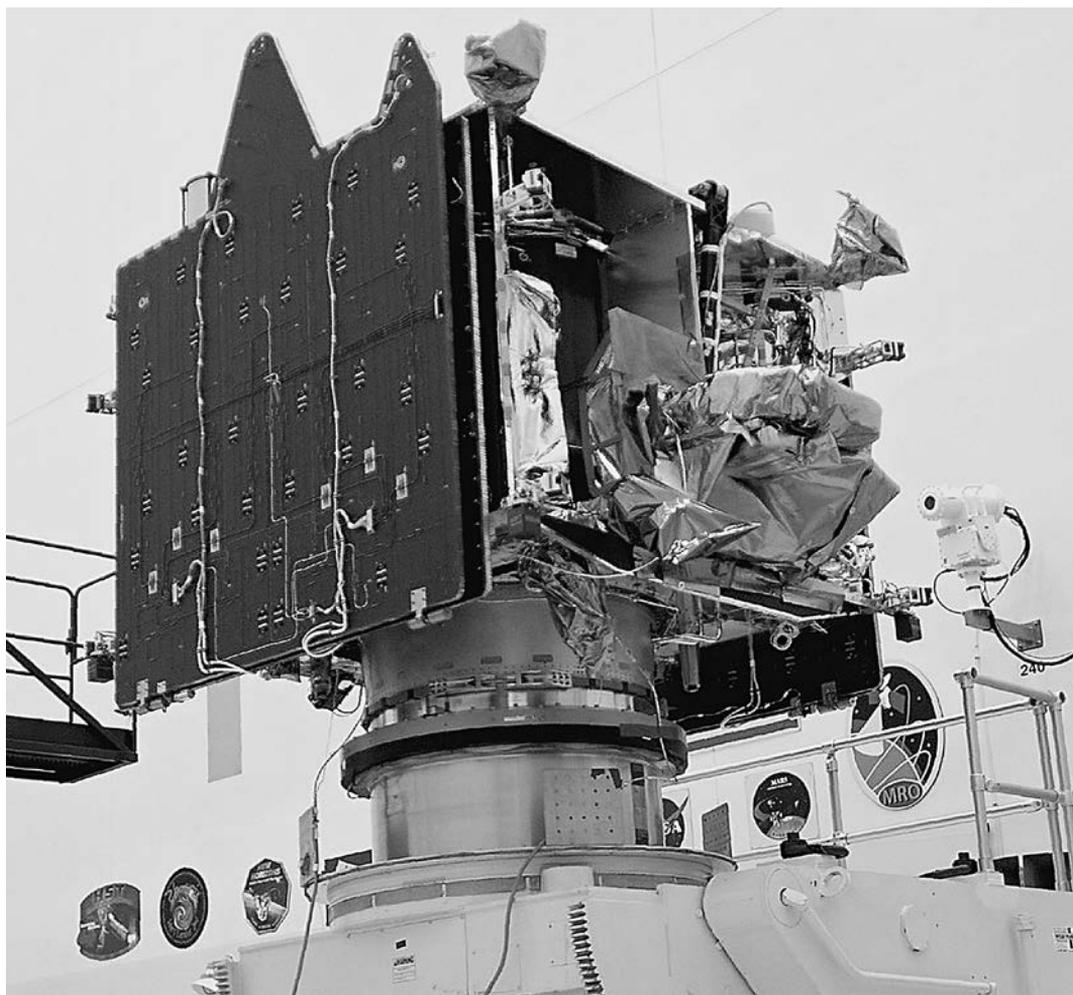
– “Изучение частиц и полей” (три анализатора ионов и электронов солнечного ветра, датчик солнечных высокоэнергетических частиц, два индукционных магнитометра),

– “Дистанционная регистрация характеристик верхних слоев атмосферы и ионосферы” (ультрафиолетовый спектрометр),

– “Определение изотопного состава атмосферы” (нейтральный и ионный масс-спектрометры).

На каждом витке в перигеуме станция будет опускаться до верхней атмосферы Марса, делая замеры газа

и ионов, иногда на высоте 100 км над планетой. В апоцентре она будет регистрировать спектры ионосферы в ультрафиолетовом диапазоне. Ученые считают, что использование детальных и глобальных методов исследований прояснят эволюцию верхних слоев марсианской атмосферы. Предполагается узнать, каким образом и почему марсианский климат,



Американская АМС “MAVEN” в Космическом центре им. Дж. Кеннеди на космодроме Канаверал. Фото NASA/JPL.



Размещение научного оборудования и бортовых систем на АМС "MAVEN". Рисунок NASA/JPL.

теплый и влажный более 3 млрд лет назад, стал холодным и сухим. По словам профессора Университета штата Колорадо Б. Джакоски, изначально атмосфера Марса была настолько плот-

ной, что на его поверхности находились обширные водоемы. До сих пор неизвестно, что привело к таким разительным переменам. Вероятнее всего, это солнечный ветер, который на протяже-

нии сотен миллионов лет постепенно "разъедал" атмосферу, чему способствовало слабое магнитное поле Марса.

Пресс-релиз NASA,
18 ноября 2013 г.

Воспоминания о будущем

В.Г. АЛИЕВ,
доктор технических наук
Заместитель генерального конструктора РКК “Энергия”,
участник разработки и обеспечения полета орбитального
корабля “Буран”

С космодрома “Байконур” 25 лет назад стартовала ракета-носитель (РН) “Энергия” сверхтяжелого класса с орбитальным кораблем (ОК) “Буран” (Земля и Вселенная, 1989, № 2). Как оказалось, это был первый и последний старт ракетно-космического комплекса системы “Энергия – Буран”. Орбитальный полет нашего космического челнока, по мнению специалистов, опередил свое время. Отечественная космонавтика, да и вообще вся промышленность Советского Союза, до запуска “Бурана” не знала столь грандиозных проектов. В его осуществлении участвовали десятки научно-исследовательских институтов и предприятий, более 2 млн человек.

ОТ ПРОЕКТА ДО ИСПЫТАНИЙ

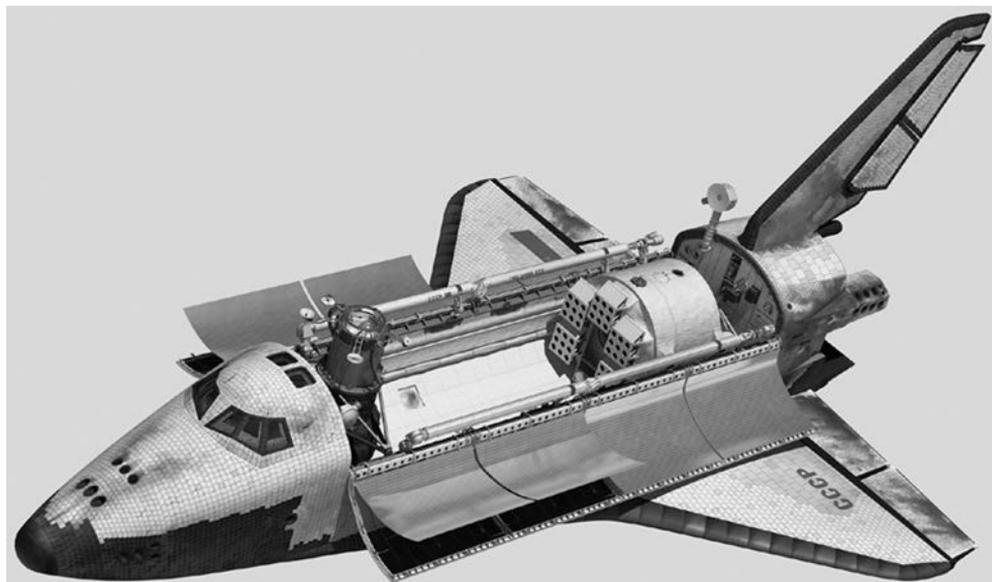
Многоразовая космическая система (МКС) “Энергия – Буран” состояла из ОК “Буран”, РН “Энергия”, наземной инфраструктуры подготовки к запуску, старта, управления полетом и посадкой корабля, его послеполетного обслуживания. Такая сложная система стала результатом творческого труда и самоотдачи тысяч ученых, инженеров, конструкторов и рабочих.

Работы по проекту МКС “Энергия – Буран” начались в 1974 г. в рамках

комплексной программы НПО “Энергия”. Возглавляли их генеральный конструктор НПО “Энергия” академик В.П. Глушко и его заместитель доктор технических наук И.Н. Садовский – первый главный конструктор МКС “Энергия – Буран”. Заместителем главного конструктора по ОК “Буран” назначили П.В. Цыбина, по РН – Я.П. Коляко.

МКС первоначально задумывалась в основном как система оборонного назначения – ответ на планировавшееся применение в военных целях орбитальных кораблей американской многоразовой транспортной космической системы “Спейс Шаттл” (Земля и Вселенная, 1999, № 2). Тактико-техническое задание на разработку МКС было выдано 8 ноября 1976 г.

Напомним основные характеристики ОК “Буран”: длина – 36,4 м, размах крыла – 24 м, стартовая масса – до 105 т. Корабль оснастили, в частности, двигательной установкой с двумя двигателями орбитального маневрирования, двигателями управления, причаливания и ориентации, комплексом бортового управления с троированной универсальной БЦВМ, системами электроснабжения и жизнеобеспечения, бортовым радиотехническим комплексом, системой бортовых измерений.



Общий вид ОК "Буран" с открытым отсеком полезного груза. Рисунок РКК "Энергия" им. С.П. Королёва.

Эксплуатационный ресурс ОК "Буран" был рассчитан на 100 полетов (суммарно, в пилотируемом и автоматическом вариантах).

Корабль стал принципиально новым космическим аппаратом, при создании которого был использован весь накопленный опыт разработки и эксплуатации ракетно-космической и авиационной техники. Его важные особенности: высокое аэродинамическое качество на всех режимах полета, достигаемое за счет использования в конструкции самолетной схемы (в отличие от кораблей "Союз"); теплозащитное покрытие (ТЗП), обеспечивающее требуемые температурные условия при прохождении верхних слоев атмосферы во время спуска с орбиты; возможности маневрирования при спуске в широком диапазоне параметров; большой объем грузового отсека (350 м³) и кабины экипажа (73 м³). К поверхности планера ОК "Буран" с высокой точностью прикрепили 39 тыс. плиток ТЗП, общая масса которых составляла около 9 т (они выдерживали температуру до 1600 °С при торможении в атмосфе-

ре, были выкроены индивидуально под соответствующий участок поверхности планера). Уникальная технология их установки требовала большой тщательности.

Универсальную РН "Энергия" сверхтяжелого класса (стартовая масса – около 2400 т, суммарная тяга при старте – 3600 тс, высота – 56 м, диаметр – 16 м) выполнили по двухступенчатой пакетной схеме. Она была способна вывести на низкую околоземную орбиту более 100 т полезного груза. Ракета-носитель состояла из четырех ракетных блоков первой ступени, оснащенных кислородно-керосиновыми четырехкамерными двигателями РД-170 тягой по 740 тс на уровне земли (предполагалось создать блоки 10-кратного использования с "мягкой" посадкой на Землю с помощью парашютно-реактивной системы посадки) и центрального ракетного блока второй ступени, оснащенного четырьмя кислородно-водородными двигателями РД-0120 тягой по 155 тс на уровне земли. На центральном ракетном блоке использовалось боковое крепление выводимых на ор-



Многоразовая космическая система "Энергия – Буран" на стартовой площадке № 110 космодрома Байконур. Октябрь 1988 г. Фото НПО "Энергия".



Транспортировка ОК "Буран" с помощью самолета Ан-225 "Мрия". 1986 г. Фото НПО "Энергия".

биту грузов (ОК, грузового транспортного контейнера с космическими объектами) и четырех ракетных блоков первой ступени.

В 1982 г. работы возглавили назначенный главным конструктором ОК "Буран" доктор технических наук Ю.П. Семёнов – первый заместитель генерального конструктора НПО "Энергия" и его заместитель В.А. Тимченко. Созданием МКС "Энергия – Буран" и РН "Энергия" с 1983 г. руководили первый заместитель генерального конструктора НПО "Энергия" доктор технических наук Б.И. Губанов, назначенный главным конструктором МКС и РН, и его первый заместитель И.Н. Садовский. Общее научно-техническое руководство работами по проекту осуществлял Генеральный конструктор, председатель Совета главных конструкторов по системе "Энергия – Буран" академик В.П. Глушко.

Разработку и обоснование вариантов программ полета ОК, в том числе его первого испытательного полета,

и обеспечение их реализации осуществлял коллектив комплексного проектного отдела, который возглавлял Б.И. Сотников. Его ближайшими соратниками были заместитель начальника отдела, начальник сектора В.Г. Алиев, начальники секторов Ю.М. Фрумкин, Ю.М. Лабутин, А.А. Калашьян, В.Ф. Садовый.

Программа первого полета ОК "Буран" неоднократно и скрупулезно обсуждалась на уровне разработчиков и в высоких государственных инстанциях, прежде всего на заседаниях Межведомственной оперативной группы. До 1987 г. эту группу возглавлял министр общего машиностроения О.Д. Бакланов, затем – новый министр В.Х. Догужиев, назначенный и председателем Государственной комиссии по проведению пуска. Рассматривались два варианта испытательного полета корабля "Буран" в автоматическом режиме: трехсуточный и двухвитковый. Приняли вариант двухвиткового полета, который не требовал увеличения объе-

ма экспериментальной отработки и в то же время позволял решить основную задачу – выполнить полет на этапах выведения, орбитального движения, спуска в атмосфере и посадки на посадочную полосу аэродрома “Юбилейный”. Летные экземпляры кораблей “Буран” доставлялись на Байконур с помощью транспортных самолетов Ан-225 “Мрия”.

После докладов 26 октября 1988 г. о готовности ОК “Буран”, РН “Энергия”, стартового и полигонного измерительного комплексов, Центра управления полетом, средств связи и пусковых расчетов, аэродрома “Юбилейный” к посадке ОК, учитывая благоприятный метеопрогноз, Государственная комиссия приняла решение о запуске комплекса РН с ОК, который должен был состояться 29 октября 1988 г. Подготовка к старту прошла успешно. Однако за 51 с до команды “контакт подъема” запуск отменили из-за несвоевременного отвода платы системы азимутального наведения РН. После устранения замечаний и повторного подтверждения готовности было решено провести повторную предстартовую подготовку и запуск 15 ноября 1988 г.

БЕЗОГОВОРочНАЯ ПОБЕДА

Предстартовая подготовка началась за 11 ч до старта. Работы велись без замечаний, все бортовые системы ОК “Буран” и РН “Энергия” функционировали штатно. Около часа ночи получили сообщение об ухудшении метеоусловий. Увеличивалась облачность, шел снег, порывы ветра достигали 20 м/с. Состоялось экстренное заседание Государственной комиссии, на котором по рекомендации первого заместителя генерального конструктора НПО “Энергия”, главного конструктора ОК “Буран” Ю.П. Семёнова и главного конструктора планера ОК “Буран”, генерального конструктора НПО “Молния” Г.Е. Лозино-Лозинского было решено продолжать подготовку к пуску.

15 ноября 1988 г. в 6 ч 02 с по московскому времени РН “Энергия” с ОК

“Буран” стартовала с космодрома Байконур. “Буран” в полностью автоматическом режиме полета совершил два витка вокруг Земли. Спустя 206 мин на мониторах в Центре управления полетом наконец-то возник приземляющийся корабль. Инженерное воплощение схемы возвращения, ее техническое изящество до сих пор вызывает волнение и восторг, и не только у специалистов. Корабль спустился с орбиты высотой 251 × 263 км и, выполнив в автоматическом режиме все посадочные маневры, вышел точно на посадочную полосу аэродрома “Юбилейный”. Он “пробежал” 1620 м и остановился в 9 ч 24 мин 42 с по московскому времени практически в ее середине, с боковым отклонением всего 3 м, продольным – 10 м. Нашу “птичку” лишь на заключительном участке приземления сопровождал самолет-истребитель МиГ-25. Его пилотировал заслуженный летчик-испытатель М.О. Толбоев, входивший в отряд космонавтов-испытателей по программе “Энергия – Буран”.

Это была победа! Абсолютная и очевидная демонстрация высочайшего уровня отечественной космонавтики!

НОВАЯ ОТРАСЛЬ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Теперь уже общеизвестен факт, что в создании ОК “Буран” приняли участие 1206 предприятий и организаций почти всех отраслей отечественной промышленности, около 100 министерств и ведомств, были задействованы крупнейшие научные и производственные центры страны. К уже сложившейся космической добавилась многочисленная кооперация авиационной промышленности. Так была организована отечественная аэрокосмическая отрасль. В 1976 г. главным разработчиком планера ОК стало специально образованное НПО “Молния”. Его возглавил доктор технических наук Г.Е. Лозино-Лозинский, в 1960-х гг. – руководитель проекта многоцветной авиационно-космической системы “Спираль”, в 1990-х гг. – проекта многоцветной авиационно-космической систе-



Старт РН "Энергия" с ОК "Буран". Космодром Байконур. 15 ноября 1988 г. Фото НПО "Энергия".

мы "МАКС" (Земля и Вселенная, 2000, № 6; 2001, № 3). Огромна роль коллектива НПО "Молния" и его руководителя, а также коллективов предприятий

авиационной промышленности, включая Летно-испытательный институт им. М.М. Громова (А.Д. Миронов, К.К. Васильченко, А.А. Манучаров), КБ "Марс"



Посадка ОК "Буран" на аэродром "Юбилейный". Сопровождал приземление самолет-истребитель МиГ-25. 15 ноября 1988 г. Фото НПО "Энергия".

(А.С. Сыров), Экспериментальный машиностроительный завод им. В.М. Мясищева (В.К. Новиков), Тушинский машиностроительный завод (С.Г. Арутюнов) и многие другие коллективы, без слаженной работы которых создание авиационных систем и планера ОК было бы невозможно.

Нельзя забывать роль головного разработчика ОК "Буран" – НПО "Энергия". Коллектив предприятия блестяще справился с поставленной задачей. После триумфального полета "Бурана" ожидалось продолжение работ. Изготавливали второй экземпляр ОК, завершалась сборка третьего с улучшенными техническими характеристиками. Расходы на программу к началу 1992 г. составили 16,4 млрд руб.

Однако государственные реформы 1990-х гг. сделали практически невозможным в тот период движение к новейшим знаниям и технологиям. В 1992 г. Российское космическое агентство прекратило работы по программе "Энергия – Буран". На космо-

дроме "Байконур" сохранились монтажно-испытательный корпус, стартовая площадка №110 и стенд-старт РН "Энергия". Единственного летавшего в космос ОК "Буран" №1Л мы лишились в 2002 г. при обрушении крыши монтажно-испытательного корпуса на космодроме, где он хранился вместе с новой РН "Энергия". В ходе работы над проектом "Энергия – Буран" изготовили девять макетов ОК для динамических, электрических, аэродромных и прочих испытаний. После закрытия программы эти макеты были оставлены на хранение соответственно в РКК "Энергия" им. С.П. Королёва, НПО "Молния" и других организациях-соисполнителях, где с ними проводились соответствующие работы в период реализации проекта.

НА СЛУЖБЕ ЧЕЛОВЕЧЕСТВУ

При конструировании ОК "Буран" и его систем были успешно реализованы технические решения, не имеющие



Стартовая площадка № 110 для РН “Энергия” на космодроме Байконур. 2008 г. Фото РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

аналогов в мировой практике. Новые системы и технологические процессы, конструкционные материалы, оборудование и теплозащитные покрытия предполагалось внедрить в народное хозяйство страны. В итоговом документе, подготовленном НПО “Энергия”, были сведены предложения и рекомендации по использованию в промышленности 580 инноваций, ожидаемый экономический эффект от внедрения которых оценивался суммой около 2,65 млрд рублей (в ценах 1989 г.).

Эти инновации и сегодня вызывают заслуженное уважение к создателям системы “Энергия – Буран”. Перечислим их:

- 103 разработки систем, приборов и устройств, среди которых система автоматической посадки самолетов;

- 76 новых видов конструкционных материалов, в том числе композиционных;

- 27 теплозащитных, теплоизоляционных и специальных видов материалов (включая высокотемпературные эластичные материалы, теплоотражающие и жаростойкие покрытия, теплостойкие и электропроводящие клеи);

- 143 различных способа и методик (в том числе программно-математическое обеспечение, например комплекс программ к высокоточным станкам с ЧПУ и комплекс программ с математической моделью капиллярных гидродинамических устройств);

- 143 технологических процесса, включая технологии испытания изделий и сборок на герметичность, производства листов и плит, композиций “алюминиевые сплавы – коррозионно-стойкие стали”;

- 46 стендов, экспериментальных установок и устройств, в том числе комплекс летающих и передвижных лабораторий, акустическая ревербера-

ционная камера, электрогидравлические и вибрационные стенды;

– 32 медико-технические разработки, среди которых методические материалы для службы радиационной безопасности;

– 6 разработок криогенной и высокотемпературной техники (включая оборудование и метод транспортировки и долговременного хранения криогенных жидкостей в больших объемах, арматуру криогенных систем);

– 5 видов специальных средств транспортировки, в частности средства транспортировки грузов на внешней подвеске одного и двух вертолетов, средства погрузки/разгрузки самолета ЗМТ.

Трудно оценить, что из перечисленного, когда, где и кем было внедрено. Практикой подтверждается применение новаций, созданных для корабля “Буран”, в таких отраслях, как авиостроение, судостроение, автомобилестроение, приборостроение, атомная энергетика, медицина, черная и цветная металлургия, а также в сред-

ствах высокоинформативной связи, бытовой технике и коммунальном хозяйстве.

Основные технические и эксплуатационные характеристики РН “Энергия” и сегодня лучшие по сравнению с реализованными в мире проектами аналогичных средств выведения. Коэффициент массы выводимого полезного груза около 4,2% от стартовой массы ракеты-носителя, что существенно выше, чем у современных и даже некоторых вновь разрабатываемых отечественных РН среднего и тяжелого классов.

Полет ОК “Буран” приблизил многие результаты реализации космических проектов к нуждам землян. И четверть века остается источником оптимизма, уверенности и надежды на новые свершения, показателем огромного творческого и интеллектуального потенциала. Это символ веры в завтрашний день отечественной космонавтики и воспоминание о ее будущем.



Один из сохранившихся экземпляров ОК “Буран”. Музей космодрома Байконур. 2010 г. Фото РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

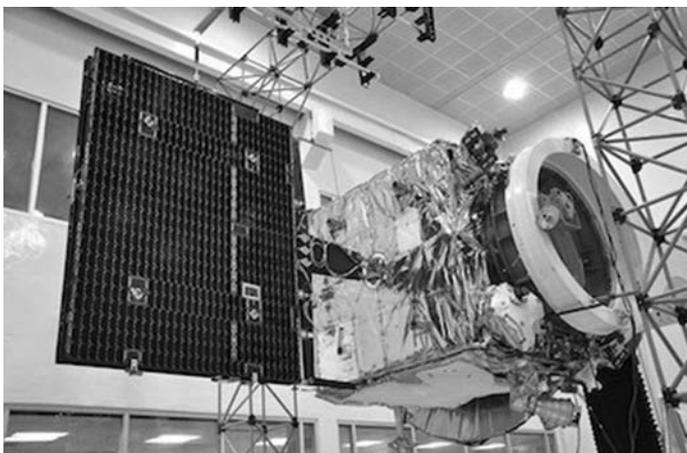
Запуск индийской АМС к Марсу

5 ноября 2013 г. из индийского космического центра им. С. Джавана стартовала РН “PSLV C-25” с индийской АМС “Мангальян” (“Mangalyaan”, “Mars Orbiter Mission”), созданной Индийской организацией космических исследований (ISRO). В течение месяца станция выполнила несколько маневров около Земли для повышения эллиптической орбиты с апогеем высотой 192 тыс. км, затем 1 декабря направилась к Марсу. АМС массой 1350 кг предстоит преодолеть около 750 млн км, прежде чем в сентябре 2014 г. она станет искусственным спутником Марса.

На долю научной аппаратуры “Мангальяна” приходится лишь 15 кг: два прибора для обнаружения метана и анализа состава верхних слоев атмосферы, инфракрасный спектрометр, фотометр для измерения концентрации водорода и дейтерия



Старт РН “PSLV C-25” с индийской АМС “Мангальян” на борту. 5 ноября 2013 г. Фото ISRO.



АМС “Мангальян” в монтажно-испытательном корпусе Космического центра им. С. Джавана. Фото ISRO.

в экзосфере и цветная камера.

В течение года ИСМ будет исследовать минеральный состав поверхности Марса и свойства его атмосферы, собирать данные о метеорологических условиях и искать ответ на вопрос, что случилось с водой, которая когда-то присутствовала на этой планете в больших количествах. Кроме того, он будет искать в марсианской атмосфере следы метана.



Пресс-релизы ISRO, 5 ноября и 1 декабря 2013 г.

АМС "Мангальян" на орбите искусственного спутника Марса. Рисунок ISRO.

Информация

Рекордный гамма-всплеск

19 февраля 2014 г. астрофизики Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе РАН обнаружили самый яркий (по пиковому потоку)

и самый жесткий (по спектру) за последние 20 лет гамма-всплеск GRB 140219A длительностью 2,5 с. Гамма-всплеск зарегистрирован с помощью прибора "Конус", установленного на американском ИСЗ "WIND", который успешно работает уже почти 20 лет.

Короткие гамма-всплески обычно связывают со слияниями нейтронных звезд. Однако после яркого пика

наблюдалось излучение меньшей интенсивности. Длительность всего события составила почти полминуты. Такие всплески принято связывать с особым типом сверхновых. К сожалению, обнаружить вспышку или послесвечение в видимом диапазоне пока не удалось.

Пресс-релиз ФТИ
им. А.Ф. Иоффе РАН,
24 февраля 2014 г.

Эволюция представлений о целесообразном размещении астрономических сооружений

К.В. ИВАНОВ,
доктор исторических наук
Институт истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН

Астрономия не только как строгая научная дисциплина, но многовековая практика наблюдений за движением светил всегда была необходима для решения практических задач и для поддержания символических ценностей той или иной нации, державы, цивилизации. С одной стороны, астрономия – надежный инструмент ориентирования во времени и пространстве. С другой – предоставляемые ею средства наблюдения и измерения неизбежно насыщаются смыслами, выходящими за пределы того, что принято называть наукой. Например, календарь – изобретение, позволившее согласовать человеческую деятельность с природными ритмами, – одновременно является носителем идеологии, укорененной в последовательности праздников. Географические карты помимо практической ценности несут в себе функцию сертификации права владения той или иной территорией. Эта особенность астро-

номии отразилась на многих аспектах ее формирования и развития. Автор анализирует только один из них, связанный с особенностями размещения астрономических сооружений.

С функциональной точки зрения астрономия нуждается в выборе места, благоприятного для проведения астрономических наблюдений. Главное и необходимое условие в данном случае – открытый горизонт. (Автор не рассматривает астроклимат.) В этом смысле появление внеатмосферной астрономии можно считать революционным событием, позволившим астрономии, повторяя слова Казимира Малевича, “выпрыгнуть из круга горизонта”. Однако было еще одно не менее важное условие. Астрономические сооружения должны были находиться вблизи обслуживаемых ими культурных центров, деятельность которых не всегда благоприятствовала проведению качественных наблюдений. Эта пробле-



Здание Кунсткамеры, где на высоте 16 м располагалась астрономическая обсерватория Петербургской Академии наук, построенное в 1735 г.

ма осознавалась издревле. Так, судя по данным археологических раскопок, место для астрономических наблюдений выбиралось на возвышении вблизи поселений. В соответствии с нормами древних культур ему придавался особый сакральный статус. Такая особенность организации астрономического пространства прослеживается в течение многих столетий.

Постройка в России первых астрономических обсерваторий, инициированная реформами Петра I, приходится на время постепенного отказа от индивидуального поощрения научных исследований со стороны крупных “сеньоров”, или “патронов” (для Галилея это был Косимо Медичи, для Кеплера – Рудольф II). Вместо этого возникают проекты государственной поддержки науки как обязательного условия формирования крупных колониальных держав. Однако ценности сеньориаль-

ной культуры все еще оставались значимыми. Зрелищность первых научных экспериментов вполне сочеталась с куртуазным образом жизни придворного общества. Незадолго до этого изобретенный телескоп вполне вписывался в ряд экзотичных вещей, и первоначальная близость астрономии к салонной культуре была вполне естественной. Характерно в этом отношении восторженное восклицание Павла I, посетившего в конце XVIII в. недавно отстроенную Вильнюсскую обсерваторию: “*Quel salon, quel salon!*”¹. Не стоит удивляться, что первое крупное российское астрономическое учреждение возникло в одном архитектурном комплексе с Кунсткамерой – как ее естественное дополнение. Обсерватория имела вид высокой башни. Это был самый простой способ увидеть открытый горизонт в крупном городе. По тако-

¹ Каков салон, каков салон!



Обсерватория в Копенгагене, сооруженная в 1642 г.

му же образцу были построены многие первые европейские обсерватории, например Копенгагенская.

По мере укрепления империи возникла потребность в обладании подробными и точными картами и, соответственно, возросли требования к проведению возможно более точных позиционных наблюдений, на основе которых составлялись каталоги звезд. Высокие башни были не самым лучшим подспорьем для этой цели. Уже во второй половине XVIII в. начинают высказываться мнения о том, что шаткая башня Кунсткамеры, в которой на высоте 16 м были расположены астрономические инструменты, не может обеспечить необходимой точности наблюдений. По-видимому, тот же самый вывод был сделан в отношении Копенгагенской башни. Еще датский астроном О. Рёмер, заметив невыгодность места ее постройки для наблюдений, стал

проводить исследования у себя дома. Н.И. Попов, прошедший в обсерватории Кунсткамеры долгий двадцатилетний путь от ученика до профессора, отмечал, что “стены башен и полы их, как бы оне крепки не были, положение свое не всегда одно и то же имеют, но от разных внешних приключений оное переменяют”. М.В. Ломоносов тоже упоминал о “переменных шатаниях высокого строения”. Берлинский астроном Иоганн Бернулли, рассказывая о своем осмотре в 1778 г. Петербургской обсерватории, тоже писал, что “благодаря высоте здания едва ли можно требовать от... инструментов той точности, какую они должны дать, так как малейшее сотрясение, опускание здания или столба уже оказывает заметное влияние”. Наконец, французский путешественник Форсиа де Пиль писал по поводу Петербургской обсерватории: “Добавим к этим уже многочисленным замечаниям, что при выстреле пушки в крепости [имеется в виду Петропавловская крепость – К.И.] вся постройка [обсерватории – К.К.] сотрясается”.

Первым, кто попытался радикальным образом реформировать устаревшие принципы организации работы академической обсерватории, был приглашенный из Германии молодой и способный астроном А.Н. Гришов, назначенный в 1751 г. директором Петербургской обсерватории. (В его проектах намечается стратегия, получившая развитие в деятельности В.Я. Струве; Земля и Вселенная, 1999, № 2.) Два проекта Гришова (они так и не были воплощены) определяют для обсерватории новое местоположение, главными чертами которого становятся ландшафтное доминирование и строгая ориентация относительно сторон горизонта. В проектах Гришова обсерватория, ее окна и люки были ориентированы строго по полуденной линии. Она должна была представлять собой двухэтажное здание с пристройками из двух флигелей. Инструменты, находя-

щиеся на втором этаже, предполагалось крепить на каменных столбах, не связанных со зданием, так, чтобы изменение его положения не могло привести к смещению инструмента.

Для новой обсерватории Гришов искал такой участок, чтобы *“не токмо весь меридиан от юга на север [был] отверст, но и прочие к обсервованию по большей части надобные небесные страны не закрыты”*. Важной для него оставалась и территориальная близость к зданию Академии. Он не решился вынести обсерваторию за черту города и рассматривал ее как часть архитектурного комплекса других академических учреждений: *“Что, наконец, касается до места, на котором бы можно было построить сию новую обсерваторию, то я не нашел близко других академических домов способного под обсерваторию места; прилежнейше осматривал и наведывался инде где о таком способнейшем месте, а как напоследок не мог я найти никакова лучшего и к сему намерению способнейшего места, кроме того порожнего места, которое лежит по Кадетской линии, напротив Первой, на Васильевском острову, по конец Кадетского корпуса, между забором Кадетского саду и каналом, насупротив Большой першпективы”*. Проекты Гришова, несмотря на то, что не были реализованы, стали важным шагом в направлении существенных перемен.

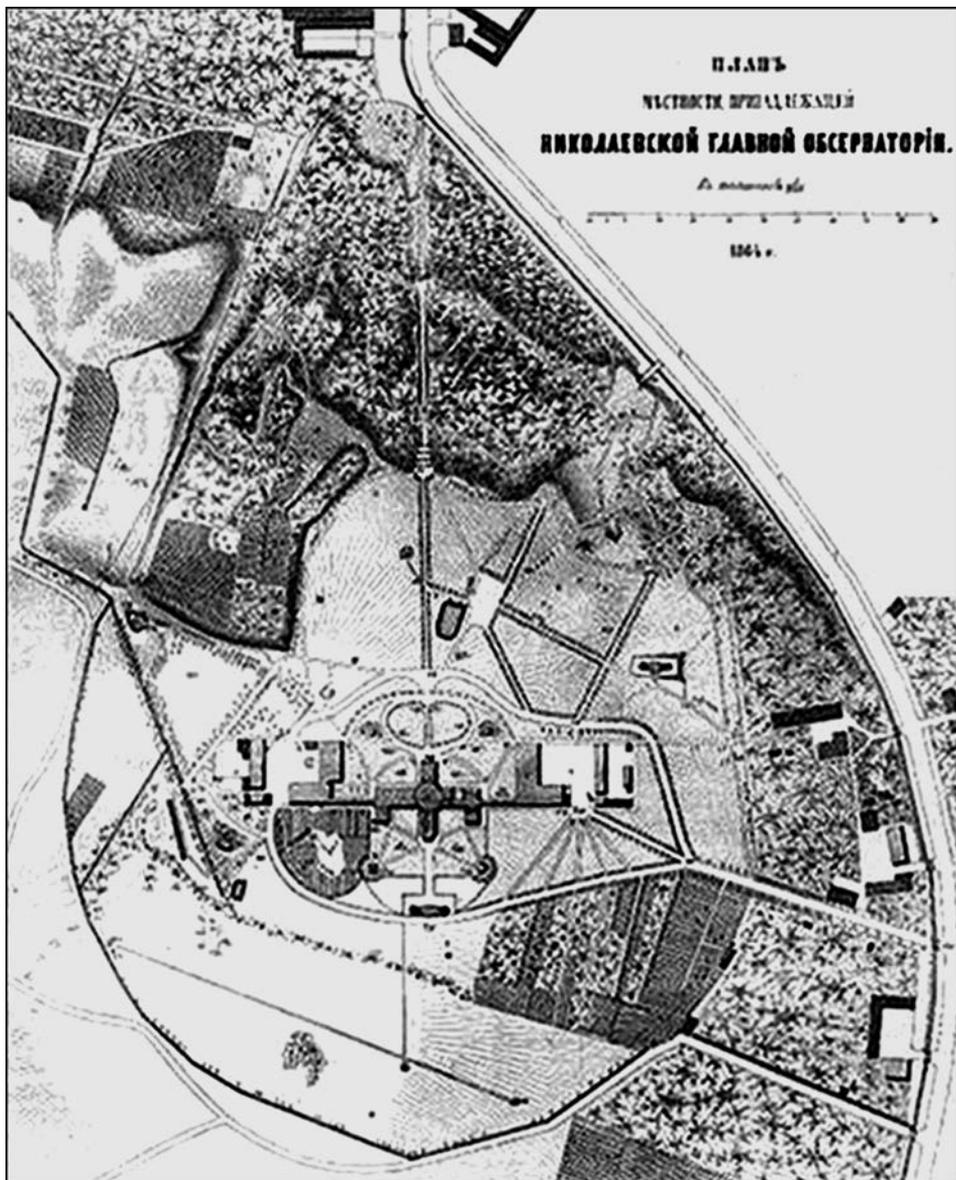
После первого пожара в Кунсткамере, произошедшего из-за неосторожной растопки печи в квартире первого директора обсерватории Ж.-Н. Делиля (Земля и Вселенная, 2013, № 3), жившего непосредственно под “нижней обсерваторией”, астрономам было запрещено селиться в здании Кунсткамеры. Из-за сурового северного климата, затруднявшего перемещения по городу, академические астрономы стали обзаводиться своими небольшими “домашними” обсерваториями, размещая их на эркерах, чердаках, балконах, в небольших постройках близ жилых домов. Та-



Выдающийся российский астроном
В.Я. Струве (1793–1864).

кие обсерватории были у Ж.-Н. Делиля, А.Н. Гришова, М.В. Ломоносова, И.А. Брауна, В.Л. Крафта, И.А. Эйлера, П.Б. Иноходцева, в разное время занимавших астрономические должности в Академии. Эта практика, оправданная долгими периодами восстановления большой академической обсерватории после пожаров и относительно невысокими стандартами требуемой точности наблюдений, безусловно, была малоэффективной и, по сути, бесперспективной. К тому же, поскольку Академия наук не имела собственного жилищного фонда (а до 1786 г. и собственного помещения), астрономам приходилось часто переезжать с одной квартиры на другую, постоянно переносить и пероснащать свои малые наблюдательные пункты, что тоже не лучшим образом сказывалось на результатах наблюдений.

В проектах Гришова делается первый шаг к тому, чтобы обсерватория стала частью уже не столько академического, сколько городского про-



План местности, где расположена Пулковская обсерватория, созданная по проекту архитектора А.П. Брюллова. 1835 г.

странства. Это имеет ряд последствий, поставивших астрономию в отношения конкуренции с другими городскими службами, зачастую обладавшими бóльшим весом в глазах Сената и Полицейского управления. С точки зрения городских властей уча-

стки земли, пригодные для строительства астрономических сооружений (а они должны были обладать строго определенными качествами), могли быть использованы лучшим, и уж во всяком случае более рентабельным образом. Сама по себе Акаде-

мия не имела почти никаких привилегий в отношении столичной недвижимости, и до прихода к власти Николая I, осознавшего политическую значимость обладания первоклассным астрометрическим учреждением, у астрономов практически не было шанса построить обсерваторию там, где она могла бы работать наиболее эффективно. Этот вывод можно распространить не только на обсерваторию, но и на все другие академические учреждения. В Санкт-Петербурге академические постройки в районе площади Двенадцати коллегий в начале XIX в. начинают вытесняться более соответствующими духу времени Биржей и торговыми предприятиями.

Несмотря на неоднократные просьбы Канцелярии Академии выделить указанный Гришовым участок земли под постройку обсерватории, Сенат распорядился передать его под строительство частных домов. Другое подысканное Гришовым место было отведено *“под запасной каменный магазин и дровяной двор”*, так как там находились *“Ведомства Комерц-коллегии и Берг-конторы караульные избы для караула казенных материалов”*. Гришов неоднократно говорил и писал, что отсутствие в столице хорошей обсерватории *“чести государства и Академии предосудительно”*. Однако в глазах чиновного аппарата того времени астрономия воспринималась как часть Кунсткамеры, а не как серьезная государственная наука.

С точки зрения логики архитектуры астрономических сооружений (безусловно, определявшейся спецификой научных задач), В.Я. Струве производит радикальное изменение стандартов постройки обсерватории. Он решительно выносит ее далеко за пределы городской черты, чем создает своего рода прецедент в обычной европейской практике астрономического строительства. Оригинальность проекта Пулковской обсерватории отмечали и западные астрономы. *“Вы не*

поверите, – писал В.Я. Струве из Гамбурга секретарю Академии П.Н. Фуссу, – как рассматривается за границей основание Пулковской обсерватории – как событие беспрецедентное в истории науки, – и поэтому оно возбудило участие, далеко превосходящее все, что я мог себе представить”. Это решение приносит двойную выгоду. Оно, во-первых, позволяет избежать сложных переговоров с муниципальными бюрократическими службами, для которых пространство за пределами городской черты, как правило, не представляло высокой ценности; во-вторых – открывает новые возможности для поиска доминирующих высот и спокойной атмосферы. Излагая в одном из докладов свои соображения по поводу местонахождения обсерватории он, в отличие от Гришова, нисколько не заботится о включении обсерватории в комплекс академических построек. Главным критерием для него становятся благоприятные условия наблюдений: *“Обсерватория должна быть расположена на расстоянии, достаточном для того, чтобы дым столицы не вредил прозрачности атмосферы и на значительной высоте, чтобы горизонт был свободен и чтобы избежать болотных испарений”*.

Однако в докладе есть и другие строки, напоминающие рассуждения военных при выборе места для постройки оборонительных сооружений: *“Наиболее благоприятным местом являются холмы к югу от Санкт-Петербурга. Пулковский холм возвышается на 200 футов над Невой и подходит во всех отношениях для строительства обсерватории. Он полностью доминирует над всеми окрестностями, а значит, горизонт свободен”*. Но эти выдержки недостаточно полно резюмируют набор мотиваций, повлиявших на выбор Пулковского холма в качестве места постройки обсерватории. Струве не упускал из вида хотя уже и рудиментарный, но все еще значимый элемент светской *“зрелищности”*, одинаково заманчивый



Пулковская обсерватория. Гравюра. 1855 г.

как для императорского окружения, так и для демонстрации нового статуса самого Струве. Сравнивая местоположение обсерваторий в Царском селе и на Пулковском холме, Струве пишет: *“Но Пулковская обсерватория представлялась бы взорам лучше чем Царскосельская, и вид из Пулкова исключительный, с одной стороны на огромную столицу, с другой стороны – на Царское Село и Павловск, а на запад – на море и город Кронштадт”*.

Так родилась новая концепция организации пространства для астрономических наблюдений, согласно которой открытый горизонт обеспечивался не постройкой высокой башни в центре крупного города, а выносом обсерватории за пределы городской черты и размещением ее на высоком холме. При этом само здание обсерватории стало даже ниже. И все же близость к культурному центру оставалась важ-

ным фактором, влияющим на выбор места постройки обсерватории. Даже относительно небольшая удаленность от города создавала ряд трудностей, связанных с хозяйственным и информационным обеспечением – доставкой почты, продовольствия и т.д. Тем не менее эти изменения ослабили зависимость астрономии от муниципальных служб.

Любопытно отметить, что и на окраине города у астрономов были конкуренты. Высокие места с открытым горизонтом были предметом пристального внимания не только астрономов, но и военных. Здесь – в пространстве высокого обзора и симметричной архитектуры – происходят новые столкновения и одновременно взаимные сближения интеллектуалов и военных. Острота этого противоречия чувствовалась всегда. И даже во второй половине XIX в., когда важность точных позиционных на-

блюдений вошла в здравый смысл всех образованных людей, это соперничество могло принимать довольно жесткие формы. Проиллюстрируем это только одним эпизодом.

В начале 1840-х гг., подыскивая участок для постройки обсерватории в Киеве, профессор В.Ф. Фёдоров нашел высокое место на западной окраине города, где в прошлом находился один из бастионов. Место было передано университету, и в 1844 г. обсерватория была построена. Однако в 1872 г. Военное ведомство вспомнило о том, что ранее эта земля принадлежала ему, и выдвинуло требование *“о переносе обсерватории в другое место с целью освобождения занимаемого ею участка для возведения укреплений”*. Университет отказался это делать ввиду того, что Киевская обсерватория *“по своему состоянию занимала место в ряду лучших европейских обсерваторий”*. В 1875 г. генерал Э.И. Тотлебен заявил при осмотре места, занимаемого обсерваторией, ее директору М.Ф. Хандрикову, что обсерватория должна быть снесена, так как на ее месте намечается сооружение форта. В конце концов обсерватория была все же оставлена, хотя правление университета после таких столкновений еще некоторое время предпринимало шаги к тому, чтобы найти для нее новый участок.

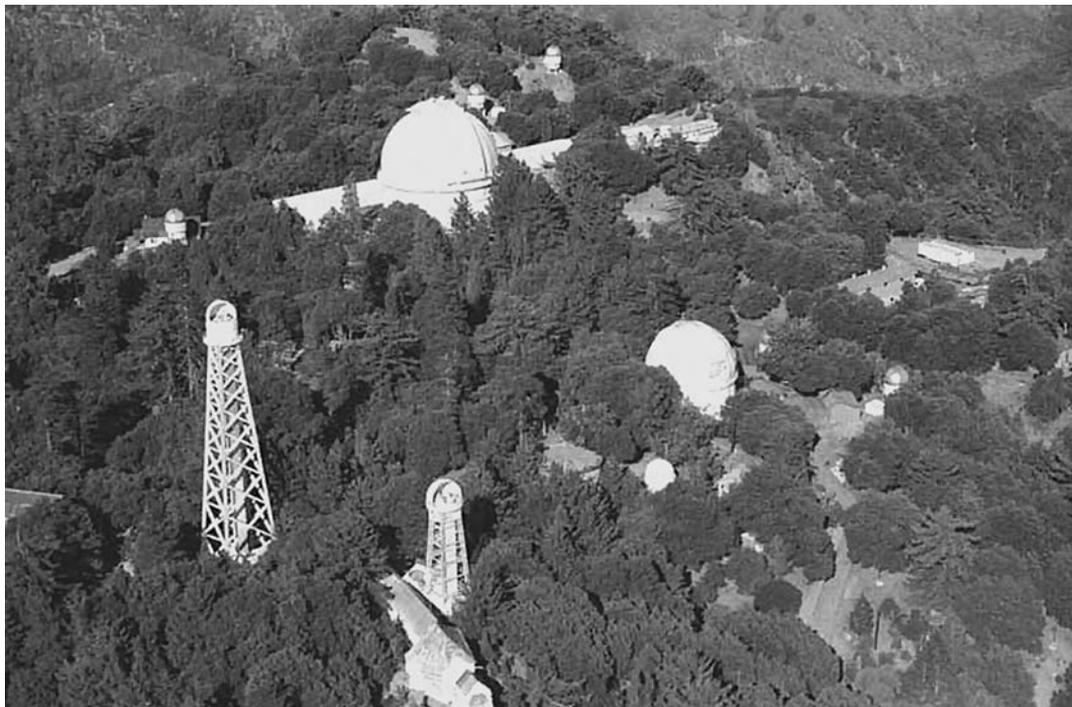
Следующим шагом, очевидным для специалистов, но нетривиальным с точки зрения логики принятия бюрократических решений, было осознание того, что не все участки земной поверхности одинаково пригодны для проведения качественных астрономических наблюдений. Более того, число благоприятных в этом отношении мест в высокой степени ограничено и, поскольку они находятся преимущественно в высокогорных районах, проведение строительных работ в этих местах и доставка туда прецизионной наблюдательной техники – крайне дорогостоящее предприятие. Прорыв в этом отношении сделали американские астрономы при по-



Ликская астрономическая обсерватория, принадлежащая Калифорнийскому университету в г. Санта-Круз (США). Построена в 1887 г.

стройке знаменитых калифорнийских обсерваторий – Ликской и Маунт-Вилсоновской. Их строительство было настолько затратным, что понадобилось комплексное финансирование, в котором в разных долях участвовали государственные службы, частные фонды и университеты. Успешному завершению этих проектов благоприятствовали как природные (ясное калифорнийское небо), так и социальные условия.

Если в Америке возникновение новаторских научных инициатив, не подкрепленных риторикой государственной пользы, было результатом усиления политических позиций частных инвесторов, то в России условием поддержки проектов подобного рода стала революция. Дестабилизация схем административного регулирования научной жизни на короткое время открыла шлюзы для рассмотрения самых смелых предложений. Большая их часть была впоследствии отклонена, но наиболее жизнеспособные сохранились и дали начало организационным изменениям, осуществившимся уже в развитом Советском Союзе. К числу последних относился проект создания Главной российской астрофизической обсерватории (ГРАФО), предложенный В.В. Стратоновым в 1920 г. (Земля



Обсерватория на горе Маунт-Вилсон (Калифорния), открытая в 1908 г.

и Вселенная, 1996, № 2). В ходе его обсуждения многие астрономы высказали ряд соображений, хорошо согласующихся с логикой развития астрономии в США и других западных странах. В 1928 г. астроном В.А. Костицын, в прошлом активный член РСДРП, резюмировал эти рассуждения в своем обзоре астрономии в СССР за 10 лет: *“Все еще существует стремление думать, что теоретические астрономические учреждения являются лишь суррогатом, что раз они сами не добывают астрономического материала, то и не имеют права на существование. Такого рода взгляд является глубочайшей ошибкой... Отнюдь не обязательно, чтобы все астрономические операции производились в одном месте... Современная астрономия нуждается в хорошо оборудованных физических лабораториях, снабженных всем необходимым, а это достижимо*

лишь в крупных центрах. Поэтому астрономическое учреждение должно носить весьма комплексный характер: его глаз — обсерватория — может находиться где угодно, напр., в горах, но остальное и может и должно находиться в крупном культурном центре”. Так родилась концепция нового для того времени типа астрономических учреждений — астрономического института. Работа по основанию ГРАФО положила начало широкому развитию в России астрофизических исследований.

Проект постройки Главной астрофизической обсерватории так и не был осуществлен. Этому помешало осложнение политических отношений между Россией и национальными окраинами бывшей империи, переименованными в республики в начале 1920-х гг. Немаловажным фактором было, видимо, и то, что автор проекта В.В. Стратонов в 1922 г. был выслан в Германию

на “философском пароходе”. В феврале 1922 г. В.В. Стратонов, в то время декан физико-математического факультета Московского университета, возглавил забастовку профессоров, не желавших подчиняться реформам, насаждаемым большевистским правительством. Тем не менее предложения, высказанные российскими астрономами в период обсуждения этого проекта, впоследствии использовались при постройке в Советском Союзе высокогорных обсерваторий.

Мы рассмотрели, каким образом менялись представления о наиболее целесообразном обустройстве астрономических обсерваторий в XVIII–XX вв. Как мы убедились, эти изменения были напрямую связаны с социальными переменами, происходившими в европейских государствах в указанный период. Появление светских культурных центров, равных по значимости влиятельным клерикальным центрам христианской культуры в ее средневековом понимании, знаменовало собой возникновение нового отношения к миру и получению достоверного знания о нем. В силу экспериментальной направленности этого знания, хорошо сочетавшейся с тягой к зрелищности в культуре придворных обществ, кабинеты редкостей (в российском варианте – Кунсткамера), стали естественным местом для развития многих направлений нового знания, в том числе астрономии. Рост и укрепление крупных национальных единств и связанная с этим потребность в картографировании обширных территорий поставили перед астрономами новые задачи по увеличению точности астрономических наблюдений. В российской астрономии это выразилось в постройке Пулковской обсерватории – едва ли не лучшего астрономического учреждения своего времени.

Широкое признание важности астрофизических исследований в начале XX в. еще раз меняет облик астрономических наблюдательных центров, перемещая их в высокогорные районы. Параллельно появляются принципиально



Русский астрофизик профессор В.В. Стратонов (1869–1938).

новые типы астрономических учреждений – астрономические и астрофизические институты. Бурный рост астрофизики, не имевшей прямых практических приложений, а потому необъяснимый в логике государственной заботы о прочности империи, также мог быть обусловлен рядом социальных причин. С одной стороны, это могло быть стремление сверхбогатых буржуа обменять денежный капитал на символическое превосходство и таким образом достичь паритета с родовой аристократией. Наиболее показательный пример – постройка Ликской обсерватории. С другой – развившиеся отношения конкуренции между крупными державами, вынуждавшие их бороться не только в технике и промышленности, но и в способности отстаивать мировоззренческие основы своей идеологии. Однако сегодня эта проблема не вполне ясна и только ожидает решения.

Наблюдения полного солнечного затмения в Кении

С.А. ЯЗЕВ,
доктор физико-математических наук
директор Астрономической обсерватории ИГУ,
ИСЗФ СО РАН, Иркутск

3 ноября 2013 г. состоялось гибридное солнечное затмение: начавшись над северной частью Атлантического океана как кольцеобразное, оно вскоре стало полным. Тень Луны пробежала по Центральной Атлантике и вступила на сушу в Экваториальной Африке. Полоса фазы полного затмения проследовала по территории Габона, Конго, северной части Демократической Республики Конго, Уганды и Кении, южной части Эфиопии. Эта фаза завершилась с наступлением вечерних сумерек на территории Сомали.

Затмение 3 ноября – одно из самых неудобных для наблюдений за последние годы. В Сомали никто не мог гарантировать безопасности. В за-

падной части Африки, на территории Габона, был сезон дождей. В Кении и Уганде статистика погодных условий выглядела более оптимистично, но здесь ширина полосы полной фазы составила всего 15 км, а продолжительность – лишь около 15 с. Во время полной фазы ожидалось сильное рассеяние света: небольшая ширина полосы означала сохранение яркого заревого кольца по всему горизонту, а значит, и потемнение даже в центре полосы не могло стать полным.

Тем не менее решение о новой экспедиции иркутских наблюдателей затмений было принято еще год назад, во время предыдущей экспедиции – в Австралию. Первоначально в качестве

основного места для наблюдений рассматривался Габон. Позднее анализ показал, что больше шансов увидеть солнечную корону в Кении и Уганде. Мы выбрали Кению.

ПЛАН АФРИКАНСКОЙ КАМПАНИИ

В экспедиции приняли участие шесть человек – из Новосибирска, Подмосковья и четверо из Иркутска. Помимо автора, в ее состав вошли сотрудник Астрономической обсерватории Иркутского госуниверситета Дмитрий Семёнов и двое астрономов-любителей, члены Иркутского астрономического клуба Михаил Меркулов и Сергей Евчик. Все мы уже имели опыт наблю-



Члены экспедиции с флагами ИГУ и России на экваторе африканского континента. Кения, 4 ноября 2013 г.

дения затмений: у меня и Д. Семёнова оно шестое, у С. Евчика – четвертое, у М. Меркулова – второе. Большую работу по выстраиванию логистики, переговорам с туристическими фирмами и заказу билетов и отелей выполнил пятый участник экспедиции, наш давний товарищ, ученый секретарь Совета РАН по астрономии, организатор астрономических олимпиад, кандидат физико-математических наук Михаил Гаврилов из подмосковной Черногловки, это его восьмое затмение. Шестой участник, первоначально планиро-

вавший поездку независимо, а позже присоединившийся к нам, – Илья Котовщиков, командированный в Африку новым Новосибирским планетарием. Это затмение стало для него вторым.

Научную задачу пришлось свести к минимуму, поскольку за 15 с невозможно получить полноценную серию снимков с различными экспозициями, чтобы детально проанализировать структуру короны. Тем более бессмысленно было планировать спектроскопические и поляриметрические измерения, требующие значитель-

ного времени. Поэтому мы считали, что удачей стало бы получить хотя бы две-три фотографии короны с разными экспозициями. Кроме того, Новосибирский планетарий поручил И. Котовщикову отснять на видео бегущую по поверхности Земли тень Луны, а также получить снимки панорамы затмения с помощью широкоугольного объектива с высоким разрешением. Такие изображения темнее ландшафта с затмением в кадре предполагается использовать в будущих сеансах Новосибирского и Иркутского



*Урок астрономии в местной школе. Кения. 31 октября 2013 г.
Фото Д.В. Семёнова.*

планетариев. Насколько нам известно, подобных снимков в мире пока что отснято немного.

Изучение карты Кении показало, что ближе всего к полосе затмения находится городок Лодвар, в котором есть аэропорт. От него до полосы около 50 км. Это позволяло выстроить предварительный план действий: остановиться в Лодваре, арендовать автомобиль и на нем выехать в полосу полной фазы за несколько часов до затмения. Однако как организовать логистику в далекой африканской стране, было неясно. Помогла информация о том, что в этих местах на севере Кении неоднократно снимал документальные фильмы глава кинокомпании «Ястреб-фильм»

С.В. Ястржембский. Я написал Сергею Владимировичу, и он передал нам адрес руководителя кенийской туркомпании, которая неоднократно обеспечивала поездки его команды в Кению. Эта туркомпания выполнила все наши просьбы. Надо заметить, что руководитель компании, представитель народа масаев Лешан Лебаша, настоятельно рекомендовал нам отправиться на восточный берег озера Туркана и поселиться в месте, «освоенном» его фирмой. Мы же продолжали настаивать на размещении в Лодваре, находящемся к западу от озера. Во-первых, добраться до восточного побережья озера от аэропорта в Лодваре гораздо дальше. Во-вторых, к за-

паду от Турканы продолжительность полной фазы была несколько больше, чем на восточном берегу, высота Солнца – тоже, да и шансы на хорошую погоду выше. Вышло так, что, настояв на своем, мы оказались правы...

БРОСОК К ЭКВАТОРУ

Первым прибыл в столицу Кении И. Котовщиков. Вслед за ним в Найроби прилетели встретившиеся в Москве Д. Семёнов, М. Меркулов и М. Гаврилов. Ранним утром 31 октября все четверо вылетели на небольшом рейсовом самолете в Лодвар. В тот же день по просьбе Л. Лебаша М. Гаврилов прочитал местным жителям, собравшимся в школе, лекцию о затмении. С этой целью М. Меркулов привез в Африку глобус. Более 150 юных кенийцев слушали рассказ российских астрономов о том, что такое солнечное затмение и почему оно происходит. Дети задавали вполне осмысленные вопросы, встреча продолжалась более двух часов. Здесь же, в Лодваре, сформировался окончательный план наблюдений. На карте были замечены два пункта к западу от озера Туркана на расстоянии примерно 55 км друг от друга. Оба пункта выбраны на возвышенностях – вулканиче-



ских холмах. Подняться повыше следовало для того, чтобы в поле зрения попал максимально большой участок поверхности, по которой предстояло стремительно перемещаться лунной тени. Да и съемка панорамы с затмением требовала высокой точки.

1 и 2 ноября участники экспедиции совершили на оба пункта рекогносцировочные выезды на джипе, предоставленном фирмой Л. Лебаша. При почти сорокаградусной жаре астрономы забрались на холмы по осыпям. Серьезным препятствием стали колючие кусты с длинными шипами, они, как выяс-

нилось, легко рвали любую ткань и отцепиться от них было чрезвычайно трудно.

Рано утром 1 ноября вылетели из Иркутска и мы с С. Евчиком. К сожалению, присоединиться к экспедиции раньше я не смог: проводил в родном университете важное мероприятие 31 октября. Мы прилетели во Внуково, откуда стартовали в Стамбул, а оттуда – в Найроби. На следующий день мы вылетели на маленьком рейсовом самолете в Лодвар, где ровно за сутки до затмения нас встретили уже обжившиеся в Африке наши товарищи.

Пылевая буря перед затмением. Кения. 3 ноября 2013 г. Фото С.А. Язева.

КОРОТКОЕ ЗАТМЕНИЕ–2013

На двух автомобилях два отряда нашей экспедиции отправились на наблюдения. Оставив машины с водителями у подножия, мы взобрались на холмы и вышли на заранее выбранные и отмеченные навигаторами GPS-точки. На восточном пункте с координатами $3^{\circ}33,5'$ с.ш и $35^{\circ}46,4'$ в.д. на вершине вулканического холма разме-



М.А. Меркулов, С.Н. Евчик и местные дети на съемках полного солнечного затмения. Кения. 3 ноября 2013 г. Фото С.А. Язева.

стились М. Меркулов с видеокамерой И. Котовщикова на штативе, С. Евчик с фотоаппаратом Canon-550 на штативе, снабженном 300-мм объективом, и автор с фотоаппаратом Sony. Илья остался внизу, записывая реакцию на затмение местных жителей в ближайшей деревне по заданию Новосибирского планетария.

Нашему отряду не повезло. Мы успешно отсняли частные фазы затмения, но тут со стороны озера Туркана напоззли облака. За 15 мин до начала полной фазы затмения Солнце скрылось в тучах. Кроме этого, с северо-востока сплошной пеленой надвигалась непроницаемая пылевая

буря, заслонившая от нас всю панораму внизу. Ветер усилился настолько, что М. Меркулову пришлось удерживать ручной фотоштатив, чтобы он не опрокинулся. Множество наблюдателей со всего мира – около полутора тысяч человек, расположившихся на берегу озера, – так и не смогли увидеть корону Солнца. Наши товарищи на втором пункте даже думали, что у нас идет ливень: издали они приняли пылевую завесу за стену дождя.

М. Гаврилов и Д. Семёнов работали в западной точке (координаты $3^{\circ}27,2'$ с.ш. и $35^{\circ}17,2'$ в.д.). Им повезло больше, чем нам. Облака и пыльная буря пришли и

сюда, но позднее – к тому времени, когда полная фаза уже завершилась. М. Гаврилову удалось получить серию снимков частных фаз, бриллиантового кольца, малинового ободка хромосферы с многочисленными протуберанцами, а также короны Солнца. Д. Семёнов получил впечатляющие кадры общей панорамы затмения. Все задачи мы выполнили, за исключением съемки бегущей тени, которую нам не удалось зафиксировать из-за облаков и пылевой завесы. Во время полной фазы ярко засияла Венера, ее увидели участники наблюдений на обоих пунктах.

ПЕРВЫЕ ИТОГИ

Итак, экспедиция оказалась удачной: мало кому, если исходить из данных Интернета, удалось увидеть корону Солнца во время африканского затмения (см. стр. 3 обложки, внизу). Мы оказались в числе немногочисленных счастливых. Судя по нашим снимкам короны, ее можно отнести к “максимальному” типу согласно классификации, разработанной полвека назад украинским астрономом А.Т. Несмяновичем. Для этого типа короны характерны радиальность солнечных корональных лучей, находящихся на всех гелиографических широтах, а также отсут-

ствии полярных лучевых структур (другие названия – перья, или щеточки) вблизи полюсов Солнца.

Опыт наблюдения короны в XX в. показал, что ее форма тесно связана с фазой цикла солнечной активности. Форма короны 3 ноября свидетельствует о том, что текущий цикл, описываемый платообразной кривой, еще не перешел к фазе спада (Земля и Вселенная, 2011, № 1). В совокупности с другими индексами активности светила это означает, что можно прогнозировать начало фазы спада текущего цикла не ранее, чем в 2015 г., причем на протяжении 2014 г. можно ожидать еще пару локальных всплесков (импульсов) солнечной активности при невысоком в целом ее уровне.

ПЕРЕД ВОЗВРАЩЕНИЕМ

Экспедиция в Африку не закончилась с затмением. На автомобиле, предоставленном фирмой Л. Лебаша, мы за четыре дня доехали до Найроби, по дороге познакомившись с животным миром Кении. М. Гаврилов, С. Евчик и автор отправились поездом на юго-восток Кении в бывшую столицу страны – Момбасу. Д. Семёнов и М. Меркулов, улетев в Танзанию, совершили



Корона Солнца. 3 ноября 2013 г. Фото М.Г. Гаврилова.

восхождение на высочайшую вершину Африки – вулкан Килиманджаро (5895 м), доставив туда

флаги России, Иркутского госуниверситета и вымпел Восточно-Сибирского Отдела Русского



Фаза полного солнечного затмения. Кения. 3 ноября 2013 г. Фото М.Г. Гаврилова.



Местный житель, Д.В. Семёнов и М.А. Меркулов развернули флаги ИГУ и России на Килиманджаро. Танзания, 13 ноября 2013 г.

Информация

Новые снимки туманности Омар

Астрономы Европейской Южной Обсерватории (ESO) и Института КТХ опубликовали новые фотографии фрагмента эмиссионной туманности NGC 6357 размером около 10 св. лет (8 тыс. св. лет от нас в созвездии Скорпиона). В

видимом диапазоне она напоминает очертания лангуста, поэтому ее еще называют туманностью Омар (Lobster Nebula). Изображения получены с помощью Очень Большого Телескопа (VLT) в Чили и КТХ (см. стр. 4 обложки). На них запечатлены облака горячего газа и плазмы III, где проходят процессы активного звездообразования. Облака пронизывает интенсивное излучение, испускаемое массивными голубыми молодыми звездами, рожденными в их глубинах и в рассеянном скоплении Pismis 24, не вошедшем в кадр.

географического общества. Восхождение, как и всю экспедицию, мы посвятили 95-летию Иркутского госуниверситета.

В соответствии со сложившейся у нас традицией еще в Кении мы обсудили планы будущей экспедиции. В 2015 г. полоса полного затмения пройдет через Шпицберген. По нашим прогнозам, как раз к этому времени начнется фаза спада цикла солнечной активности. Пропускать такое важное событие иркутские наблюдатели затмений не намерены.

Под воздействием мощного излучения материя туманности светится красным цветом. В центре скопления Pismis 24 после длительных наблюдений найдена двойная система, масса каждой из ее звезд-гигантов – 100–150 M_{\odot} . Сложные структуры туманности созданы межзвездным ветром и мощным излучением от формирующихся массивных звезд, средний возраст которых около 1 млн лет.

Пресс-релизы ESO
и Института КТХ,
26 августа и 22 октября
2013 г.

Исследования Венеры

25 ноября 2013 г. геофизическая ракета с ультрафиолетовым телескопом VeSpR (Venus Spectral Rocket Experiment – ракетный эксперимент спектра Венеры) на борту стартовала с ракетного полигона в Нью-Мексико (США). Суборбитальный полет на высоту 110 км продолжался меньше 10 мин, из которых на Венеру телескоп смотрел всего 4 мин 10 с. Телескоп создан в Центре космической физики Университета Бостона. Телескоп VeSpR системы Кассегрена с первичным эллипсоидальным зеркалом диаметром 35 см и сферическим вторичным зеркалом получил изображения размером $3 \times 5''$ разрешением $1\text{--}2''$. С помощью эшелле-спектрографа, установленного на телескопе, были построены УФ-спектры.

Главная задача – выяснить, как и сколько воды потеряла атмосфера Венеры за время своей эволюции. Сегодня Венера, как

и Марс, очень сухая. Если сконденсировать всю воду, которая есть на Венере, то она покроет планету слоем 3 см. Но так было не всегда. Предполагают, что три планеты земного типа образовались с примерно равным количеством воды, которая потом исчезла с Венеры и Марса. Такие эксперименты уже ставились на разных космических аппаратах, начиная с АМС “Пионер-Венера-1” (США, 1978–1982) и заканчивая “Венерой Экспресс” (ESA, 2006–2012). По данным АМС “Венера Экспресс”, например, отношение дейтерия к водороду превышает земное в 200–300 раз, причем на разных высотах по-разному. Телескоп VeSpR измерил этот параметр для верхней атмосферы, что по научному выходу сопоставимо с наблюдениями на КТХ в течение 4 ч. Более того, телескоп VeSpR после полета можно использовать повторно.

Интересно, что почти одновременно с VeSpR начала работать космическая ультрафиолетовая обсерватория “HISAKI”, или “Спринт-А” (“SPRINT-A”, Spectroscopic Planet Observatory for Recognition of Interaction of Atmosphere – спектроскопическая планетная обсер-

ватория для изучения взаимодействия атмосферы), созданная Японским аэрокосмическим агентством (JAXA) для изучения атмосфер Венеры и Марса, а также процессов, происходящих в системе Юпитера. Обсерваторию ($1 \times 1 \times 4$ м, масса – 348 кг) запустили 14 сентября 2013 г. из Космического центра Утиноура с помощью РН “Эпсилон-1” (“Epsilon-1”) на околоземную орбиту (высота – 946×1156 км, наклонение – $29,7^\circ$, период обращения – 106,2 мин). Она должна проработать в течение года.

С помощью УФ-телескопа “Спринт-А” японские ученые намерены изучить атмосферы Венеры и Марса и прояснить историю их развития. Это поможет понять, какие нужны условия на планете для удержания атмосферы. Кроме того, телескоп будет наблюдать за спутниками Юпитера, которые считаются в исследовательских кругах одними из наиболее перспективных объектов для изучения. В частности, планируется исследовать вулканы на спутнике Юпитера Ио.

Пресс-релиз JAXA и NASA,
14 сентября
и 25 ноября 2013 г.

Человек Вселенной

(К 80-ЛЕТИЮ Б.Г. ПШЕНИЧНЕРА)

14 ноября 2013 г. исполнилось 80 лет Борису Григорьевичу Пшеничнеру – яркому педагогу, одному из организаторов дополнительного аэрокосмического образования детей и молодежи в России, создателю и первому руководителю Отдела астрономии и космонавтики Московского городского дворца пионеров и школьников (ныне Московский городской Дворец детского и юношеского творчества на Воробьевых горах, МГДДЮТ; (Земля и Вселенная, 1999, № 1). Отдел работает с момента открытия дворца (1962), за эти годы он превратился в уникальный центр астрономического образования. Талантливый организатор, Борис Григорьевич сумел создать творческий коллектив воспитанников, педагогов и ученых. Б.Г. Пшеничнер удостоен многих наград и званий, он действительный член Российской академии космонавтики им.



Б.Г. Пшеничнер. 2006 г.

К.Э. Циолковского, Заслуженный работник культуры РФ, Отличник народного просвещения РСФСР, награжден медалями “За трудовое отличие”, “За доблестный труд”, “Ветеран труда”, памятными медалями им. К.Э. Циолковского, С.П. Королёва, Ю.А. Гагарина.

Начало его педагогической деятельности пришлось на 1954 г., когда Борис Григорьевич стал старшим пионерво-

жатым, а затем учителем географии и астрономии в московской школе № 268. В 1958–1962 гг. вел в Московском планетарии школу лекторской работы. Именно здесь многие начинающие лекторы получили навыки популяризаторской деятельности. Б.Г. Пшеничнер умел доходчиво и интересно рассказать о строении Вселенной и первых шагах отечественной космонавтики.

В период всеобщего интереса, вызванного запуском первых спутников и пилотируемых космических кораблей, вместе с лектором Планетария Б.А. Максимачёвым Борис Григорьевич организовал массовые наблюдения за движением второго и третьего ИСЗ по звездному небу. В беседах и лекциях, публикациях в отечественных и зарубежных изданиях рассказывал о достижениях в области астрономии и космонавтики.

В 1962 г. Б.Г. Пшеничнера приглашают во Дво-

рец пионеров и школьников на Ленинских горах для создания первого в нашей стране Отдела астрономии и космонавтики. Творческий потенциал и энтузиазм первых сотрудников отдела – Р.Л. Хотинка, Г.Т. Залюбовиной, Н.В. Козловой и С.П. Яценко – позволили Борису Григорьевичу наметить приоритетные направления деятельности и программу развития Отдела. В ее основу были положены принципы сотрудничества педагогов и учащихся, старших кружковцев с младшими, опережающего образования, предусматривающего непосредственную передачу знаний и навыков исследовательской работы из первых рук от ученых и специалистов.

С учетом опыта работы Московского планетария создается детский астросовет, организуются наблюдения в обсерватории Дворца, массовые астрономические наблюдения в городе и пионерских лагерях, походы и астрономические экспедиции. Существенным вкладом в популяризацию достижений в освоении космоса стало создание в 1962 г. Клуба юных космонавтов. Клуб оснащается авиационными и космическими тренажерами, наглядными пособиями, пополняется опытными преподавателями из числа сотрудников исследовательских предприятий и заслужен-



Пионервожатый Борис Пшеничнер. 1954 г.

ных летчиков. Первым почетным председателем клуба становится летчик-космонавт А.Г. Николаев.

В этот же период под руководством Бориса Григорьевича создается уникальный ежемесячный городской лекторий “Космические чтения”. За 1972–1978 гг. работы лектория московские школьники встречались с учеными, ведущими астрономами, специалистами в области ракетно-космической техники, космонавтами, летчиками-испытателями.

В начале 1970-х гг. на основе накопленного опыта Б.Г. Пшеничнер предложил к обсуждению проект образовательной программы Отдела “Человек во Вселенной”. Одна из важных целей программы – создание многоуровневой педаго-

гической системы астрономического и космического образования, открытой для новых людей и идей.

Большое внимание Борис Григорьевич уделял развитию материальной базы Отдела, взаимодействию авторов образовательных проектов и сотрудников Московского планетария. Астрономическую обсерваторию и планетарий при Дворце оснастили 12-см телескопом-рефрактором Цейса и простейшим проекционным аппаратом. В 1970-х гг. появились новые направления работы с учащимися, были созданы лаборатории астрофизики и физики космоса. Б.Г. Пшеничнеру удалось привлечь бывших кружковцев и сотрудников Отдела С. Яценко, В. Попова, И. Маркова, В. Ромейко и Н. Санько к развитию этих лабораторий. Состоялись экспедиционные астрономические проекты, такие как исследование Серебристых облаков (около 50 экспедиций) и Тунгусского метеорита (24 экспедиции), наблюдение полных солнечных затмений (9 экспедиций), участие в постройке обсерваторий Шорбулак и Майданак на Памире, высокогорные астрономические наблюдения на Эльбрусе и метеоритная экспедиция в Северную Осетию.

Важным достижением стало создание в 1987 г. загородной астрономи-



Б.Г. Пшеничнер и президент Клуба юных космонавтов Дворца пионеров и школьников летчик-космонавт А.Г. Николаев. 1970-е гг.

ческой базы Отдела. На территории Института физики атмосферы РАН удалось построить дом для наблюдателей, в астрономической башне Института астрономии РАН установили один из крупнейших телескопов Москвы – 60-см рефлек-

тор системы Кассегрена (Цейс-600).

Б.Г. Пшеничнер не мыслит организацию образовательного процесса без участия ученых и специалистов, без поддержки руководителей учреждений. С началом работы Отдела на-



Телескопические наблюдения под руководством Б.Г. Пшеничнера. 1980-е гг.

лажено сотрудничество с ГАИШ МГУ, Астросоветом (ИНАСАН), Московским планетарием. Это позволило в первый учебный год привлечь к руководству кружками молодых тогда специалистов ГАИШ К.В. Куимова и А.В. Засова, постоянными консультантами стали Э.В. Кононович, Ю.Н. Ефремов, В.Ф. Есипов, Л.М. Гиндилис и другие. Руководителями кружков становились наиболее эрудированные студенты астрономического отделения МГУ. Среди них – одновременно пришедшие в Отдел тогдашние третьекурсники С.А. Ламзин, В.М. Липунов, В.Г. Сурдин и В.В. Чазов. В дальнейшем было налажено тесное сотрудничество с НИИЯФ МГУ, ИКИ РАН, ИФА, ЦПК им. Ю.А. Гагарина, РКК “Энергия” им. С.П. Королёва.

Целенаправленно велась работа по профориентации и поддержке способных и мотивированных кружковцев. Многие из выпускников Отдела теперь известные ученые и специалисты в разных областях науки и промышленности, включая астрономию и космонавтику. Некоторые бывшие кружковцы стали педагогами и руководителями учреждений дополнительного астрокосмического образования. Ярким примером служит воспитанник Бориса Григорьевича – Дмитрий



Загородная и московская обсерватории Дворца пионеров и школьников. 2006 г.

Монахов, окончивший астрономическое отделение Физического факультета МГУ. Он был педагогом Отдела, затем – директором Дворца. Многие ученики Б.Г. Пшеничника сейчас сотрудники ИКИ РАН, ФИАН, ГАИШ МГУ. Интересна судьба М.П. Татарникова, создавшего 40 лет тому назад в г. Железнодорожный Астрономическую школу “Вега”, которая до сих пор успешно работает под его руководством (Земля и Вселенная, 1999, № 4; 2002, № 6; 2007, № 2).

Помимо основной деятельности в МГДДЮТ Борис Григорьевич много

лет вел большую научно-общественную работу. Более 10 лет он был первым заместителем председателя Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (ВАГО), около 15 лет избирался членом Президиума его Центрального совета и руководил Бюро юношеской секции. Связь с ВАГО обеспечила на многие годы возможность участия старшеклассников в деятельности отделов и секций этого Общества. Особой популярностью пользовались исследования метеоров, серебристых облаков, солнечно-зем-

ных связей и переменных звезд, телескопостроение. При поддержке Министерства просвещения СССР и ЦК Комсомола юношеской секции ВАГО удалось организовать шесть Всесоюзных слетов юных астрономов и космонавтов, проводимых на базе детских лагерей отдыха Артек и Орлёнок, Шемахинской астрономической обсерватории в Азербайджане, Крымской астрономической обсерватории, Специальной астрофизической обсерватории АН СССР. Для Бюро юношеской секции ВАГО и общества “Знание” сотрудники Отдела астрономии

и космонавтики Дворца по заданию Министерства просвещения СССР разработали и подготовили к изданию сборники программ кружковых занятий по астрономии и космонавтике для школ и внешкольных учреждений. Сборники дважды выходили в издательстве "Просвещение" под редакцией Б.Г. Пшеничника.

Борис Григорьевич в рамках Научно-культурного центра SETI выдвинул идею и стал руководителем проекта "Здравствуй, Галактика!". В начале сентября 2001 г. из Национального центра управления и испытания космических средств Украины близ Евпатории (бывший Центр дальней космической связи) с помощью мощного передатчика, установленного на радиотелескопе RT-70, отправлены послания к звездам солнечного типа. Авторы проекта посвятили его наступлению третьего тысячелетия и 40-летию полета Юрия Гагарина. Научным руководителем проекта был доктор физико-математических наук А.Л. Зайцев, главным научным консультантом руководитель НКЦ SETI Л.М. Гиндилис. В подготовке и реализации проекта участвовали руководитель клуба "Космос" И.А. Феодулова, астроном Л.Н. Филиппова, консультант Отдела астрономии С.П. Яценко.

В 2003 г. Б.Г. Пшеничник предлагает школьникам совместно с экипажем МКС участвовать в первой российской научно-образовательной программе "Эксперимент в космосе" (Земля и Вселенная, 2007, № 3). Школьники предложили десять проектов. Одобренные специалистами, они затем были реализованы на борту МКС. Научное руководство и поддержку осуществляли специалисты РКК "Энергия" им. С.П. Королева и ИМБП РАН.

Б.Г. Пшеничник – автор многих учебных пособий и научно-популярных изданий по астрономии и космонавтике, в том числе книги для преподавателей "Внеурочная работа по астрономии" (совместно с С.С. Войновым). Научно-популярная книга "Космос: безграничный, загадочный, грозный", выпущенная в 2011 г., стала настольной для многих читателей, неравнодушных к современным проблемам космической безопасности.

Во многом благодаря Борису Григорьевичу появилась и успешно развивается сегодня педагогика дополнительного астрономического и космического образования детей и молодежи. 20 декабря 2012 г. в МГДДЮТ проведена конференция "Космическое образование детей: проблемы и перспективы", приуро-

ченная к 50-летию Отдела астрономии и космонавтики, ее научный руководитель – Б.Г. Пшеничник. В конференции приняли участие педагоги базового и дополнительного образования, преподаватели МГУ и профильных вузов, ученые и космонавты, специалисты ракетно-космической промышленности. В резолюции отмечены важная роль космического образования, вклад в его развитие коллектива Отдела астрономии и космонавтики МГДДЮТ, сформулированы актуальные задачи и возможные пути их решения.

В заключение хочется привести слова, сказанные на юбилее Бориса Григорьевича доктором педагогических наук, профессором, заслуженным учителем РФ В.П. Головановым: "Об этом уникальном человеке можно писать много и говорить долго. Он заслуживает этого, хотя сам он очень скромный, деликатный, человек, который всегда больше заботится о других, о деле, которому служил и служит – детству Москвы, детству России. Ведь более полувека Борис Григорьевич Пшеничник отдает подвижническому труду по развитию астрономического образования детей и молодежи в нашей стране".

*В.А. РОМЕЙКО
МГДДЮТ*

Юбилейная астрономическая олимпиада

О.С. УГОЛЬНИКОВ,
кандидат физико-математических наук
Институт космических исследований РАН
Центральная предметно-методическая комиссия
по астрономии Всероссийской олимпиады школьников

Астрономам, наверное, легче всего ощутить быстрый ход времени. Всероссийская олимпиада по астрономии, казалась бы, совсем недавно созданная, в 2013 г. состоялась в двадцатый раз (Земля и Вселенная, 2008, № 2; 2012, № 1; 2013, № 3). История олимпиады была непростой, менялся состав жюри и авторов задач, реформа школьных олимпиад в 2008 г. поставила астрономическую олимпиаду на грань закрытия. Но она с честью выдержала все испытания и вышла на новый виток развития в начале второго десятилетия нового века.

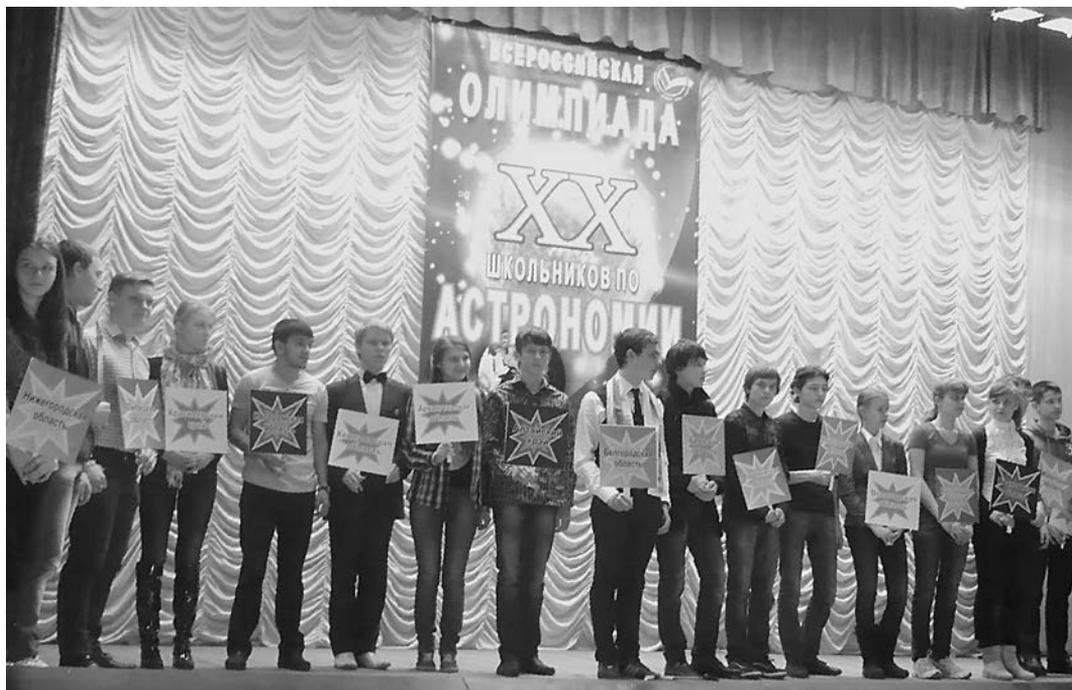
География Олимпиады ежегодно расширялась, и в 2013 г. в ней участвовало 160 школьников из 43 регионов нашей страны.

Самую многочисленную за всю историю олимпиаду принял г. Орёл. Олимпиада была там успешно проведена в 2012 г., поэтому было решено вернуться в этот прекрасный город. Многие участники Олимпиады чувствовали себя в Орле как дома. Но и новички олимпиадного движения, учащиеся 8 и 9 классов, быстро освоились, нашли новых друзей. Забегая вперед, скажем, что именно самые молодые участники показали наиболее выдающиеся результаты.

Торжественное открытие XX Олимпиады состоялось 8 апреля 2013 г. Участников напутствовали ректор Орловского государственного университета Ф.С. Авдеев, председатель жюри и директор астрономиче-

ской обсерватории ОрГУ В.В. Митяев. 9 и 11 апреля состоялись теоретический и практический туры Олимпиады, на которых участникам было предложено соответственно шесть и три задания. По сумме оценок, набранных за их решения, определялись победители и призеры Олимпиады в каждой из возрастных параллелей (9 класс и моложе, 10 и 11 классы).

Результаты, показанные участниками, оказались очень высокими. Был побит абсолютный рекорд итоговой оценки: победитель в параллели 10 класса набрал 149 баллов из 156 возможных. Жюри должно было решить очень сложную задачу, учитывая жесткие квоты на количество



победителей и призеров. Дискуссия жюри завершилась лишь в час ночи.

Победители Олимпиады (обладатели золотых медалей):

Гришин Кирилл Алексеевич, 9 класс, МБОУ лицей № 57 городского округа Тольятти, Самарская область;

Желтоухов Сергей Геннадьевич, 9 класс, МБОУ «Лицей» г. Дедовска, Московская область;

Тихоненко Илья Сергеевич, 9 класс, ГБОУ «Физико-математический лицей № 30» Василеостровского района, г. Санкт-Петербург;

Сушко Вадим Александрович, 10 класс, МОУ гимназия № 1 городского округа, г. Жу-

ковский, Московская область;

Ершов Станислав Никитович, 10 класс, МБОУ средняя общеобразовательная школа № 1 с углубленным изучением отдельных предметов городского округа, г. Воронеж, Воронежская область;

Вахлов Даниил Григорьевич, 10 класс, ГБОУ «Университетская Ломоносовская гимназия», Архангельская область;

Елсуков Владислав Михайлович, 10 класс, ФГАОУ ВПО Уральский федеральный университет им. Б.Н. Ельцина, Специализированный учебно-научный центр

На церемонии открытия XX Олимпиады. 8 апреля 2013г. Фото автора.

МО «город Екатеринбург», Свердловская область;

Михалев Артем Дмитриевич, 10 класс, MAOY гимназия № 32, г. Калининград;

Афанасьев Владимир Николаевич, 11 класс, ГБОУ лицей «Вторая школа», г. Москва;

Борисов Святослав Борисович, 11 класс, МОУ «Гимназия № 2», Раменский муниципальный район;

Мовсеян Павел Владимирович, 11 класс, МБОУ «Лицей № 9, г. Белгород.

9 класс

1. Орион на горизонте.

Созвездие Ориона занимает область неба со склонением от -11° до $+23^\circ$. На каких широтах на Земле это созвездие постоянно находится на горизонте (часть созвездия – над горизонтом, часть – под ним)? Атмосферной рефракцией пренебречь.

Решение. Так как экваториальное созвездие Ориона имеет примерно прямоугольную форму и занимает сравнительно небольшой интервал по прямым восхождениям, описанная в условии си-

туация может иметь место, если в созвездии есть как невосходящие, так и незаходящие точки. Очевидно, что решение имеет смысл искать вблизи полюсов Земли. Рассмотрим окрестности Северного полюса. Пусть δ_1 – склонение самой северной точки созвездия, δ_2 – склонение самой южной его точки. Запишем условие, при котором нижняя кульминация первой точки будет над горизонтом, а верхняя кульминация второй точки – под горизонтом:

$$h_{Н1} = -90^\circ + \varphi + \delta_1 > 0,$$

$$h_{В2} = 90^\circ - \varphi + \delta_2 < 0.$$

Решая эту систему неравенств, получаем ограничение для широты:

$\varphi > 67^\circ$ из первого неравенства и $\varphi > 79^\circ$ из второго неравенства. В северной полярной области условие задачи будет выполнено за параллелью 79° с.ш. Чтобы получить решение в Южном полушарии, нужно, напротив, записать уравнение для высоты верхней кульминации точки со склонением δ_1 и высоты нижней кульминации точки со склонением δ_2 :

$$h_{В1} = 90^\circ + \varphi - \delta_1 < 0.$$

В итоге мы получаем: $\varphi < -79^\circ$. Этот ответ можно было получить сразу,

Участники Олимпиады за решением задач. Фото автора.



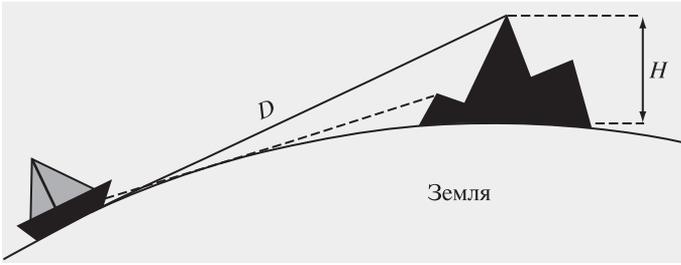


Схема расположения корабля, горизонта и горы. Отмечены H – высота горы, D – расстояние до корабля. К задаче “Далекий корабль”.

указав, что раз созвездие Ориона находится на горизонте вблизи Северного полюса, на широте больше 79° , то оно будет также находиться на горизонте в противоположной точке Земли с такой же по модулю отрицательной широтой. Условие задачи, таким образом, выполняется на широтах от -90° до -79° и от $+79^\circ$ до $+90^\circ$.

2. Далекий корабль.

Находясь на вершине горы над морем, наблюдатель видит небольшой корабль у горизонта. Различая форму корабля, он видит, что нижняя надводная часть скрыта за горизонтом. Найдите максимально возможную высоту горы, если размер корабля составляет 20 м. Атмосферной рефракцией и искажениями пренебречь.

Решение. Предел углового разрешения человеческого глаза составляет примерно $1'$. Раз наблюдатель различает форму корабля, его угловой размер должен быть в несколько раз (можно считать, в три раза) больше, то есть не меньше $3'$, или 10^{-3} радиан. Это может быть, если расстояние до корабля D

не больше его размеров, умноженных на 1000, то есть 20 км. Определим предельную высоту горы H , с которой поверхность воды у корабля видна на самом горизонте:

$$H = \sqrt{R^2 + D^2} - R \approx \frac{D^2}{2R} = 30 \text{ м.}$$

Это и есть искомый верхний предел, так как при наблюдении с меньшей высоты нижняя часть корабля не видна над морем, а с большей высоты корабль полностью виден ближе видимого горизонта.

10 класс

1. Морской осенний закат.

Сентябрьским вечером в некоторой точке на берегу моря с широтой $+46^\circ$ наблюдался заход Солнца точно за далекой косой. На следующий вечер такая же картина наблюдалась в другой точке на бережной, удаленной от первой на 46 м. Считая направление на запад перпендикулярным берегу, найдите расстояние до косы.

Решение. За один день Солнце перемещается

по эклиптике на угол $\gamma = 360^\circ/365,25 = 0,986^\circ$. В сентябре, вблизи осеннего равноденствия, это движение происходит под углом к экватору $\varepsilon = 23,4^\circ$. Склонение Солнца за один день уменьшится на величину

$$\Delta\delta = \gamma \sin \varepsilon = 0,39^\circ.$$

Рассмотрим положение Солнца в момент захода в два последующих вечера. Разница азимутов точек захода центра диска Солнца равна

$$\Delta A = \frac{\Delta\delta}{\cos\varphi} = \frac{\gamma \sin \varepsilon}{\cos\varphi} = 0,56^\circ.$$

Здесь φ – широта места наблюдения. Атмосферная рефракция не изменяет картину, так как она в равной степени поднимает изображение Солнца над горизонтом. Рассмотрим положение косы и двух точек на берегу, из которых наблюдался заход Солнца за косой. Так как угол ΔA мал, выражаем его в радианной мере и определяем расстояние до косы по формуле

$$D = \frac{l}{\Delta A} = \frac{l \cos\varphi}{\gamma \sin \varepsilon} = 4,7 \text{ км.}$$



Смещение точки захода Солнца на 46 м при наблюдении с набережной. К задаче “Морской осенний закат”.

2. Звездный вальс.

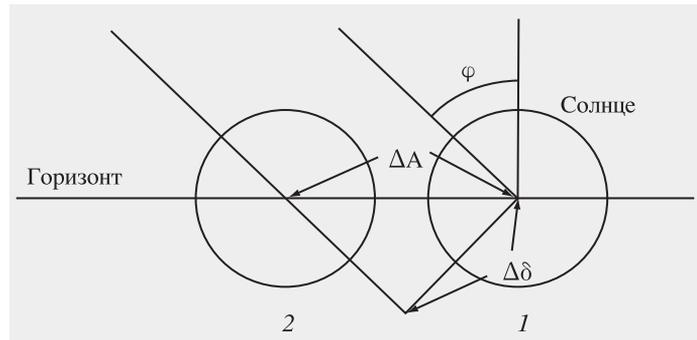
На графиках приведены кривые блеска (вблизи минимумов) и кривая лучевых скоростей компонент затменной двойной системы СМ Дракона. Орбитальный период системы составляет 1,27 сут.

По оси абсцисс отложена величина фазы (время, деленное на период). Считая звезды сферическими, определите величины их средней плотности.

Решение. Обратим внимание на несколько

свойств системы СМ Дракона, существенно облегчающих решение задачи. Минимумы блеска наступают при фазах 0 и 0,5, то есть ровно через половину орбитального периода системы. В эти же моменты лучевые ско-

Схема перемещения Солнца у горизонта. Отмечены φ – широта места наблюдения, $\Delta\delta$ – изменение склонения, ΔA – изменение азимута захода Солнца за один день.



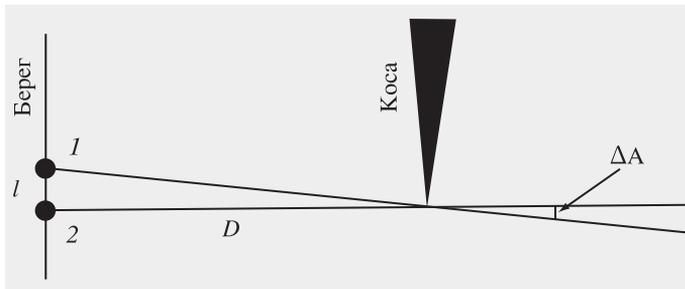


Схема расстояния до косы (D). К задаче “Морской осенний закат”.

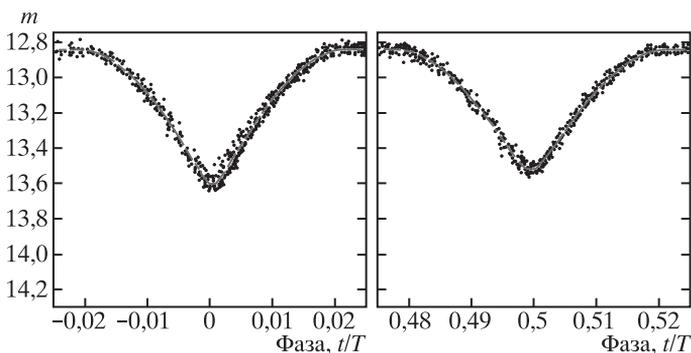


График кривой блеска звезды Σ Дракона. К задаче “Звездный вальс”.

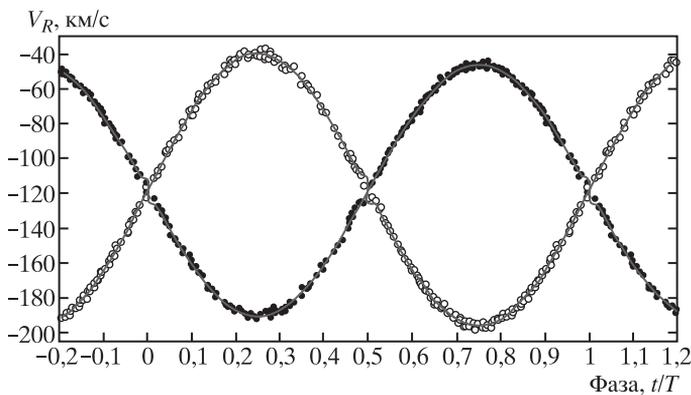


График кривых лучевых скоростей компонент звезды Σ Дракона. К задаче “Звездный вальс”.

рости звезд совпадают, как видно из графика. Это может быть, если орбиты звезд круговые или эллиптические с линией апсид, перпендикулярной плоскости наблюдения (то есть проходящей через наблюдателя). Во втором случае уменьшение блеска во время первого и второго минимума имело бы разную длительность, а кривые лучевых скоростей выглядели бы асимметрично, чего не наблюдается. Итак, орбиты звезд круговые.

По кривым блеска видно, что главный и вторичный минимумы имеют также практически одинаковую глубину и составляют около $0,7^m$, то есть видимая яркость системы уменьшается в два раза. Следовательно, затмения в системе практически полные, а входящие в систему звезды – почти одинаковые, иначе глубина по крайней мере одного минимума была бы меньше $0,7^m$. Наблюдатель находится в плоскости эклиптики звезд.

Вид кривых лучевой скорости системы указывает на одинаковую массу звезд с точностью до 10%, их орбиты фактически совпадают. Орбитальная скорость звезд v есть амплитуда синусоидальных колебаний лучевой скорости, она составляет 75 км/с. Зная орбитальный период системы T , получаем ве-

личину радиуса орбит звезд: $R = vT/2\pi$. Радиус составляет всего 1,3 млн км, что меньше 0,01 а.е. Запишем уравнение закона всемирного тяготения для этих звезд:

$$\frac{GM^2}{4R^2} = \frac{Mv^2}{R}.$$

Здесь M – масса каждой из звезд,

$$M = \frac{4v^2 R}{G} = \frac{2v^3 T}{\pi G}.$$

Масса звезд будет $4,4 \cdot 10^{29}$ кг, или $0,22 M_{\odot}$. По кривой блеска видим, что длительность обоих минимумов t составляет 0,04 от орбитального периода T . Во время минимумов звезды движутся на небе навстречу друг другу, в начале и конце затмения их диски касаются друг друга. Длительность затмения составляет $t = 4r/2v = 2r/v$. Отсюда мы получаем, что радиус каждой из звезд r равен $vt/2$, или 150 тыс. км ($0,22 R_{\odot}$). Средняя плотность звезд равна

$$\rho = \frac{3M}{4\pi r^3} = 3 \cdot 10^4 \text{ кг/м}^3.$$

11 класс

1. Солнце в звездную полночь.

Определите, существуют ли на Земле точки, обладающие следующим свойством: каждый раз, когда звездное время в г. Орле (координаты: 53° с.ш., 36° в.д.) составляет $0^{\text{ч}}$, в этих точках Земли обязательно светит Солнце при безоблачном

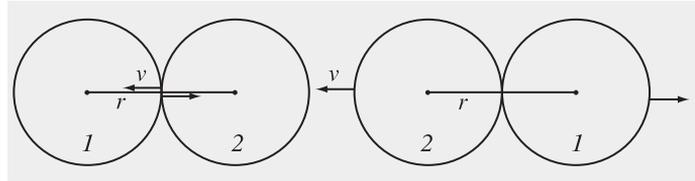


Схема взаимного затмения в системе звезд. Отмечены r – радиус звезд, v – их скорость. К задаче “Звездный вальс”.

небе. Определите координаты этих точек, если они существуют.

Решение. Каждый раз, когда звездное время в Орле составляет $0^{\text{ч}}$ (это случается каждые звездные сутки, то есть 366 раз в году), Солнце занимает различное положение на эклиптике. В любой другой точке Земли звездное время в эти моменты также одинаковое (хотя и не обязательно равно нулю), то есть положение далеких звезд и самой линии эклиптики одно и то же. Солнце может быть над горизонтом в любой момент, только если сама эклиптика совпадает с горизонтом (или образует с ним очень маленький угол). Солнце видно чуть выше горизонта за счет явления атмосферной рефракции. Вблизи зенита при этом северный или южный полюс эклиптики. Подобная ситуация может быть в непосредственной близости от Северного полярного круга (широта $\varphi_1 = +66,6^{\circ}$) при звездном времени $S_1 = 18$ ч (в зените северный по-

люс эклиптики) и вблизи Южного полярного круга (широта $\varphi_2 = 66,6^{\circ}$) при звездном времени $S_2 = 6$ ч.

Обозначим звездное время в Орле как S_0 , долготу Орла – λ_0 . В любой фиксированный момент звездное время увеличивается с долготой точки наблюдения. Отсюда получаем:

$$\lambda_1 = \lambda_0 + (S_1 - S_0) = 20^{\text{ч}}24^{\text{м}}, \text{ или } 54^{\circ} \text{ з.д.}$$

$$\lambda_2 = \lambda_0 + (S_2 - S_0) = 8^{\text{ч}}24^{\text{м}}, \text{ или } 126^{\circ} \text{ в.д.}$$

Получаем две точки с координатами $(+66,6^{\circ}, -54^{\circ})$, $(-66,6^{\circ}, +126^{\circ})$. Строго говоря, за счет атмосферной рефракции и видимых размеров Солнца условие задачи будет выполняться не только в этих точках, но и в их окрестностях радиусом 95 км, соответствующим дуге $0,85^{\circ}$ (сумма величины рефракции у горизонта и углового радиуса Солнца). При таком удалении полюса эклиптики от зенита хотя бы верхний край Солнца останется видимым.

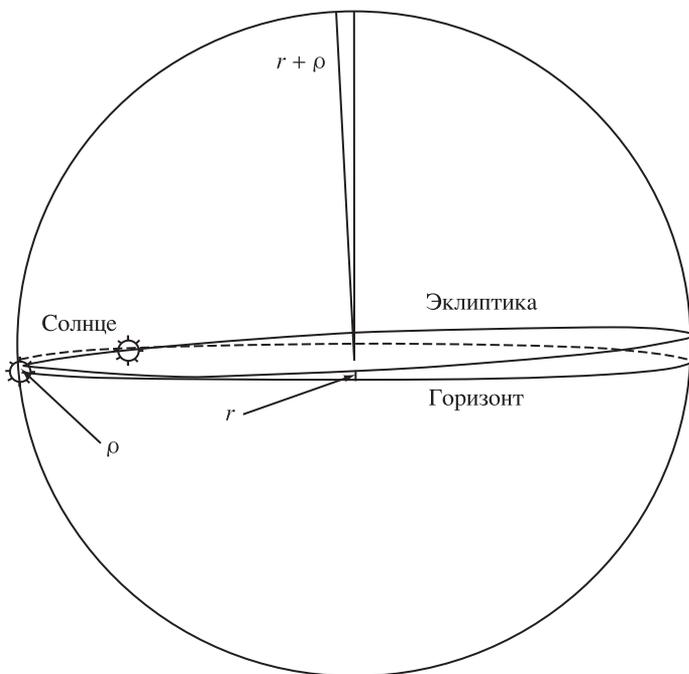


Схема перемещения Солнца через эклиптику и горизонт Земли. Отмечены r – атмосферная рефракция, ρ – угловой радиус Солнца. К задаче “Солнце в звездную полночь”.

2. Спектры двух звезд.

В один день из одного пункта примерно на одинаковой высоте над горизонтом получены спектры Солнца и звезды 109 Тельца (спектральный класс G8). Спектральная область и масштаб обоих

спектров по длине волны совпадают. В спектрах также присутствуют теллурические линии водяного пара, возникающие в атмосфере Земли. Длины волн самых сильных линий водяного пара в данной области приведены в таблице. Укажите в спектрах звездные линии и найдите лучевую скорость звезды 109 Тельца относительно Земли.

Решение. Спектральный класс звезды 109 Тельца совпадает с солнечным, отличается лишь подкласс (G2 у Солнца и G8 у 109 Тельца). Поэтому звездные линии в их спектрах должны быть похожи, но длина вол-

ны каждой линии в спектре 109 Тельца смещена вследствие лучевой скорости этой звезды относительно наблюдателя. Линии водяного пара возникают в атмосфере Земли, и для них данного смещения быть не должно. Более того, так как спектры были получены в один день на одинаковом зенитном расстоянии, то можно ожидать (по крайней мере при стабильной ясной погоде), что вид линий водяного пара в обоих спектрах одинаковый.

Расположим два спектра друг под другом и отметим в них линии с совпадающими длинами волн и линии, смещенные в спектре звезды 109 Тельца. Среди линий с совпадающими длинами волн можно выделить наиболее сильные и отождествить их со списком, приведенным в условии задачи. Это позволяет восстановить шкалу спектра по длинам волн. Спектр охватывает интервал от 7300 \AA до 7330 \AA .

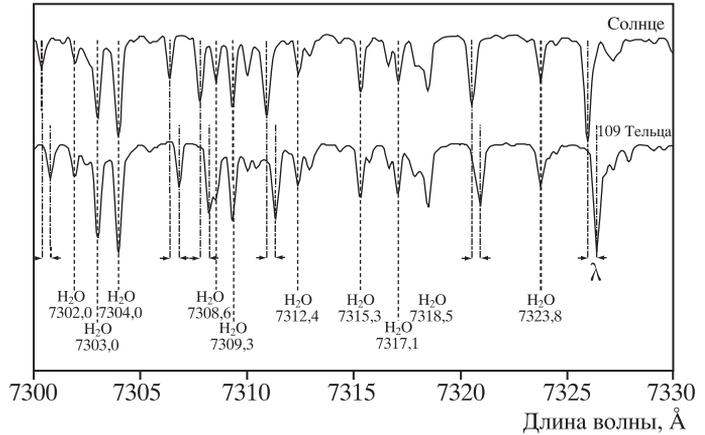
Выделим несколько ярких линий, смещенных в спектре звезды 109 Тельца относительно аналогичных линий в спектре Солнца (в основном это линии нейтрального железа, сильная линия с длиной волны 7326 \AA принадлежит нейтральному кальцию). Они смещены в правую сторону, то есть звезда 109 Тельца имеет

Таблица

Длины волн линий H_2O (в ангстремах)	
7302,0	7312,4
7303,0	7315,3
7304,0	7317,1
7308,6	7318,5
7309,3	7323,8

положительную лучевую скорость и удаляется от нас. Спектральный интервал, представленный на графике, достаточно узкий, и смещение линий в спектре ($\Delta\delta$) можно считать постоянной величиной, равной $0,4 \text{ \AA}$. Однако для достижения лучшей точности имеет смысл измерить ее для нескольких линий и усреднить результаты. Лучевая скорость звезды 109 Тельца равна $v = c(\Delta\delta/\delta) = 16 \text{ км/с}$.

Задачи “Морской осенний закат”, “Звездный вальс” и “Спектры двух звезд” были предложены в практическом туре. Они составлены на основе реальных данных. Решение первой из них воспроизводит реальную задачу ориентирования на местности на основе



Совмещенные спектры Солнца и звезды 109 Тельца. Показаны звездные и атмосферные теллурические линии водяного пара. К задаче “Спектры двух звезд”.

астрономических наблюдений, а двух других – научную работу по анализу результатов измерений. Эти задачи были решены участниками очень хорошо, и особенно важ-

но – есть уверенность, что кто-то из нынешних победителей и призеров Олимпиады уже вскоре станет молодым ученым-астрономом.

ИСЗ “Swarm” изучают магнитное поле Земли

22 ноября 2013 г. с космодрома Плесецк была запущена РН “Рокот” с тремя ИСЗ “Swarm” (ESA), разработанными немецким отделением консорциума “Astrium”. Первоначально два спутника выведены на орбиту высотой от 460 до 530 км и наклоном 90°, затем высота будет постепенно снижена до 300 км. Третий спутник выведен на более высокую орбиту – 530 км. Управляет полетом спутни-

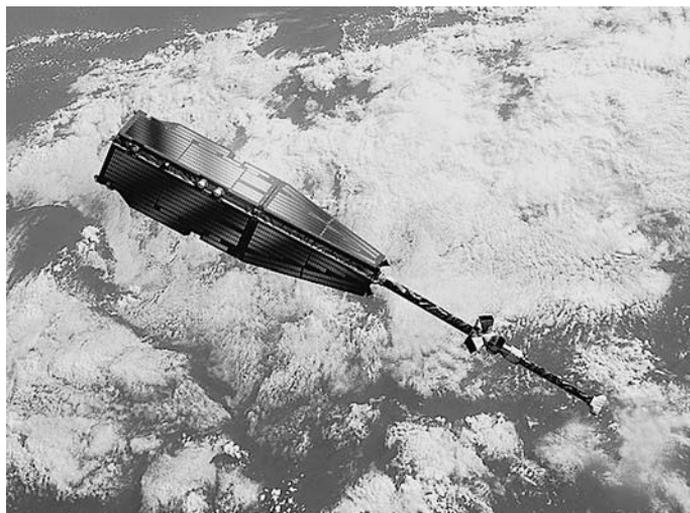
ков Центр космических операций в Дармштадте (Германия). Срок активной работы спутников – 4 года.

Масса спутников “Swarm” (рой) по 472 кг, в том числе 106 кг топлива и 75 кг научного оборудования, размеры – 0,85 × 1,5 м, длина с двумя штангами с магнитометрами – 9,1 м. Память бортового компьютера – 2 × 16 Гбит, скорость передачи информации – 6 Мбит/с. Каждый КА оснащен 7 приборами: высокоточными магнитометрами векторного и скалярного полей, детекторами электрических полей и ускорений, лазерным ретрорефлектором, акселерометром и навигационным оборудованием. Магнитные датчики размещены на 4 выдвижных штангах, чтобы исключить

влияние электромагнитных полей от бортовой электроники. Приборы созданы в Австрии, Дании, Канаде, Франции, Чехии и Швеции.

Группировка из трех спутников предназначена для изучения магнитного поля Земли и его изменений во времени с невиданным ранее разрешением. Это даст новую информацию о динамике коры, литосфере и ядре Земли, а также о взаимодействии планеты с космической средой. Ожидается, что данные исследований позволят, в частности, усовершенствовать моделирование космической погоды, повысить точность навигации и прогнозов землетрясений. Известно, что магнитные полюса Земли за последнее десятилетие начали быстрее изменять свое положение, что, возможно, указывает на смену магнитных полюсов нашей планеты, происходящую раз в сотни тысяч лет. Именно этот вопрос будет главной целью исследований.

Проект “Swarm” входит в программу ESA “Живая планета”, в рамках которой ранее запущены научные ИСЗ “GOCE” для изучения земной гравитации, “SMOS” и “CryoSat”, исследовавшие океаны, морской лед и вечную мерзлоту (Земля и Вселенная, 2010, № 5).



Европейский ИСЗ “Swarm” на околоземной орбите. Рисунок ESA.

Пресс-релизы ESA
и Роскосмоса,
22 ноября 2013 г.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: май – июнь 2014 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Май		
4	12	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
6	10	Луна в апогее
7	3	Луна в первой четверти
10	18	Сатурн в противостоянии с Солнцем
11	11	Луна проходит в 3° южнее Марса
14	12	Луна проходит в 1° южнее Сатурна
14	19	Полнолуние
18	12	Луна в перигее
21	9	Марс переходит от попятного движения к прямому
21	13	Луна в последней четверти
25	6	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (23°)
25	14	Луна проходит в 2° севернее Венеры
28	18	Новолуние
30	15	Луна проходит в 6° южнее Меркурия
Июнь		
1	6	Луна проходит в 6° южнее Юпитера
3	4	Луна в апогее
5	20	Луна в первой четверти
7	10	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
7	23	Луна проходит в 2° южнее Марса
10	6	Нептун переходит от прямого движения к попятному
10	18	Луна проходит в 1° южнее Сатурна
13	4	Полнолуние
15	3	Луна в перигее

Таблица I (окончание)

Дата	Время, ч	Событие
19	18	Луна в последней четверти
19	22	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
21	10	Летнее солнцестояние
24	13	Луна проходит в 2° южнее Венеры
27	8	Новолуние
30	18	Луна в апогее

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

Таблица II

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°		
					восход	заход	восход	заход	восход	заход	
	ч	м	°	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	
Май	1	02	32	14	56	04:51	19:08	04:21	19:37	03:28	20:31
	11	03	10	17	45	04:37	19:20	04:01	19:56	02:51	21:06
	21	03	50	20	05	04:26	19:31	03:44	20:13	02:16	21:41
	31	04	50	21	51	04:18	19:41	03:31	20:29	01:42	22:17
Июнь	10	05	12	22	58	04:14	19:49	03:23	20:40	01:15	22:48
	20	05	53	23	26	04:14	19:53	03:21	20:46	01:01	23:06
	30	06	35	23	12	04:17	19:54	03:25	20:46	01:12	22:59

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время восхода Солнца 3 мая 2014 г. в Иркутске (широта – 52° 17', долгота – 6° 57^м, 6-я часовая зона – московское время плюс 5^ч, UT + 9^ч). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 3 мая, получаем 4^ч 27^м. Вычтем из него долготу места, прибавим 9^ч, получим 6^ч 30^м.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
								45°	55°	65°		
	ч	м	°	'	"	"	"	"	"			
Меркурий												
Май	01	02	53,8	+17	06	-1,8	5,2	0,97	-	-	-	
	11	04	15,9	+23	17	-0,9	5,9	0,75	0,9	0,5	-	Вечер
	21	05	23,0	+25	30	0,0	7,3	0,47	1,3	0,8	-	Вечер
	31	06	03,6	+24	40	1,1	9,2	0,15	0,5	-	-	Вечер

Таблица III (окончание)

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для раз- ных широт, ч			Период ви- димости	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Июнь 10	06	11,8	+22	13	3,1	11,3	0,08	–	–	–		
20	05	23,0	+19	38	5,9	12,0	0,01	–	–	–		
30	05	35,9	+18	43	2,7	10,7	0,09	–	–	–		
Венера												
Май 1	23	52,8	–02	10	–4,1	17,1	0,67	1,6	0,7	–	Утро	
11	00	35,2	+01	58	–4,1	15,9	0,70	1,6	0,6	–	Утро	
21	01	18,3	+06	11	–4,0	14,9	0,74	1,6	0,7	–	Утро	
31	02	02,3	+10	18	–4,0	14,0	0,76	1,7	0,8	–	Утро	
Июнь 10	02	47,8	+14	07	–3,9	13,3	0,80	1,8	1,0	–	Утро	
20	03	34,9	+17	28	–3,9	12,7	0,83	1,9	1,3	–	Утро	
30	04	23,9	+20	08	–3,9	12,1	0,85	2,0	1,7	–	Утро	
Марс												
Май 1	12	43,7	–02	57	–1,2	14,5	0,98	8,8	7,9	6,1	Ночь	
11	12	36,2	–02	38	–1,0	13,7	0,96	7,9	7,0	4,6	Ночь	
21	12	33,6	–02	48	–0,7	12,8	0,93	7,0	6,0	2,8	Вечер	
21	12	35,7	–03	26	–0,5	11,9	0,92	6,1	5,0	–	Вечер	
Июнь 10	12	42,1	–04	28	–0,3	11,0	0,90	5,3	4,1	–	Вечер	
20	12	51,9	–05	48	–0,1	10,2	0,89	4,6	3,3	–	Вечер	
Юпитер												
Май 1	07	04,3	+22	55	–1,9	35,2	0,99	5,2	5,6	5,7	Вечер	
11	07	11,1	+22	45	–1,8	34,4	0,99	4,4	4,6	4,2	Вечер	
21	07	18,6	+22	32	–1,8	33,6	1,00	3,6	3,7	2,2	Вечер	
31	07	26,7	+22	17	–1,7	33,0	1,00	2,8	2,7	–	Вечер	
Июнь 10	07	35,2	+21	59	–1,7	32,4	1,00	2,1	1,6	–	Вечер	
20	07	44,0	+21	39	–1,7	32,0	1,00	1,3	–	–	Вечер	
30	07	53,1	+21	16	–1,7	31,7	1,00	–	–	–		
Сатурн												
Май 1	15	15,1	15	29	0,1	18,7	1,00	8,3	7,0	4,0	Ночь	
11	15	12,2	–15	17	0,1	18,7	1,00	8,1	6,5	2,3	Ночь	
21	15	09,2	–15	06	0,1	18,7	1,00	7,7	5,9	–	Ночь	
31	15	06,3	–14	56	0,2	18,6	1,00	7,2	5,2	–	Ночь	
Июнь 10	15	03,8	–14	47	0,2	18,5	1,00	6,6	4,6	–	Ночь	
20	15	01,7	–14	40	0,3	18,3	1,00	5,8	4,0	–	Ночь	
30	15	00,0	–14	35	0,4	18,0	1,00	5,2	3,4	–	Вечер	

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

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

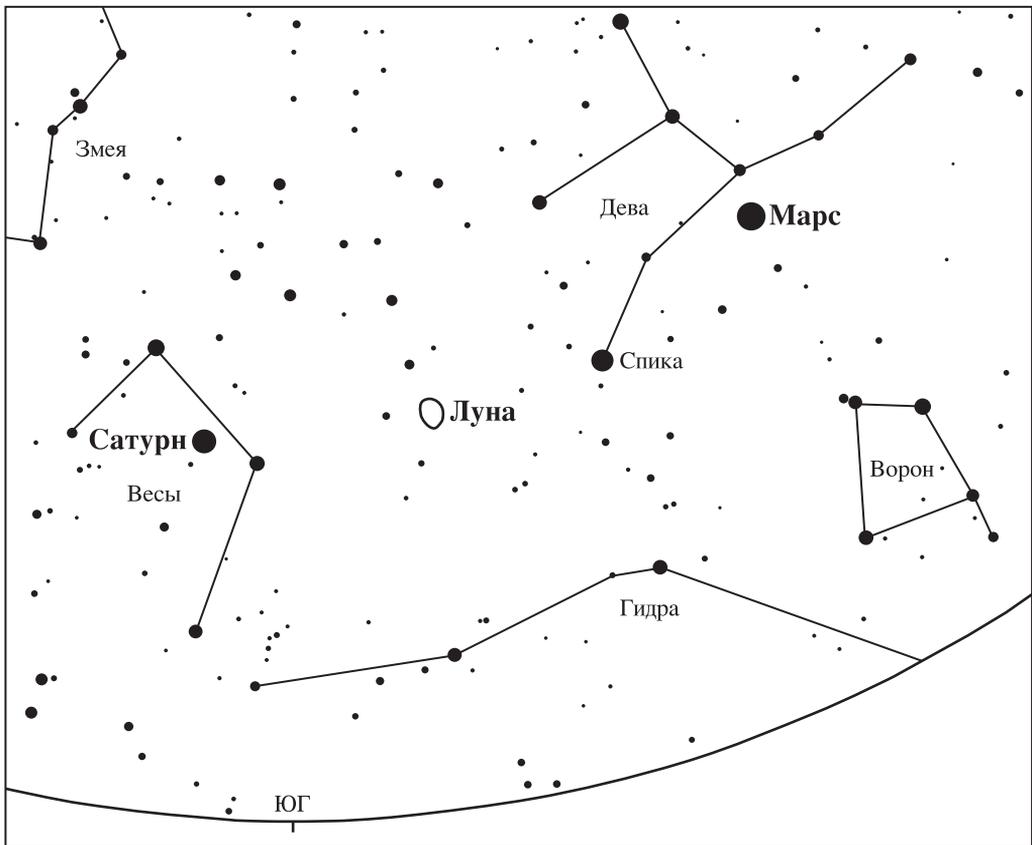
Меркурий можно увидеть в средних и южных широтах нашей страны с 10 мая до конца месяца после захода Солнца, когда небосвод немного стемнеет и появятся яркие звезды. 25 мая планета будет в наибольшей восточной элонгации (23°), а 30 мая недалеко от нее окажется растущая Луна. В июне Меркурий уже не видим, 7 июня он переходит от прямого движения к попятному и 19 июня будет находиться в нижнем соединении с Солнцем.

Венера видна в утреннее время в средних широтах в 1–2 ч ночи, в южных регионах видимость планеты немного продолжительней, в северных широтах планета не видна. Венера по-

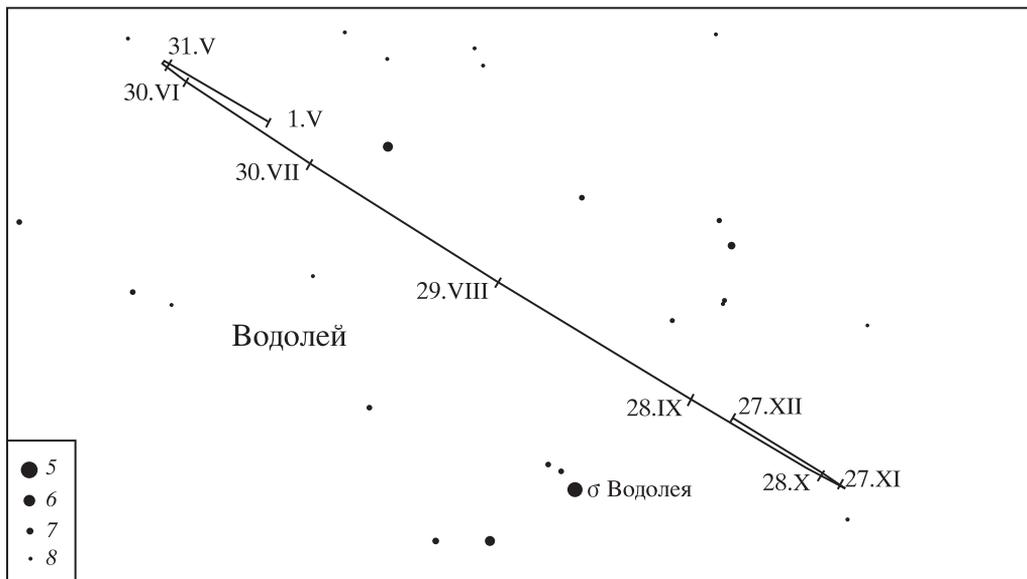
степенно удаляется от Земли, ее видимый угловой диаметр уменьшается с $17''$ в начале мая до $12''$ в конце июня. Луна пройдет недалеко от Венеры 25 мая и 24 июня.

Марс перемещается по созвездию Девы. Условия видимости Красной планеты в этот период благоприятны. 21 мая он переходит от попятного движения к прямому, постепенно удаляясь от Земли. Видимый угловой диаметр планеты уменьшается с $14''$ в начале мая до $10''$ в конце июня. Луна пройдет недалеко от Марса 11 мая и 7 июня.

Юпитер виден в вечернее время, он медленно перемещается по созвездию Близнецов. Вечерняя видимость этой



Вид южной части звездного неба в Москве 9 июня 2014 г. в 23^h00^m по московскому времени. Отмечено положение Марса, Сатурна и Луны.



Видимый путь на небесной сфере Нептуна в мае – декабре 2014 г.

планеты-гиганта постепенно сокращается. Юпитер исчезает с небосклона сначала в северных широтах нашей страны, затем в средних, а в конце июня – в южных. Луна пройдет недалеко от Юпитера 4 мая и 1 июня.

Сатурн медленно перемещается по созвездию Весов. 10 мая планета будет находиться в противостоянии с Солнцем, ее видимый угловой диаметр – 18,7", он немного уменьшится к

концу июня. В телескоп хорошо заметны кольца Сатурна. Луна пройдет недалеко от Сатурна 14 мая и 12 июня.

Нептун можно увидеть в телескоп или крупный бинокль в созвездии Водолея недалеко от звезды σ Водолея (4,8^m). 10 июня Нептун переходит от прямого движения к попятному. 29 августа планета в противостоянии с Солнцем, 16 ноября переходит от попятного движения к прямому.

Таблица IV

ЭФЕМЕРИДА НЕПТУНА

Дата	α		β		m	d
	ч	м	°	'		
Май 1	22	35,8	–09	36	7,9	2,4
31	22	37,3	–09	28	7,9	2,4
Июнь 30	22	37,0	–09	31	7,9	2,5
Июль 30	22	35,1	–09	43	7,8	2,5
Август 29	22	32,2	–10	01	7,8	2,5
Сентябрь 28	22	29,3	–10	18	7,8	2,5
Октябрь 28	22	27,3	–10	29	7,9	2,5
Ноябрь 27	22	27,0	–10	30	7,9	2,4

В.И. ЩИВЬЁВ
г. Железнодорожный (Московская обл.)

Сейсмичность Земли в июле–ноябре 2013 г.

За этот период в Службе срочных донесений Геофизической службы РАН обработано более 1600 землетрясений, из них 21 с магнитудой $M \geq 6,5$ и 52 ощущались на земной поверхности.

На территории России наиболее значимым было землетрясение у восточного побережья Камчатки 12 ноября 2013 г., ощущавшееся с магнитудой $M = 6,6$ в Петропавловске-Камчатском силой 3–4 балла. Очаг находился под дном Тихого океана на глубине 80 км, в 185 км к юго-западу от Усть-Камчатка и в 288 км к северо-востоку от Петропавловска-Камчатского. Его эпицентр размещался в том же месте, что и мощнейшее Кроноцкое землетрясение на Камчатке 5 декабря 1997 г. с $M = 7,9$.

17 сентября на границе Грузии и России зафиксировано землетрясение с магнитудой $M = 5,5$. Его очаг располагался на глубине 15 км, в 75 км к юго-западу от с. Ботлиха (Россия) и в

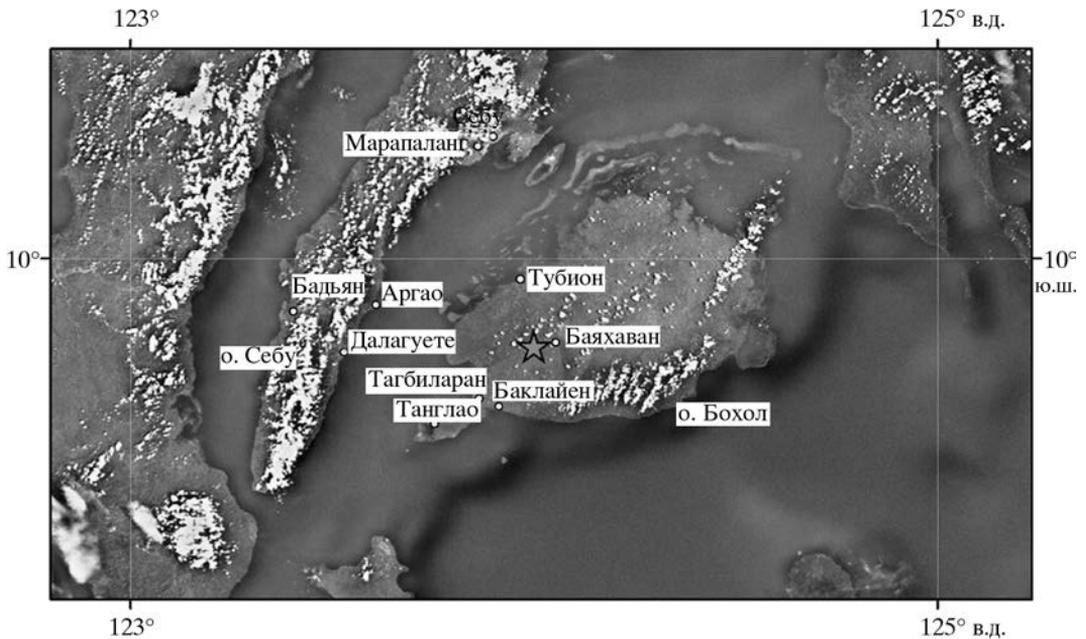
92 км к северо-востоку от Тбилиси. В Ботлихе ощущались толчки силой 3–4 балла, в Махачкале, Дылыме, Мамедкале и Темиргое – 2–3 балла. Лишь у нескольких домов в Кварели (Грузия) оказались поврежденными крыши. Сотрясения ощущались также в Тбилиси, в приграничных с Грузией населенных пунктах Азербайджана силой 3–4 балла и на территории Армении, в городах Ноемберян и Иджеван силой 3 балла.

Остановимся на крупнейших землетрясениях.

24 сентября в Пакистане зарегистрировано мощное землетрясение с магнитудой $M = 7,7$, повлекшее за собой человеческие жертвы. Очаг был на глубине 20 км, в 278 км и в 340 км к северо-востоку от Карачи и Хайдарабада соответственно, в 533 км к юго-востоку от Захеда-на (Иран). Погибло 348 человек, разрушено или серьезно повреждено более 20 тыс. домов, в г. Аваран – более 90% построек. Главный ми-

нистр провинции Белуджистан объявил в округе чрезвычайное положение. На помощь спасателям пришли военные и пограничники. Индийские СМИ сообщили, что толчки отмечены в городах Карачи, Хайдарабад, Ларкана, Нью-Дели и других населенных пунктах Северной Индии. Территория Пакистана не раз испытывала сотрясения от землетрясений, происходящих в соседних странах. Так, 16 апреля 2013 г. в Пакистане разрушено около тысячи домов в результате мощного землетрясения с $M = 7,8$, эпицентр которого располагался в Иране (Земля и Вселенная, 2013, № 6).

В Румынии 6 октября произошло умеренное землетрясение с магнитудой $M = 5,5$, его очаг находился на глубине 130 км, в 67 км к востоку от Брашова, в 149 км к северо-востоку от Бухареста и в 229 км к юго-западу от Кишинёва. Колебания почвы зафиксированы в Румынии, Болгарии, Молдове и



Эпицентр землетрясения (отмечен звездой) на Филиппинах 15 октября 2013 г.

южных областях Украины – в Одессе, Николаеве, Херсоне и в Крыму. В Кишинёве сила сотрясений достигала 4–5 баллов, в Тирасполе – 3, в Одессе – 2–3 баллов.

12 октября в районе острова Крит (Греция) случилось значительное землетрясение с магнитудой $M = 6,5$. Его очаг залегал в Средиземном море у берегов острова на глубине 33 км, в 66 км к северо-западу от Ханьи, в 170 км к северо-западу от Ираклиона и в 262 км к юго-западу от Афин. На острове Крит в жилых домах и магазинах разбились стекла. Жители сообщают, что в г. Ханья кусок скалы оторвался, упал на дорогу и заблокировал движе-

ние транспорта. Подземная волна докатилась до Афин, толчки почувствовали жители и других городов Греции.

За прошедший период наблюдалась активизация сейсмичности вдоль Тихоокеанского огненного пояса, в его состав входят Новая Зеландия, Японские и Филиппинские острова и далее до моря Скоша (близ Антарктиды). В этом поясе, расположенном по периметру Тихого океана на стыке трех гигантских литосферных плит – Тихоокеанской, Американской и Индийской, – находится большинство действующих вулканов, поэтому возникает множество землетрясений. Индонезия и Филиппи-

ны – один из самых сейсмически активных регионов в мире.

2 июля в Северной Суматре (Индонезия) зарегистрировано землетрясение с магнитудой $M = 6,3$, его очаг отмечен на глубине 10 км, в 167 км к юго-востоку от Банда-Ачех и в 263 км к северо-западу от Медана. В результате погибло 29 человек. Национальное агентство по чрезвычайным ситуациям Индонезии сообщило о 400 пострадавших. Около 1,5 тыс. домов оказались разрушенными, в основном в 320 км от г. Банда-Ачех. Например, в деревне Блангмачунг района Центральный Ачех 90% домов стерты с лица земли.



Последствия разрушительного землетрясения 15 октября 2013 г. на Филиппинах. Фото РИА Новости.

21 июля и 16 августа в Новой Зеландии произошли два землетрясения с магнитудой $M = 6,5$ и $6,8$. Очаги находились на глубине 10 км в Тихом океане. Первое – у побережья Новой Зеландии в проливе Кука, в 43 км к юго-западу от столицы Веллингтон, в 124 км к юго-востоку от Нельсона и в 263 км к северо-

востоку от Крайстчёрча. Второе – в 73 км к юго-востоку от Нельсона и в 200 км к северо-востоку от Крайстчёрча. По данным ИТАР-ТАСС, предупреждения об угрозе цунами и сообщений о жертвах и разрушениях не поступало. Вместе с тем в Веллингтоне временно остановилось движение городских элек-

тричек и автобусов, прерывались мобильная телефонная связь и подача электроэнергии в некоторые районы города. Довольно сильные землетрясения в Новой Зеландии регистрировали и ранее: 20 декабря 2007 г. с $M = 6,6$ к юго-востоку от г. Гисборна на острове Северный, где отмечены разрушения зданий и сооружений (Земля и Вселенная, 2008, № 5) и 21 февраля 2011 г. с $M = 6,3$ близ Крайстчёрча, в результате которого погибло 185 человек (Земля и Вселенная, 2011, № 6).

15 октября на Филиппинах землетрясение с магнитудой $M = 7,0$ повлекло человеческие жертвы и разрушения. Место эпицентра – в недрах острова Бохол на глубине 33 км, в 6 км к западу от Баяхавана, в 21 км к северо-востоку от Тагбиларана и в 59 км к юго-востоку от о. Себу. По данным РИА Новости, 85 человек погибли. Многие получили ранения из-за давки, когда люди в панике бросились наружу из закрытых помещений. Нарушились энергоснабжение и связь с большим количеством районов на трех островах. По заявлениям властей, тяжелые повреждения получил морской порт острова Бохол.

25 октября у восточного побережья острова Хонсю (Япония) случилось сокрушительное

землетрясение с $M = 7,3$. В некоторых регионах префектуры Мияги наблюдались цунами с волнами высотой до 30 см. Персонал АЭС «Фукусима» получил указания об эвакуации с территории станции. Информации о разрушениях и пострадавших не поступало. На Дальнем Востоке России, в Южно-Курильске, сотрясаемость достигала 2 баллов. Эпицентр

находился в 213 км к юго-востоку от эпицентра наиболее мощного землетрясения 11 марта 2011 г. с $M = 8,8$ (Земля и Вселенная, 2011, № 4).

Серия мощных землетрясений наблюдалась в ноябре 2013 г. в районе моря Скоша. Магнитуды сильнейших из них (16 и 17 ноября) составили $M = 7,0$ и $M = 7,8$ соответственно. Они сопровождались многочисленными

афтершоками с $M = 4,8-5,4$. Параметры всех землетрясений представлены на информационном сервере Геофизической службы РАН (<http://www.ceme.gsras.ru>).

О.Е. СТАРОВОЙТ,
кандидат физико-математических наук
Л.С. ЧЕПКУНАС,
кандидат физико-математических наук
М.В. КОЛОМИЕЦ

Информация

Супертайфун Йоланда (Хайян)

Филиппины, находясь в сейсмически активной зоне, часто подвергаются действию стихий: землетрясений, наводнений и тайфунов. Каждый год в сезон дождей, с июня по декабрь, на Филиппинский архипелаг обрушиваются десятки тайфунов и штормов. В 2013 г. в Тихоокеанском регионе произошло 30 штормов, 13 тайфунов и 5 супертайфунов. Печальный рекорд по числу жертв удерживает супертайфун 1991 г., который унес жизни 6 тыс. жителей острова Лейте.

7 ноября 2013 г. над Филиппинами пронесся супертайфун Йоланда (по между-

народной классификации – Хайян, буреветник), представляющий собой бурю наивысшей, пятой, категории по шкале ураганов Саффира – Симпсона. Это один из самых сильных тропических циклонов за всю историю метеонаблюдений. На Филиппинах были отменены все авиарейсы, прервано паромное сообщение, закрыты

государственные и учебные учреждения, проведена эвакуация около миллиона человек, возведены защитные сооружения. Утром 8 ноября скорость ветра достигла 315 км/ч с порывами до 379 км/ч. В результате образовались волны высотой до 6 м, которые накрыли берега островов Самар и Лейте. Ураганный ветер принес



Супертайфун Йоланда (Хайян) над Филиппинами. Снимок сделал 8 ноября 2013 г. экипаж 37-й основной экспедиции МКС. Фото NASA.



Остров Самар. Снимки из космоса, сделанные до тайфуна и после него.

с собой проливные дожди и вызвал многочисленные оползни, он с легкостью вырывал с корнем деревья, ломал телеграфные столбы и срывал крыши с домов, на расстоянии до 1 км затоплены прибрежные области, смыты строения. Эффект от штормовых волн был сравним с разрушениями от цунами, г. Таклобан на о. Лейте полностью уничтожила 5-м волна. Во многих районах центральной части Филиппин прерывалось энергоснабжение. В первый день стихии более 600 домов превратились в руины, тысячи тел обнаружены бригадами Красного Креста в г. Таклобане и около 200 тел – в провинции Самар.

От супертайфуна Йоланда на Филиппинах пострадали более 11 млн человек. Буря бушевала два дня, чис-

ло жертв возросло до 4 тыс. человек, ранения получили более 18 тыс. человек, сотни человек считаются пропавшими без вести. Свыше 534 тыс. филиппинцев лишились крова: полностью уничтожено более 130 тыс. домов, повреждено почти 107 тыс. Ущерб на Филиппинах оценивается примерно в 14 млрд долларов.

Далее тайфун начал перемещаться в сторону Гонконга, Лаоса, Вьетнама и Китая. К 9 ноября он утратил свою мощь, ослаб и двигался на северо-запад со скоростью 35 км/ч, превратившись в область низкого давления. Тайфун Йоланда несколько усилился над Южно-Китайским морем и привел к значительным осадкам во Вьетнаме, сообщалось о 14 погибших и 81 раненом. Эвакуировано 600 тыс. жи-

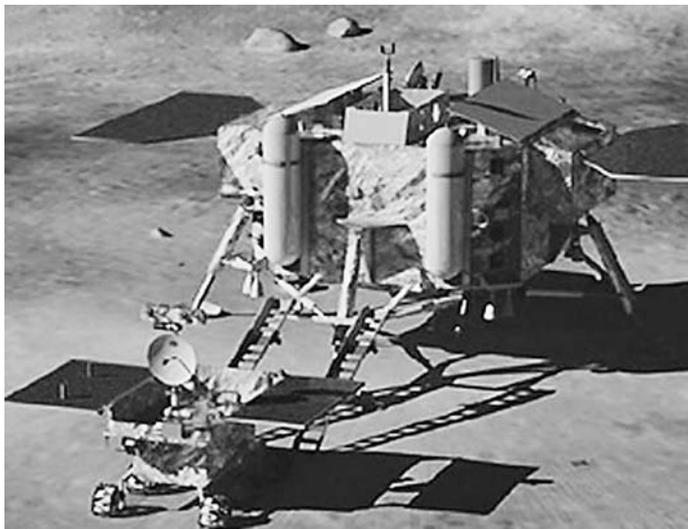
телей прибрежных районов Вьетнама, отменены сотни авиарейсов, ограничено мореходство. 10 ноября тайфун достиг побережья Китая в провинции Хайнань, где привел к значительным разрушениям, пострадало 3,5 тыс. человек. В провинции Гуанси наблюдались сильные осадки и порывы ветра до 100 км/ч. Стихия затронула около 1,2 млн человек, 26,3 тыс. были эвакуированы, 25 тыс. гектаров посевов уничтожены, более 8,5 тыс. домов повреждены.

За тайфуном Хайян последовал циклон Зориада, развившийся до шторма. Он приблизился к южному филиппинскому острову Миндана.

По материалам ИТАР-ТАСС и РИА Новости,
8–11 ноября 2013 г.

Полет китайского лунохода

2 декабря 2013 г. с космодрома Сичан с помощью РН “СЗ-2В” (“Великий поход-2Б”) запущена китайская АМС “Чанъэ-3” (“Change-3”). Этот запуск знаменует начало второго этапа китайской программы изучения Луны. После выхода на околоземную орбиту и раскрытия солнечных батарей выполнен 5-сут перелет к Луне с выходом на 100-км окололунную орбиту, где “Чанъэ-3” провел 7 сут, дожидаясь восхода Солнца на нужную высоту в Заливе Радуги. Здесь станция должна прилуниться, проверяя все системы. За несколько часов до посадки “Чанъэ-3” перешел на орбиту 15×100 км, перед посадкой сложил солнечные батареи. После прилунения они были вновь раскрыты. 14 декабря 2013 г. АМС доставила на Луну первый китайский луноход – “Нефритовый заяц” ($44^{\circ}12'$ с.ш. и $19^{\circ}51'$ з.д. – на 400 км восточнее, чем намечалось). Место посадки лунохода определил доктор физико-математических наук В.В. Шевченко (ГАИШ МГУ). 15 декабря луноход сошел с посадочной ступени на лунную поверхность и сделал первые снимки. Рас-



Луноход “Нефритовый заяц”, спустившийся на лунную поверхность по трапу посадочной ступени. Рисунок CNSA.

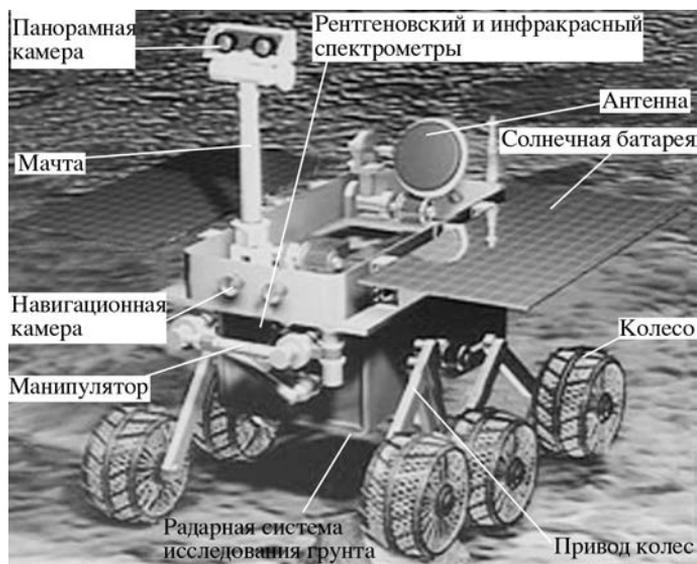
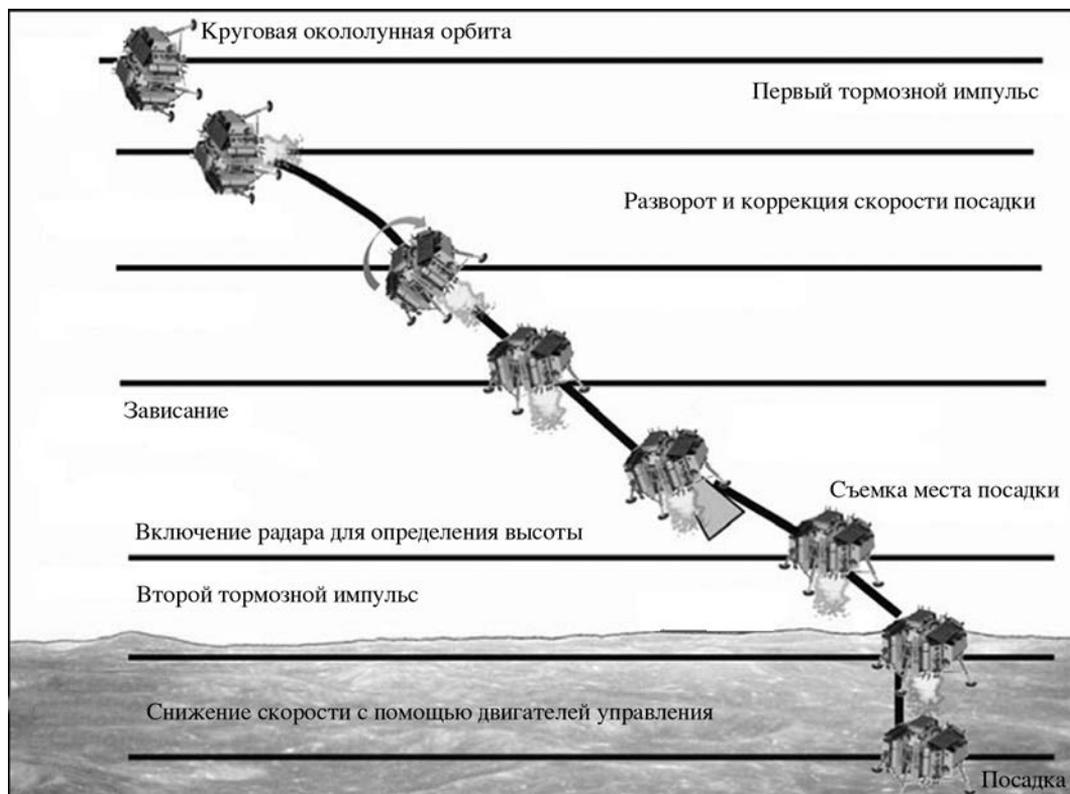


Схема размещения основных систем и научной аппаратуры на луноходе “Нефритовый заяц”. Рисунок CNSA.

четный срок работы приборов посадочной ступени – год, лунохода – три месяца.

Название лунохода было выбрано в результате ин-

тернет-голосования. Нефритовый заяц Юту (Yutu), живущий на Луне, – персонаж китайского фольклора. В мифологии Древнего Ки-



Этапы прилунения посадочной ступени с луноходом “Нефритовый заяц”. 14 декабря 2013 г. Рисунок CNSA.

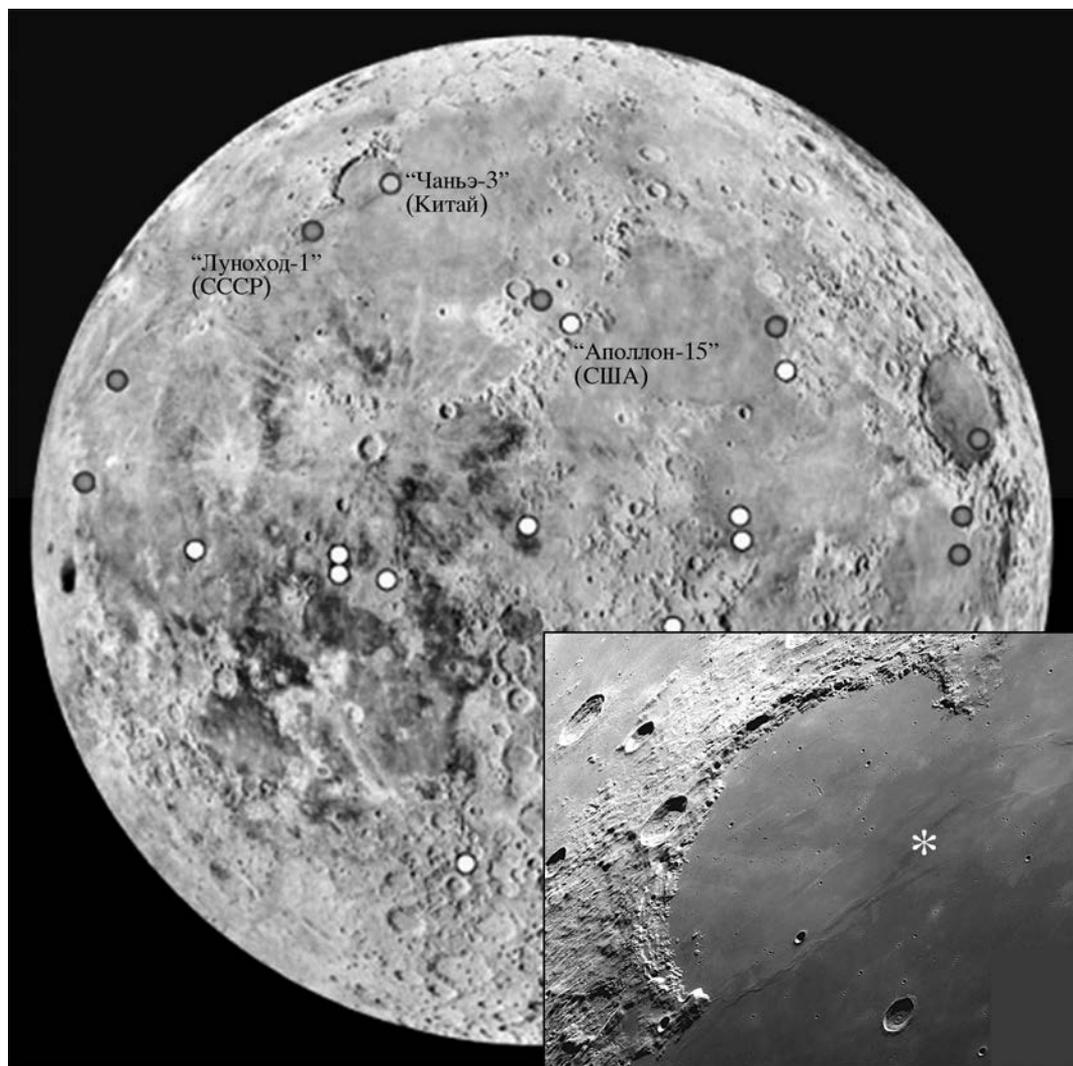
тая Чаньэ – лунная богиня. Возле ее нефритового двorca живет волшебный заяц.

“Чаньэ-3” (стартовая масса – 3780 кг, в том числе около 2000 кг топлива и 300 кг научной аппаратуры), состоит из двух частей – посадочной ступени и лунохода. На посадочной ступени установлены две солнечные батареи системы энергоснабжения, радиоизотопный термоэлектрический генератор для прогрева приборов во время лунной ночи, маршевый двигатель и двигатели управления системы посадки. Она полностью автономно прилунилась и будет “засыпать” в лунные

ночи. Луноход размещается на верхней плоскости посадочной ступени с четырьмя посадочными опорами. Опустившись из верхнего положения в нижнее, они позволят луноходу съехать на грунт. На посадочной ступени размещается 150-мм оптический телескоп ближнего УФ-диапазона системы Ричи – Кретьена и ПЗС-матрица для наблюдений двойных звезд, короткопериодических переменных, активных ядер галактик и других объектов до 13^m. Кроме телескопа на ступени также установлены камера (далекий УФ-диапазон), три панорамные камеры и

устройство для изучения лунного грунта. Для того чтобы выбрать окончательную точку прилунения, во время зависания в течение около 100 с проводилась съемка поверхности. Коротковолновая камера в далеком УФ-диапазоне с полем зрения 16° предназначена для наблюдения земной ионосферы в полосе 30,4 нм.

Длина лунохода “Нефритовый заяц” – 1,5 м, ширина – 1 м, высота – 1,1 м, масса – 120 кг (по другим данным, 140 кг), в том числе 20 кг научной аппаратуры. Он снабжен 1,5-м манипулятором, двумя панелями



Карта Луны с указанием места посадки АМС “Чаньэ-3” в области Залива Радуги в северо-западной части Моря дождей. Темные точки – места посадок советских станций серии “Луна”, светлые – американских станций и лунных модулей КК “Аполлон”. Во врезке – фотография Залива Радуги, сделанная в 2008 г. астрономом-любителем А. Фридманом. Звездочкой отмечено место посадки лунохода.

солнечных батарей, ходовой частью с 6 колесами, рассчитанными на 10 км пробега. С их помощью луноход может взбираться на подъемы до 30° и развивать скорость до 200 км/ч. В комплект приборов лунохода входят две пары камер (нави-

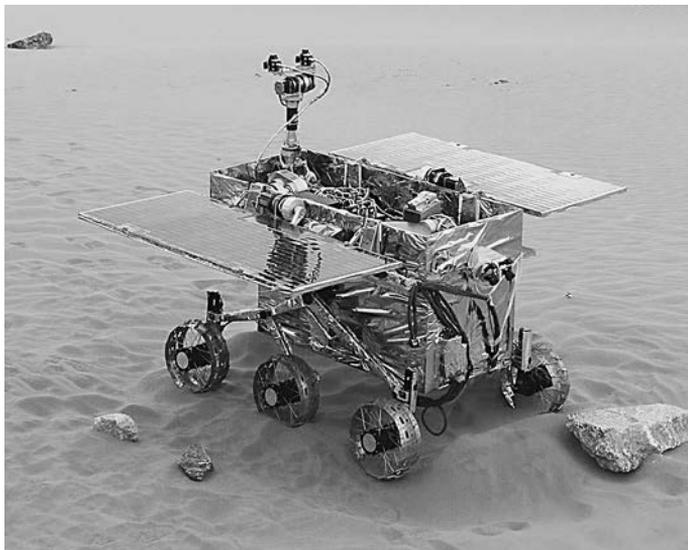
гационные и панорамные), альфа-рентгеновский и инфракрасный спектрометры, чувствительные элементы которых размещены на манипуляторе. Кроме того, на его донной части смонтирован радиолокатор, позволяющий изучить структуру

грунта до глубины 30 м и коры Луны – до 100–200 м.

Во время посадки “Чаньэ-3” произвел выброс отработанного топлива в атмосферу Луны, что зафиксировал американский ИСЛ “LADEE” (Земля и Вселенная, 2014, № 1, с. 106–107).

Луноход исследует большой ударный кратер Залив Радуги (Sinus Iridium) диаметром 236 км, находящийся в северо-западной части Моря Дождей. С северо-востока и юго-запада Залив Радуги окаймлен Юрскими горами высотой до 4,7 км. В северной части береговой дуги район граничит с мысом Лаплас, в южной оконечности – с мысом Гераклид. Дно Залива Радуги залито базальтовой лавой. С геологической точки зрения место посадки примечательно тем, что находится рядом со стыком потоков лавы с высоким и низким содержанием титана. По мнению специалистов, луноход сможет исследовать эти стыки. Появилась уникальная возможность получить сведения о свойствах лунной атмосферы.

Ведущий специалист лунного проекта Оуян Цзыюань из Китайского национального космического управления (CNSA) отмечает, что последний этап



Луноход “Нефритовый заяц”. Фото CNSA.

трехфазной программы изучения Луны по плану завершится в 2017–2018 гг. К этому времени предполагается запустить еще один луноход, который соберет образцы лунного грунта, а АМС “Чанъэ-5” должна до-

ставить образцы лунного грунта на Землю. В 2020-х гг. начнутся пилотируемые исследования Луны.

Пресс-релизы CNSA,
2–15 декабря 2013 г.

Информация

“Спектр-Р” попал в Книгу рекордов Гиннеса

Космическая радиоастрономическая обсерватория “Спектр-Р”, запущенная 18 июля 2011 г., вошла в Книгу рекордов Гиннеса

как самый большой в мире космический радиотелескоп. “Спектр-Р” с телескопом КРТ работает по проекту “Радиоастрон” совместно с глобальной наземной сетью радиотелескопов, образуя единый наземно-космический интерферометр со сверхдлинной базой.

Напомним, что обсерватория изучает ядра галактик, сверхмассивные черные дыры, магнитные поля,

космические лучи, эффекты темной материи и темной энергии, области формирования звезд и планетных систем. С ее помощью были обнаружены линзы в межзвездной среде – турбулентности, которые фокусируют излучение астрономических объектов.

Пресс-релиз АКЦ
ФИАН,
12 февраля 2014 г.

Ф.СП-1

АБОНЕМЕНТ

70336
(индекс издания)

на газету
журнал

Земля и Вселенная

(наименование издания)

Количество комплектов

на ___ год по месяцам:

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

Куда _____
(почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____
(фамилия, инициалы)

ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА

70336
(индекс издания)

на газету
журнал

ПВ место литер

Земля и Вселенная

(наименование издания)

Стоимость	подписки пере-адресовки	___ руб. ___ коп.	Количество комплектов
		___ руб. ___ коп.	

на ___ год по месяцам:

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

Куда _____
(почтовый индекс) _____ (адрес)

Кому _____
(фамилия, инициалы)

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”
(I полугодие 2014 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 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 19.01.2014. Подписано в печать 28.02.2014. Дата выхода в свет 13 нечет.

Формат 70 × 100¹/₁₆ Цифровая печать
Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отг. 3,9 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 415 Зак. 2064 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

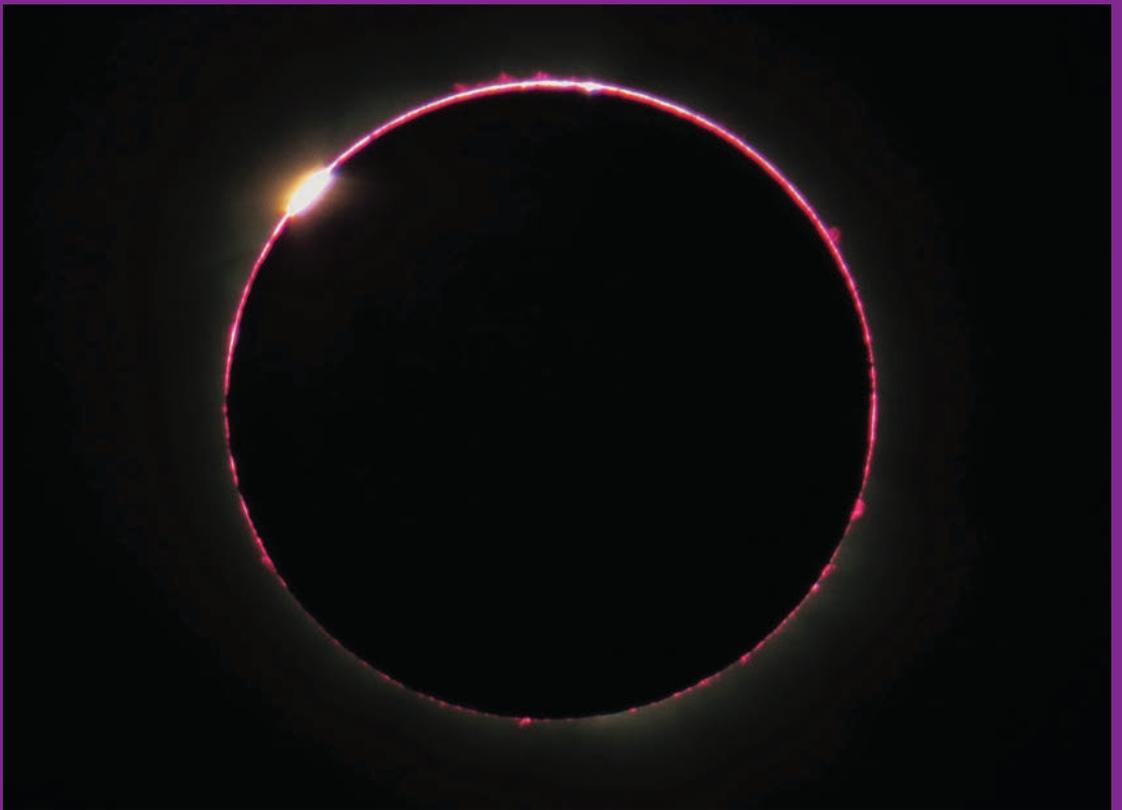
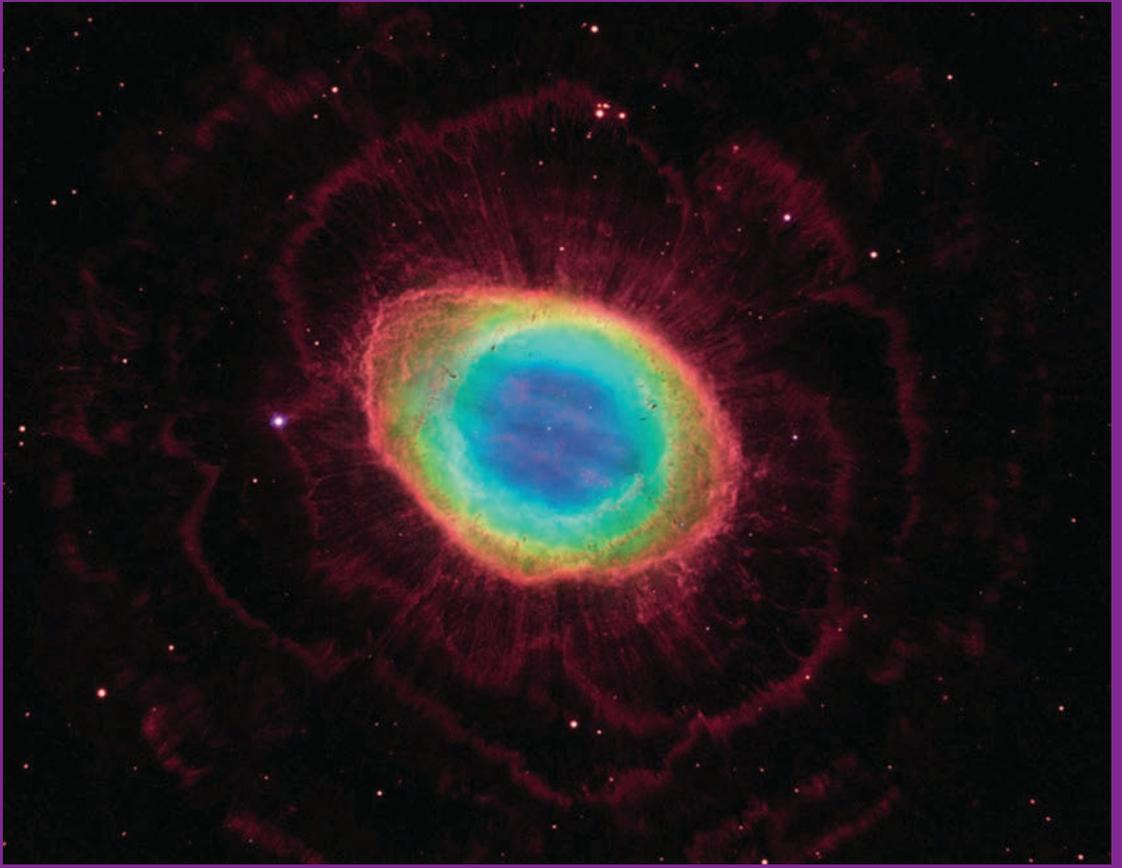
Адрес редакции: 119049, Москва, Мароновский пер., 26

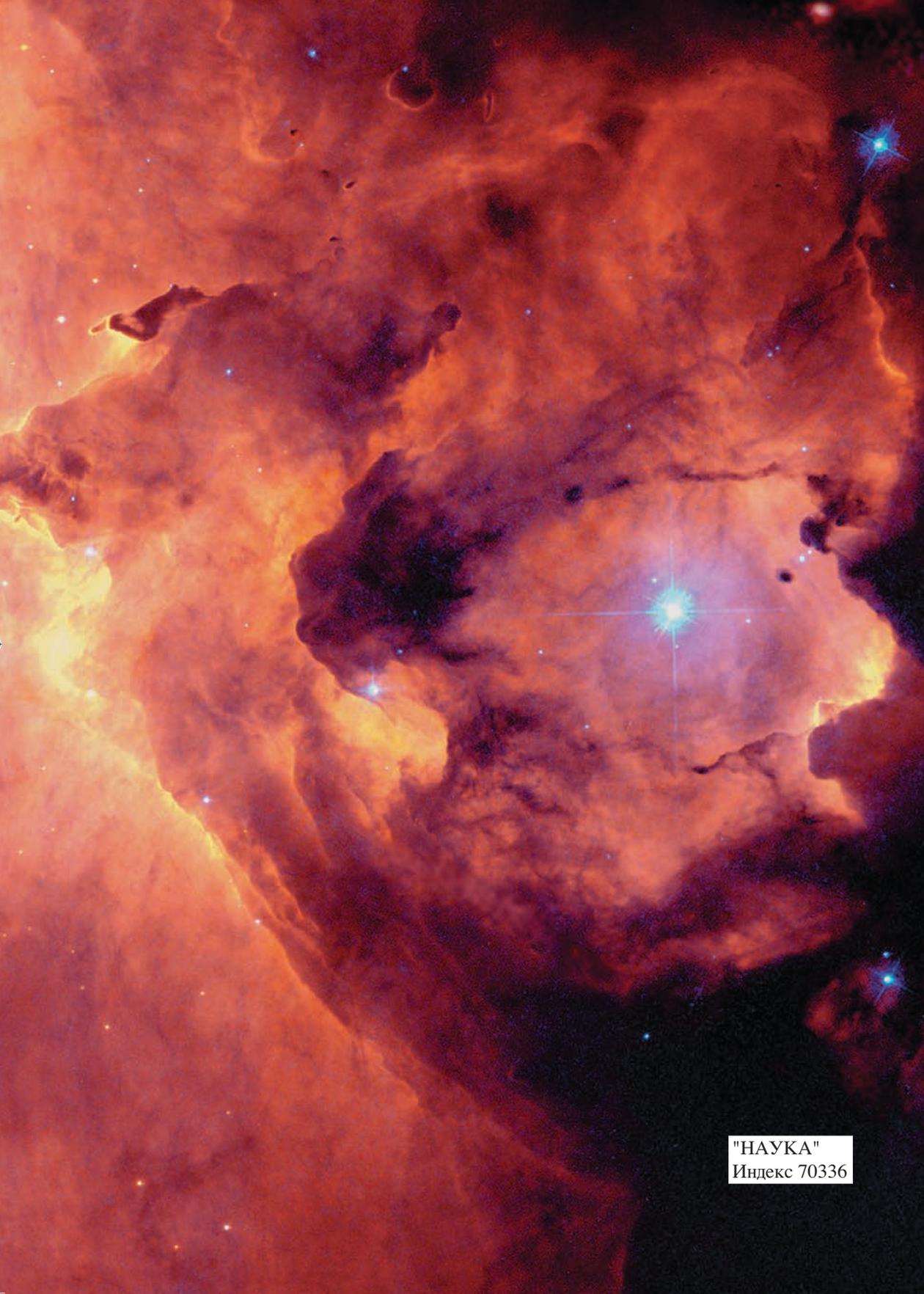
Телефоны: (факс) (499) 238-42-32, 238-29-66

E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен АИЦ “Наука” РАН

Отпечатано в ППП “Типография “Наука”,
121099 Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336