

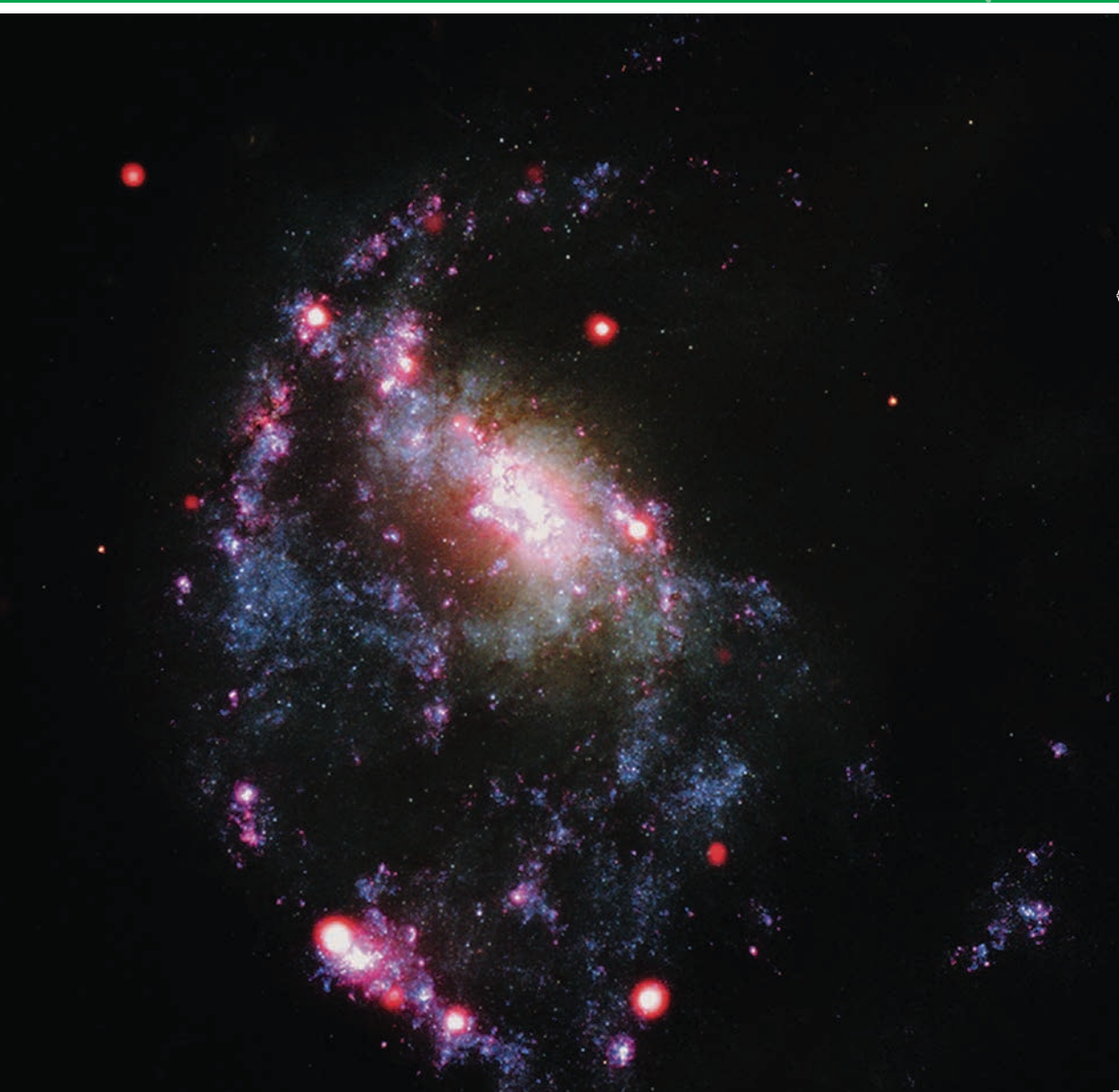
ISSN 0044-3948

ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

МАЙ-ИЮНЬ

3/2013



К 50-летию полета первой женщины-космонавта В.В. Терешковой



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

3/2013



Новости науки и другая информация: Изучение взаимодействия галактик [16]; Самая большая галактика [27]; Солнце в декабре 2012 г. – январе 2013 г. [28]; Природа радиопульсаров раскрыта? [41]; Раскрыта тайна околос звездного диска [79]; “Пустота” в туманности [91]; Исследование астероида Тоутатис [106]; Американские лунные станции завершили полет [107]; Магнитная аккреция в пульсарах [108]; Строительство мощного наземного телескопа [109]; Иран запустил в космос обезьяну [111]

В номере:

- 3 ПОДГОРНЫЙ А.И., ПОДГОРНЫЙ И.М. Условия возникновения солнечной вспышки
17 КЛИМОВ С.И. Эксперимент на микроспутнике “Чибиc-M”

КОСМОНАВТИКА XXI ВЕКА

- 31 ГРИГОРЬЕВ А.И., МОРУКОВ Б.В. “Марс-500”: предварительные итоги

ЛЮДИ НАУКИ

- 42 КОЗЕНКО А.В. Жозеф-Николя Делиль (к 325-летию со дня рождения)
50 ЧЕРНИН А.Д. Почему расширяется Вселенная? (к 90-летию со дня рождения Э.Б. Глинера)
58 Памяти Вячеслава Алексеевича Маркина

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 60 ПЕРОВ Н.И., СМЕРНОВА Л.В. “Физика космоса, структура и динамика планет и звездных систем”

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 66 ЖЕЛНИНА Т.Н. Планы освоения Луны в трудах пионеров космонавтики (до середины 1930-х гг.)
80 ПОНОМАРЁВА В.Л. История первой женской группы космонавтов

АСТРОНОМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 92 УГОЛЬНИКОВ О.С. Астрономическая олимпиада-2012

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 101 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: июль – август 2013 г.



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
“Земля и Вселенная” (составитель), 2013 г.

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

На стр. 1 обложки: Спиральная галактика NGC 922 в созвездии Печи. Ее почти полностью окружают ярко-розовые туманности. Кольцевая структура галактики связана с прохождением через ее центр галактики 2MASX J0224301–244443. Синтезированное изображение получено в 2012 г. с помощью КТХ и космической обсерватории “Чандра”. Фото NASA/ESA (к стр. 16).

На стр. 2 обложки: Вверху – первые космонавты В.Ф. Быковский, В.В. Терешкова и Ю.А. Гагарин на космодроме Байконур. 1963 г. Внизу – В.В. Терешкова и американский астронавт Кэтрин Коулман. 2011 г. (к статье В.Л. Пономарёвой).

На стр. 3 обложки: Вверху – взаимодействующие галактики NGC 6872 и IC 4970 (слева в кружке) в созвездии Павлина. Спиральный газопылевой рукав NGC 6872 протянулся к IC 4970, в нем много областей звездообразования. Яркая звезда в центре принадлежит нашей Галактике. Синтезированное изображение составлено в 2012 г. из снимков телескопа VLT ESO, космических обсерваторий “Спитцер” и “GALEX” (к стр. 27). Внизу – карта гравитационной плотности лунной поверхности. Красный цвет соответствует высокой плотности, синий – низкой, черные окружности – ударные бассейны. Составлена в 2012 г. по данным американских ИСЛ “GRAIL” и “LRO”. NASA (к стр. 107).

На стр. 4 обложки: Планетарная туманность NGC 1999 в созвездии Ориона в 160 тыс. св. лет от нас. Снимок сделан 23 января 2013 г. телескопом APEX Европейской Южной Обсерватории. Фото ESO (к стр. 91).

In this issue:

3 PODGORNYY A.I., PODGORNYY I.M. Conditions for the development of Solar Flare

17 KLIMOV S.I. Experiment on “Chibis-M” microsatellite

COSMONAUTICS OF XXI CENTURY

31 GRIGORIEV A.I., MORUKOV B.V. “Mars-500”: Preliminary Results

PEOPLE OF SCIENCE

42 KOZENKO A.V. Joseph-Nicolas Delisle (to the 325th Anniversary of Birth)

50 CHERNIN A.D. Why is the Universe Expanding? (to E.B. Gliner’s 90th Anniversary of Birth)

58 In the memory of Vyacheslav Alekseyevich Markin

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

60 PEROV N.I., SMIRNOVA L.V. “Space Physics, Structure and Dynamics of Planets and Stellar Systems”

HISTORY OF SCIENCE

66 ZHELNINA T.N. Plans of Lunar Exploration in Works of Pioneers of Cosmonautics (before the mid-1930ies)

80 PONOMAREVA V.L. Story of the First Women’s Cosmonaut Group

ASTRONOMICAL EDUCATION

92 UGOLNIKOV O.S. Astronomy Olympiad – 2012

AMATEUR ASTRONOMY

101 SHCHIV’YOV V.I. Celestial Calendar: July – August 2013

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН

Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ

доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,

академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,

доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,

кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,

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

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

член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,

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

член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,

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

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

Условия возникновения солнечной вспышки

А.И. ПОДГОРНЫЙ,
доктор физико-математических наук
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН
И.М. ПОДГОРНЫЙ,
доктор физико-математических наук
Институт астрономии РАН

Солнечная вспышка возникает в короне Солнца над активной областью, представляющей собой сосредоточение источников магнитного поля противоположной полярности. Вспышке, длящейся несколько десятков минут, предшествует возрастание магнитного потока активной области в течение нескольких дней. При большой вспышке выделяется энергия, соответствующая взрыву миллионов водородных бомб. Единственным источником энергии в короне может быть магнитное поле. Однако во время вспышки магнитный поток в активной области поверхности Солнца остается постоянным, и распределение магнитного поля в активной области практически

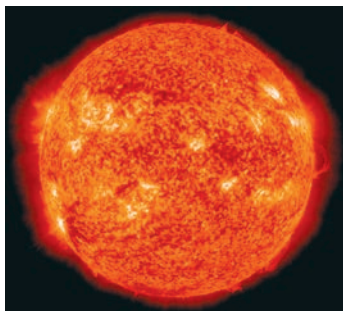


не меняется. Выделяемая при вспышке энергия поступает не из активной области, но аккумулируется перед вспышкой в корональной токовой системе. Магнитогидродинамическое численное моделирование показало, что токовой системой, образующейся в предвспышечном состоянии

в короне над активной областью, является токовый слой. В его магнитном поле накапливается необходимая для вспышки энергия. Для образования в короне токового слоя во время эволюции активной области ее магнитное поле должно иметь сложную структуру.

СОЛНЕЧНЫЙ ТЕРМОЯДЕРНЫЙ РЕАКТОР

На протяжении миллионов лет Солнце согревает и освещает нашу планету, обеспечивая протекание многообразных биологических процессов. Благодаря Солнцу на Земле возникла и поддерживается жизнь. В середине прошлого века стало ясно, что источником энергии Солнца служит термоядерная реакция в его недрах. Там при гигантских температурах сгорают атомные ядра водорода. Небольшое количество более тяжелых элементов в качестве катализатора осуществляют синтез гелия при слиянии четырех ядер водорода. Рассматривается несколько вариантов цепочек ядерных реакций, ответственных за солнечный термоядерный процесс. Для термоядерных реакций необходима очень высокая температура, чтобы энергия атомных ядер была достаточна для преодоления сил электростатического отталкивания ядер и их слияния. Однако нагретое до термоядерных температур вещество должно разлететься с колоссальной скоростью, как это имеет место в термоядерной (водородной) бомбе. Взрывному разлету солнечного вещества препятствуют гигантские силы гравитации. Они создают условия для



Солнце 5 января 2013 г. Снимок сделан в крайнем ультрафиолете (304 Å) космической обсерваторией "SDO". Фото NASA.

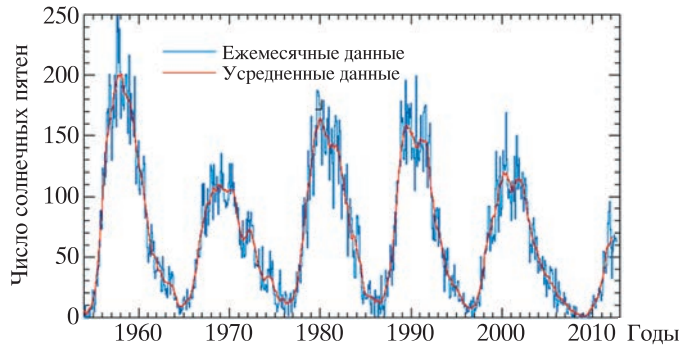
стационарного протекания ядерных реакций в течение миллионов лет. Уже много лет стационарную (управляемую) термоядерную реакцию ученые пытаются провести в лаборатории, используя по предложению доктора физико-математических наук О.А. Лаврентьева электромагнитные силы. Задача эта оказалось слишком трудной, но первые шаги к ее осуществлению были сделаны в знаменитых экспериментах академика Л.А. Арцимовича и его сотрудников.

Итак, солнечный термоядерный реактор обладает удивительной устойчивостью. Многолетний монитор деятельности Солнца показывает неизменность солнечной постоянной (поток энергии на орбите Земли) $0,137 \text{ Вт/м}^2$ с точностью до долей процента.

Между тем наблюдения показывают непрерывно протекающие локальные изменения распределения температуры на диске Солнца. С периодом около 11 лет на Солнце возникают центры пониженной температуры – солнечные пятна. Число пятен на диске Солнца принято считать мерой активности нашего светила. В период высокой активности число пятен может превосходить 200 и возникают скопления солнечных пятен, получившие название активных областей. Во время минимума активности солнечные пятна иногда полностью исчезают. В настоящее время наступает очередной максимум активности. Он явно ниже предыдущих, но серьезных оснований для беспокойства нет. Такие события наблюдались неоднократно (Земля и Вселенная, 2006, № 4; 2007, № 2; 2011, № 1).

Главное свойство солнечных пятен – их магнитное поле, которое может достигать тысяч гаусс. Магнитные поля пятен имеют различные полярности. Рядом с пятном одной полярности обычно располагаются пятна противоположной полярности. Таким образом, линии магнитного поля, выходящие из пятна на северной полярности, входят в пятно южной полярности, образуя магнитную арку. По-видимому, под поверхностью

График циклов солнечной активности, по данным Брюссельского центра наблюдения Солнца. Зависимость числа пятен на солнечном диске от времени является мерой солнечной активности.



Солнца формируются пучки линий сильного магнитного поля (магнитные трубки), и такой пучок линий всплывает, прорываясь через солнечную поверхность – фотосферу. Плаваемость трубки возникает в результате пониженной в ней концентрации, устанавливающейся из-за баланса магнитного и газового давлений.

Расположенные рядом несколько солнечных пятен различной полярности образуют активную область. В максимуме солнечной активности на диске Солнца может наблюдаться несколько активных областей. Над мощной активной областью возникает множество магнитных арок, и конфигурация магнитного поля в короне над такой областью оказывается чрезвычайно сложной. Измеряя компоненту магнитного поля нашего светила, направленную вдоль луча зрения, снимаются магнитограммы солнечного диска. Для этого пользуются данными

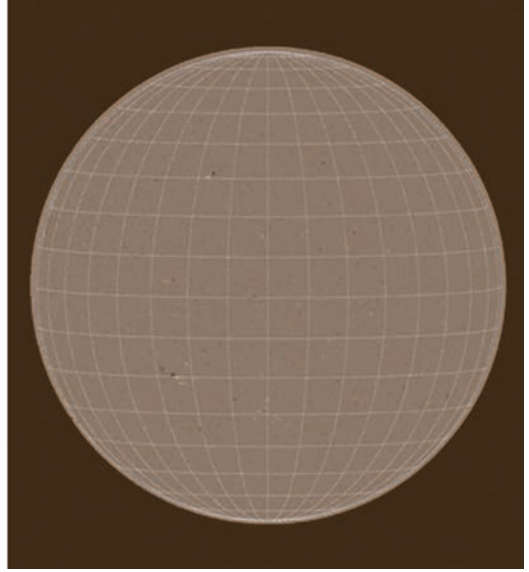
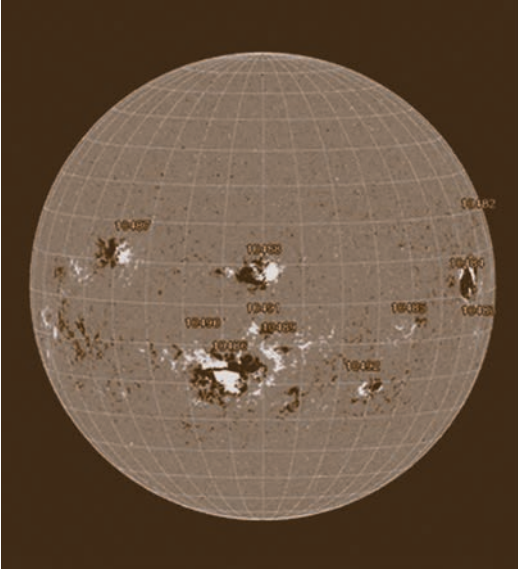
полученными космическими солнечными обсерваториями, например “SOHO” (Земля и Вселенная, 1997, № 2, с. 41–42; 2003, № 3).

Все эти проявления локальной активности Солнца происходят на фоне изменения глобального поля Солнца. Наше светило, как и большинство планет Солнечной системы, обладает дипольным магнитным полем, но оно не постоянно и меняет свое направление каждые 11 лет. В это время на поверхности Солнца величина поля составляет около 1 Гс. Дипольное магнитное поле нашей звезды отчетливо наблюдается во время солнечных затмений в минимуме активности. Ионизованное вещество короны растекается вдоль магнитных линий диполя, и распределение свечения солнечной короны приобретает форму этих линий. В максимуме активности глобальное магнитное поле Солнца становится более сложным, а

в следующем минимуме активности дипольное поле восстанавливается, но имеет противоположное направление.

СОЛНЕЧНЫЙ ВЕТЕР

При температуре поверхности Солнца около 6000 К происходит испарение солнечного вещества, но его значительная часть удерживается силами гравитации, и вокруг Солнца образуется корона, хорошо наблюдаемая во время солнечных затмений. Солнечная корона состоит в основном из полностью ионизованного водорода (водородной плазмы) с примесью небольшого количества тяжелых элементов, в частности атомов железа, лишенных значительной части своих электронов. Эти не полностью ионизованные атомы обеспечивают свечение короны в видимой области спектра. Замечательное свойство короны – ее высокая температура, достигающая миллиона градусов. На первый



взгляд имеется противоречие с законами термодинамики: нагреваемая от поверхности Солнца корона приобретает температуру на два порядка большую, чем температура нагревателя. В действительности никакого противоречия нет, а корона нагревается за счет текущих в ней токов электромагнитных волн, распространяющихся от поверхности Солнца, и/или стационарных токов короны. При этом часть ионизованного вещества короны не удерживается силой гравитации Солнца, и корона расширяется в космическое пространство. Ускоряемый градиентом давления поток солнечной плазмы приобретает сверхзвуковую скорость. Он получил название солнечного ветра. На орбите Земли концентрация ионов

в солнечном ветре составляет несколько частиц в кубическом сантиметре, а скорость около 500 км/с. Существование солнечного ветра было предсказано в 1951 г. немецким ученым Л. Бирманом на основании наблюдения хвостов комет. Ранее происхождение кометных хвостов объяснялось световым давлением Солнца. Теория Бирмана была подтверждена в СССР в лабораторных экспериментах с искусственным солнечным ветром, он был обнаружен измерениями в космосе в январе 1959 г. АМС "Луна-1" (Земля и Вселенная, 2009, № 4). Исследования на космических аппаратах показали, что давление солнечного ветра деформирует дипольное поле Земли. Его изменения ответственны за возникно-

Магнитограммы в максимуме (23 октября 2003 г.) и минимуме (14 ноября 2009 г.) солнечной активности. Темные пятна – южные источники магнитного поля, светлые – северные источники. Большая активная область, показанная стрелкой в Южном полушарии, вызвала гигантскую вспышку класса X17. По данным космической обсерватории "SOHO". NASA.

вения магнитных бурь на Земле.

ВЗРЫВНЫЕ ЯВЛЕНИЯ НА СОЛНЦЕ

На фоне устойчивой работы термоядерного реактора Солнца и сохранения неизменной солнечной постоянной неожиданно возникают солнечные вспышки – процессы взрывного выделения энергии, ло-

кализованного около активных областей (Земля и Вселенная, 2002, № 6; 2005, № 2). Неожиданно за несколько минут выделяется 10^{32} – 10^{33} эрг энергии, что соответствует взрыву миллионов водородных бомб. Существование таких гигантских взрывов долгое время оставалось вне внимания ученых, так как в момент взрыва полная мощность излучения Солнца ($3,8 \times 10^{26}$ Вт, или $3,83 \times 10^{33}$ эрг/с) возрастает на доли процента.

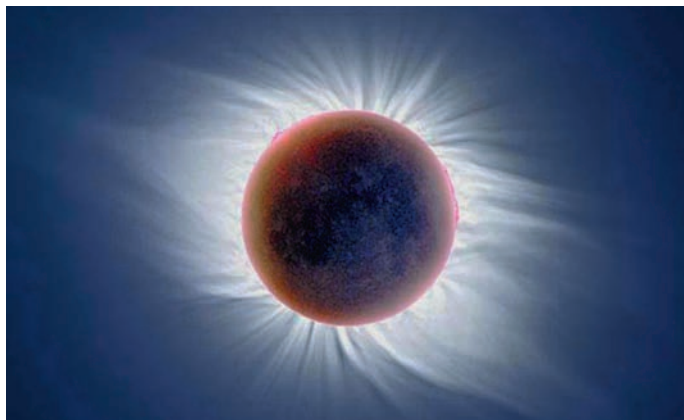
В 1859 г. английский астроном Р. Карингтон обратил внимание на то, что десятиминутное увеличение яркости небольшого участка Солнца через несколько часов вызвало магнитную бурю на Земле, сопровождавшуюся полярными сияниями. Это явление Р. Карингтон назвал солнечной вспышкой. Позже было установлено, что вспышка всегда наблюдается в том месте на диске Солнца, где расположена активная область, а кандидат физико-математических наук В.Н. Ишков заметил, что перед вспышкой возрастает магнитный поток активной области (Земля и Вселенная, 2001, № 2).

Долгое время солнечная вспышка рассматривалась как явление, возникающее на поверхности Солнца. Появился даже термин “хромосферная вспышка”, считалось,

что вспышка разыгрывается в хромосфере – слое несильно нагретой плазмы, примыкающем непосредственно к поверхности Солнца. Между тем высказывались и другие мнения. Профессора Дж. Данжи (Англия) и С.И. Сыроватский и академик А.Б. Северный (СССР) рассматривали возможность объяснения вспышки электрическими разрядами в короне. А.Б. Северный искал аналогию между вспышкой и лабораторным газовым разрядом при токах в миллионы ампер, изучаемым тогда в лаборатории академика Л.А. Арцимовича. Идея С.И. Сыроватского основана на медленном накоплении энергии в магнитном поле токового слоя в короне и быстром разрушении токового слоя при его переходе в неустойчивое состояние со взрывным выделением запасенной в магнитном поле энергии. Численное решение системы магнитогидродинамических уравнений, выполненное в работах докторов физико-математических наук К.В. Брушлинского и А.И. Подгорного, показало, что токовый слой может образовываться в короне, если магнитное поле содержит особую линию X-типа. В простейшем случае X-линия – линия нулевого магнитного поля. В США возможность образования токового слоя в плаз-

ме была продемонстрирована в лабораторном эксперименте А. Братенола. Окончательно доказательство возникновения вспышки в короне над активной областью получено в рентгеновских измерениях на космических обсерваториях “Yohkoh” (Япония, 1991–2001) и “RHESSI” (США, 2002–2012).

Наблюдения последних лет на космических аппаратах установили, что солнечная вспышка представляет собой проявление многообразия физических эффектов. Дело в том, что при гигантских температурах вспышки плазма излучает главным образом в рентгеновском диапазоне, который сильно поглощается атмосферой Земли, а регистрируемое наземными приборами видимое излучение генерируется в основном вторичными процессами на относительно холодной поверхности Солнца. Рентгеновские измерения на “Yohkoh” и “RHESSI” показали, что львиную долю энергии уносит тепловое рентгеновское излучение в диапазоне до 10–20 кэВ. Такое излучение генерируется из облачка плазмы, нагретой до температуры в несколько кэВ ($1 \text{ эВ} = 11\,605 \text{ К}$), при концентрации около 10^{11} см^{-3} . Облачко плазмы расположено не на поверхности Солнца, а в короне



Солнечная корона во время затмения 1 августа 2008 г., произошедшего в минимуме солнечной активности. На краю диска Солнца видны протуберанцы. Отчетливо прослеживается форма дипольных линий магнитного поля в виде длинных лучей.

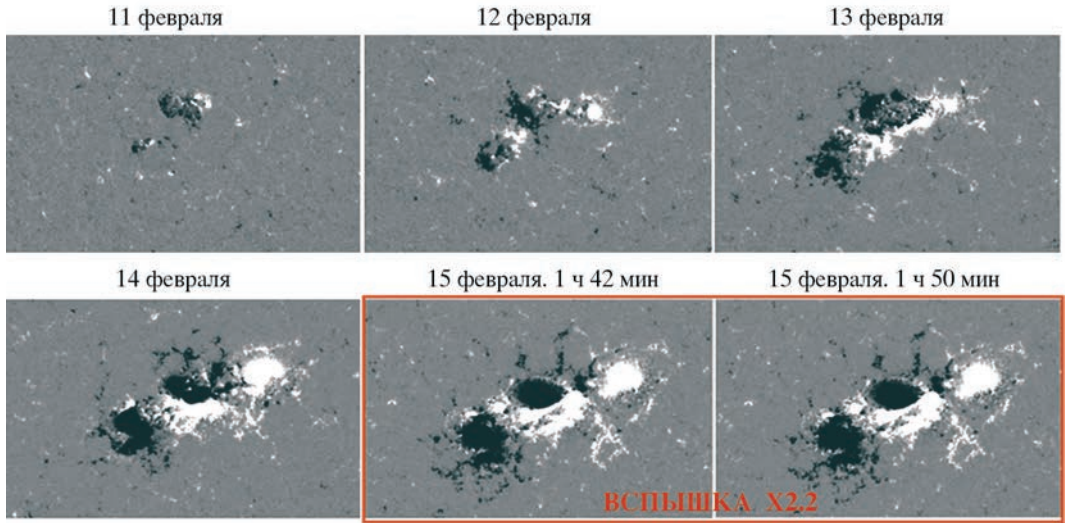
над активной областью на высоте более 10 тыс. км. Кроме того, возникает рентгеновское излучение с энергией до 100 кэВ, вызванное торможением пучков электронов на поверхности Солнца, ускоряющихся в короне над активной областью. Мощные вспышки, регистрируемые на Земле нейтронными мониторами, часто сопровождаются потоком солнечных космических лучей – релятивистских протонов с энергией до 20 ГэВ. Использование нейтронных мониторов обусловлено сильным поглощением релятивистских протонов в атмосфере Земли. В атмосфере они вызывают ядерные реакции с выходом нейтронов, а рождающиеся нейтроны достигают Земли. Анализ измерений на сети нейтронных мониторов, выполненный доктором физико-математических наук Э.В. Вашенюком, показал существование двух компонент косми-

ческих лучей Солнца, обладающих различными спектрами. Поток протонов быстрой компоненты приходит к орбите Земли непосредственно от вспышки. Быстрая компонента несет информацию о механизме ускорения частиц в солнечной вспышке до релятивистских скоростей. После вспышки поток запаздывающих релятивистских протонов длится часами. Это частицы, рассеивающиеся на неоднородностях магнитного поля в межпланетном пространстве, их распространение в космическом пространстве имеет диффузионный характер. Еще одно важное проявление вспышки – выброс коронального вещества до 10^{16} г частиц со сверхзвуковой скоростью до 10^8 см/с. Распространяясь в межпланетном пространстве, выброс корональной плазмы образует на своем фронте ударную волну. Не исключена возможность ускорения

в ударной волне запаздывающих космических лучей. Корональный выброс, достигая орбиты Земли, вызывает возмущение магнитосферы нашей планеты: возникают магнитные бури и полярные сияния. Долговременный прогноз данных явлений требует понимания процессов, происходящих на Солнце.

ДИНАМИКА АКТИВНОЙ ОБЛАСТИ И ВОЗНИКНОВЕНИЕ ВСПЫШКИ

В максимуме солнечной активности на диске Солнца одновременно может наблюдаться более десятка активных областей. Активная область неожиданно возникает в виде группы едва заметных солнечных пятен различной магнитной полярности. Пятна медленно увеличиваются, их магнитное поле растет. Время формирования большой активной области около недели, а время ее существова-



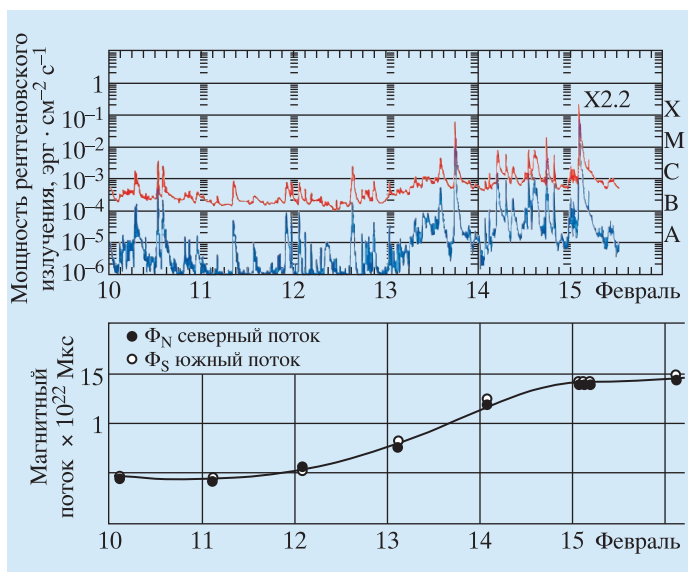
Магнитограммы развития активной области АО 11158 на Солнце за 5 дней перед вспышкой и во время вспышки, появившейся 15 февраля 2011 г. в 1 ч 44 мин. Темные области – магнитные поля южной полярности, светлые – поля северной полярности. По данным космической обсерватории “SDO”. NASA.

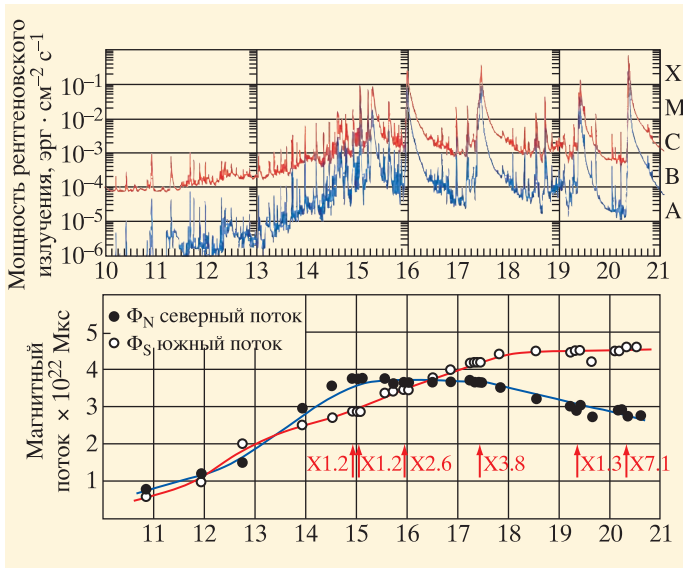
ной областью. Далеко не каждая активная область производит вспышку. Большинство активных областей вспышек не вызывает или вызывает незначительные вспышки. Типичным примером развития активной области, давшей мощную вспышку класса X2.2, является

АО 11158. Согласно установленной терминологии, X2.2 означает, что мощность рентгеновского излучения, приходящего на 1 см² на орбите Земли, составляет $2,2 \times 10^{-1}$ эрг/с. Более мелкие вспышки классов M, C, B, A измеряются в единицах 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} и

ния может достигать месяца. Измерения на космических обсерваториях показывают, что вспышки возникают над актив-

Графики развития активности области АО 11158 на Солнце 10–15 февраля 2011 г.: вверху – рентгеновское излучение, справа показаны шкала класса вспышек и диапазон измерений в длинах волн 1–8 Å и 0,5–4 Å, внизу – возрастание магнитного потока активной области перед вспышкой. По данным ИСЗ “GOES-15”. NASA.





Графики рентгеновского излучения в диапазонах 1–2 Å и 0,5–8 Å во время эволюции активной области АО 10720 на Солнце 10–21 января 2005 г., давшей серию больших вспышек (отмечены красными стрелками). Все вспышки класса X произошли после возрастания показанного внизу магнитного потока активной области выше 10^{22} Мкс. По данным ИСЗ “GOES-12”. NASA

10^{-5} эрг/с соответственно. Область АО 11158 появилась едва заметной 10 января 2011 г. и по мере вращения Солнца развивалась, продвигалась к центру диска. Через пять дней область, переместившись в центральную часть Солнца, вызвала 15 февраля 2011 г. вспышку класса X2.2. Из приведенных магнитограмм отчетливо видно увеличение со временем магнитного поля области и ее площади.

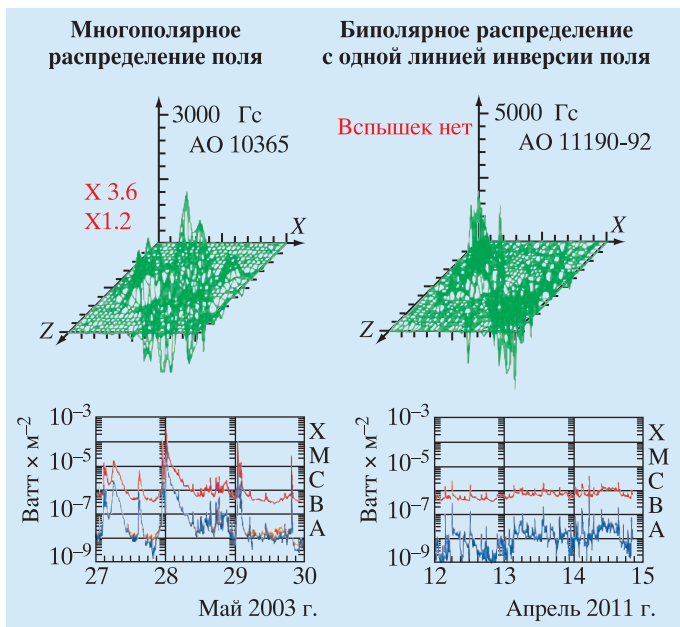
Следует отметить, что в настоящее время приборами космических солнечных обсерваторий “SOHO” и “SDO” проводятся систематические измерения только компоненты магнитного поля, направленной вдоль оси зрения, поэтому магнитограммы дают лишь качественное представление о динамике магнитного

потока области (Земля и Вселенная, 2010, № 6). Измеряемая величина поля зависит от положения активной области на диске Солнца. Для получения реальной величины магнитного потока необходимо знать в каждый момент времени составляющую вектора магнитного поля, перпендикулярную поверхности Солнца (нормальная составляющая). Распределение нормальной составляющей получали численным решением уравнения Лапласа, используя в качестве граничных условий на поверхности Солнца измеренное на фотосфере магнитное поле. Применяемый метод позволяет найти распределение поля над активной областью, если там отсутствуют электрические токи. В данном случае такое

приближение применимо, так как вспышка происходит высоко в короне, и ее токи не могут сильно исказить поле вблизи поверхности Солнца. Вместе с ростом магнитного потока возрастают и рентгеновские импульсы вспышечной активности. Всплеск рентгеновского излучения вспышки класса X2.2 произошел после пятидневного увеличения магнитных потоков до значения, превышающего 10^{22} Мкс. Такая закономерность характеризует все большие вспышки.

Характерна также эволюция активной области АО 10720 на Солнце 10–21 января 2005 г., вызвавшей серию больших вспышек. Все вспышки класса X произошли после возрастания магнитного потока активной области выше 10^{22} Мкс. Аналогично ведут себя и другие активные области, давшие крупные вспышки.

Распределение нормальной составляющей магнитного поля в активных областях АО 11190–11192 и АО 10365. Активная область АО 10365 со сложным распределением магнитного поля произвела 28–29 мая 2003 г. вспышки класса X3.6 и X1.2, а АО 11190–11192 (12–15 апреля 2011 г.), в которой магнитные поля разных направлений четко разграничены, вспышек не дала. На графиках внизу приведены результаты измерения мощности рентгеновского излучения на ИСЗ “GOES-15” и “GOES-12”.

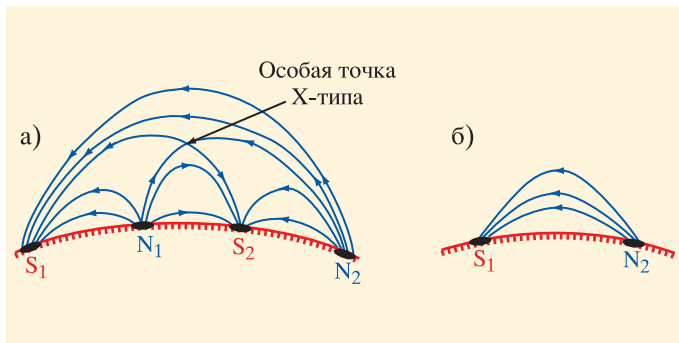


Анализ магнитных потоков в мощных активных областях показывает, что условие появления над ними больших (класса X) вспышек при магнитных потоках, превышающих 10^{22} Мкс, представляется необходимым, но не достаточным. Магнитный поток активной области может превышать 10^{22} Мкс, но большая вспышка не произойдет. Примером области с магнитным потоком, превосходящим 10^{22} Мкс, но не давшей мощных вспышек, может быть область АО 11190–11192. Величины северного и южного магнитных потоков в активных областях АО 11190–11192 и АО 10365 практически одинаковы и составляют примерно $1,6 \times 10^{22}$ Мкс. Однако область АО 10365 со сложным распределением

магнитного поля дала серию вспышек класса X, а максимальный рентгеновский импульс вспышечной активности области АО 11190–11192, в которой магнитные поля разных направлений сосредоточены в двух отдельных частях области, то есть распределение поля имеет биполярный характер, не превышал класса C3.

В области АО 10365 локальные источники северной и южной полярностей распределены хаотически, и их расположение не может быть причислено к простой биполярной группе солнечных пятен. По классификации Королевской обсерватории Бельгии, в настоящее время мирового центра прогноза вспышек, такие активные области называются

гамма-областями. В γ -активных областях максимумы положительной и отрицательной полярности расположены настолько нерегулярно, что область не может рассматриваться как биполярная (β -область) с двумя солнечными пятнами, разделенными простой линией инверсии направления поля на фотосфере. В γ -активных областях линии инверсии имеют сложную форму. Над такими областями могут образовываться особые линии магнитного поля, в частности линии нулевого магнитного поля X-типа. Конфигурация магнитного поля в короне, образованная четырьмя магнитными пятнами с чередующимися магнитными полярностями, обладает линией нулевого поля X-типа.



Типичная форма линий магнитного поля над активной областью Солнца (N и S – северный и южный полюса): а) четыре магнитных пятна образуют в короне особую линию нулевого поля X-типа, вдоль которой ускоряются релятивистские протоны, перпендикулярную плоскости рисунка; б) конфигурация поля двух пятен противоположной полярности не содержит особой линии.

Линия нулевого поля пересекает плоскость в X-точке. С.И. Сыроватский был первым, кто обратил внимание на возможность концентрации возмущений магнитного поля в окрестности X-линии с образованием токового слоя, являющегося причиной солнечной вспышки.

Что касается биполярной активной области АО 11190–11192, то линии магнитного поля над ней имеют форму простых арок, и особые линии магнитного поля, в окрестности которых могут генерироваться токовые слои, отсутствуют. Активная область АО 11190–11192, хотя и обладала большим магнитным потоком, не вызвала вспышек. Область имеет отчетливую границу раздела между двумя источниками различной полярности, то есть отчетливо прослеживаются две отдельные части области, каждая из которых содержит локальные источники магнитного поля одного направления. Части области с различным направлением

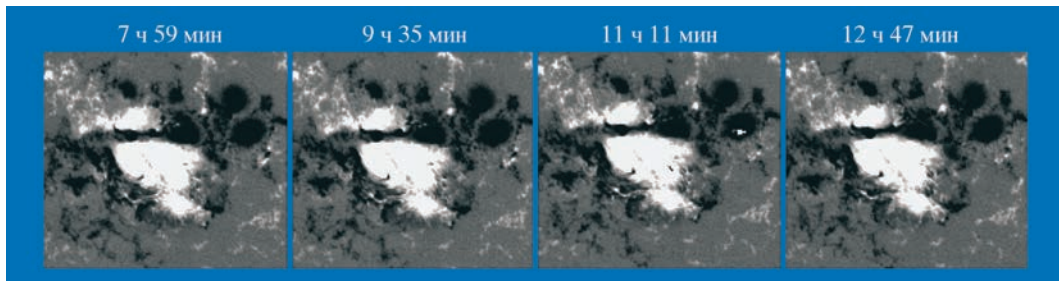
поля разграничивает единственная линия инверсии поля – линия нулевой нормальной составляющей магнитного поля на фотосфере.

Еще одна особенность областей, вызвавших сильные вспышки, – компактное расположение солнечных пятен, обеспечивающее сильный градиент магнитного поля поперек линии инверсии полярности магнитного поля. На сильный градиент магнитного поля поперек линии инверсии как один из признаков вспышки в 1982 г. обратил внимание советский астроном В.Е. Степанов. Этот факт подчеркивается в работах Королевской обсерватории Бельгии, но современный прогноз вспышек не отличается большой точностью. Прогноз станет достоверным только после разработки метода моделирования поля над активной областью в реальном времени при оперативном использовании данных о поведении этой области. Разработка методов оперативного численного моделирования

вспышки в реальном времени с использованием данных наблюдения активной области в предвспышечном состоянии – наиболее актуальное направление солнечной физики.

АКТИВНАЯ ОБЛАСТЬ ВО ВРЕМЯ ВСПЫШКИ

Пожалуй, самый неожиданный результат наблюдения солнечной активности был получен при анализе магнитного поля активной области во время вспышки. Оказалось, что даже во время мощнейших вспышек магнитный поток активной области и распределение магнитного поля в ней остаются практически неизменными. Попытки обнаружить резкое изменение поля во время различных вспышек, чтобы проверить возможность инъекции магнитной энергии от поверхности Солнца, предпринимались неоднократно, однако различным авторам удавалось обнаружить лишь в некоторых случаях небольшие (до 3%) локальные изменения поля, кото-



Магнитограммы активной области АО 10486 обнаруживают удивительное постоянство во время гигантской вспышки X17, произошедшей 28 октября 2003 г. над этой областью. По данным измерений ИСЗ "GOES-12". NASA.

рые можно наблюдать и в отсутствие вспышек. Магнитограммы, снятые непосредственно перед вспышкой, в течение всей вспышки и после нее демонстрируют высокую стабильность магнитного поля активной области. В течение более двух часов не наблюдается никаких сколько-нибудь значительных изменений измеряемой составляющей магнитного поля, которые можно было бы связать с энерговыделением вспышки. Полностью отсутствует перемещение основных элементов магнитограммы. Очень большая вспышка класса X17 произошла 28 октября 2003 г. над активной областью NOAA 10486. Здесь также наблюдается практиче-

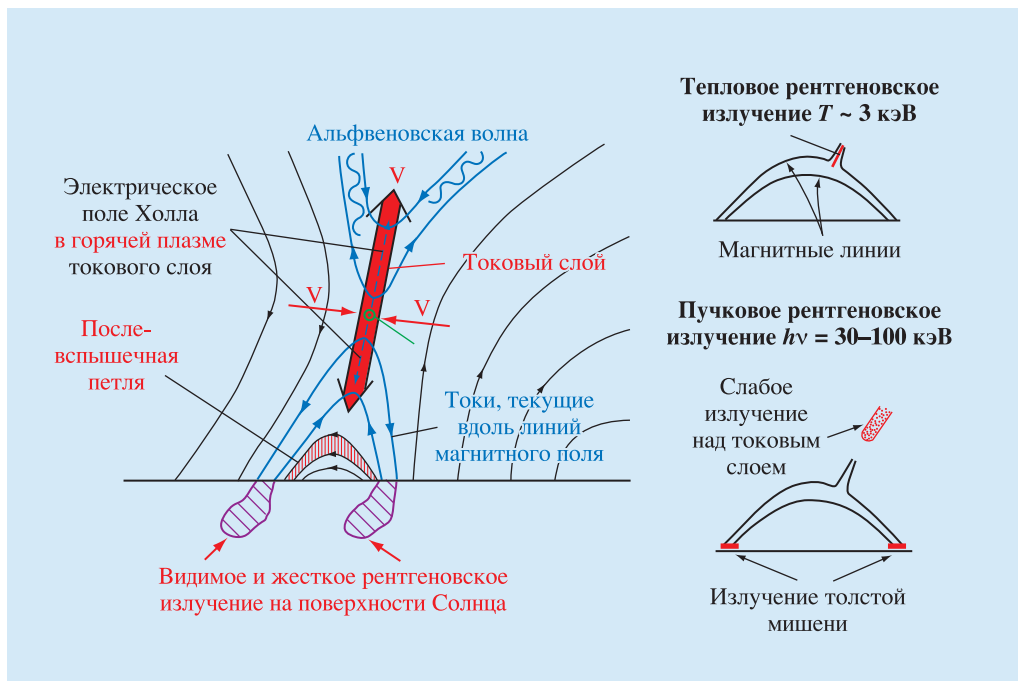
ски неизменная магнитограмма в течение всего времени развития и затухания вспышки. Магнитный поток сохранялся, но наблюдался узкий локальный импульс поля, который не привел к заметному изменению магнитного потока.

Обнаруженное высокое постоянство магнитного поля активных областей во время вспышек, включая очень большие вспышки, полностью согласуется с данными измерений "RHESSI". Они указывают на то, что первичное энерговыделение вспышки происходит высоко в короне и нет никаких оснований считать вспышку взрывным хромосферным явлением. Во вспышке взрывным образом реализуется энергия, накопленная в короне в предвспышечном состоянии.

МЕХАНИЗМ СОЛНЕЧНОЙ ВСПЫШКИ

Отсутствие сколько-нибудь значительных изменений фотосферного магнитного поля в момент вспышки показывает, что энергия, реализуемая во время вспышки, запаса-

ется в предвспышечном состоянии в короне над активной областью и выделяется там во время вспышки. Согласно данным рентгеновских измерений на космических обсерваториях "Yohkoh" и "RHESSI", эта энергия выделяется в короне на высоте 10–30 тыс. км, где единственным резервуаром энергии может быть магнитное поле токов в короне. Для выяснения механизма накопления энергии было выполнено численное решение полной системы магнитогидродинамических уравнений с помощью специально разработанной программы "ПЕРЕСВЕТ". Никаких предположений о механизме вспышки в расчет не вводилось, а для задания начальных и граничных условий использовались данные измерений "SOHO", полученные для предвспышечного состояния конкретных вспышек. При таком подходе метод численного моделирования используется не для проверки предполагаемого механизма явления, а для выяснения физики механизма вспышки,



Модель солнечной вспышки, построенная по данным численного трехмерного МГД-моделирования. Токовый слой разделяет линии магнитного поля противоположного направления. Красные стрелки показывают направление скорости плазмы, синие – линии поля, вдоль которых течет ток и ускоряются электроны, высыпаящиеся на поверхность Солнца. Справа – схемы расположения линий поля и центров рентгеновского излучения (показаны красным цветом) во время вспышки. По данным аппарата RHESSI.

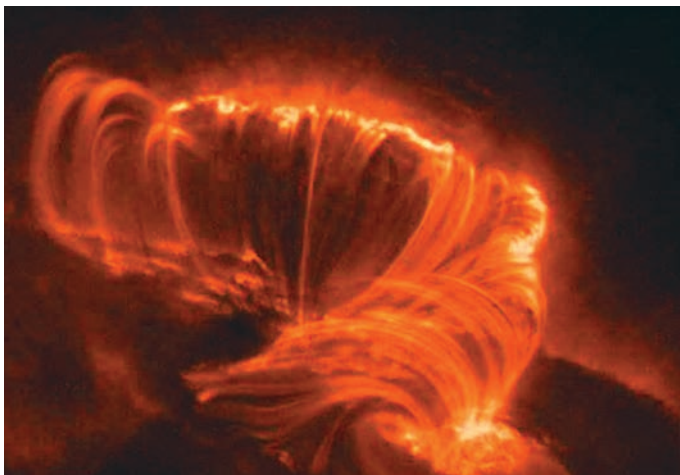
который должен осуществляться при задании реально наблюдаемых условий на фотосфере. Начальное магнитное поле принималось потенциальным, предполагалось, что токовая система, ответственная за накопление энергии для вспышки, вначале отсутствует, а токи в короне генерируются в ходе эволюции активной области. Потенциальное магнитное поле определялось решением уравнения Лапласа с использованием в качестве граничных условий на фотосфе-

ре данных о компоненте магнитного поля, измеренной вдоль луча зрения.

Выполненные таким образом расчеты для предвспышечного состояния над конкретными активными областями показали образование токовых слоев в короне. Возникший токовый слой располагается в том месте, где радиотелескопы регистрируют максимум интенсивности радиоизлучения вспышки. Энергия, запасенная в магнитном поле слоя, соответствует энергии

данной вспышки. При моделировании условий в короне над активной областью, вызвавшей несколько вспышек, образуется несколько токовых слоев, каждый из которых может вызвать вспышку. Магнитная энергия токового слоя медленно накапливается во время эволюции активной области в предвспышечном состоянии. После медленной (3–5 суток) эволюции токовый слой переходит в неустойчивое состояние и быстро распадается – происходит вспышка.

Фрагмент турбосферы – переходной области между поверхностью Солнца и короной. Сложная система светящихся петель демонстрирует форму линий магнитного поля после вспышки. Снимок сделан 21 апреля 2002 г. ИСЗ “TRACE”. Фото NASA.



Разработана модель вспышки, построенная на основании данных трехмерного МГД-моделирования и результатов рентгеновских измерений на космических обсерваториях “Yohkoh” и “RHESSI”. Образовавшийся токовый слой разделяет линии магнитного поля противоположного направления. Во время вспышки плазма быстро втекает в слой с обеих его сторон вместе с вмороженными линиями магнитного поля. Линии поля противоположного направления сливаются, а энергия, запасенная в магнитном поле, переходит в энергию плазмы. Такой процесс получил название магнитного пересоединения. Нагревание плазмы при быстром распаде токового слоя за счет магнитного пересоединения обеспечивает высокую температуру над магнитными петлями и, следовательно, возникновение там теплового рентгеновского излучения в короне, зарегистрированного на “RHESSI”. После пересоединения линий магнитного поля втекающая в

слой плазма ускоряется. Поток плазмы вверх приводит к эжекции солнечного вещества в межпланетное пространство, и возникает корональный выброс. Плазма, эжектированная вниз, растекается вдоль линий магнитного поля, образуя под токовым слоем петли с повышенной концентрацией плазмы. Такие светящиеся в видимой и ультрафиолетовой областях спектра петли наблюдаются после вспышки. Следует подчеркнуть, что в светящейся петле (диамантное образование) плазма вытесняет магнитное поле, и поперек поля устанавливается баланс давлений.

Поскольку ток в токовом слое переносится электронами, сила $j \times V/c$ внутри слоя приложена к электронному газу. Смещение электронов относительно ионов приводит к появлению электрического поля вдоль токового слоя. Это поле, названное полем Холла,

ускоряет ионы плазмы и одновременно генерирует в короне токи, направленные вдоль линий магнитного поля, пересекающих токовый слой. Электроны, ускоренные в продольном токе, попадают в плотные слои атмосферы Солнца и тормозятся, вызывая рентгеновское излучение. Измерения рентгеновского излучения на космических аппаратах показывают, что энергия ускоренных электронов может превосходить 100 кэВ. Процесс генерации свечения здесь аналогичен механизму, вызывающему полярные сияния, но энергия электронов, ускоренных в магнитосфере Земли, значительно меньше. Схема конфигурации магнитного поля в области вспышки и расположение рентгеновских источников, по данным “RHESSI”, хорошо согласуется с данными, полученными в численном магнитогидродинамическом эксперименте.

Ускорение протонов до релятивистских энергий (солнечных космических лучей) может происходить вдоль особой линии магнитного поля (перпендикулярной плоскости рисунка) в электрическом поле Лоренца $E = -V \times B/c$, возникающем при втекании плазмы в токовый слой со скоростью V . Эти протоны приходят к Земле с пролетными временами и имеют экспоненциальный спектр. Эффективность ускорения частиц электрическим полем Лоренца, направленным вдоль особой линии магнитного поля, следует из лабораторных экспериментов с мощным импульсным разрядом. Такие эксперименты ставились в связи с проблемой управляемого

термоядерного синтеза. В отличие от релятивистских протонов, приходящих к Земле сразу после вспышки, запаздывающие на десятки часов релятивистские протоны имеют степенной спектр, который формируется, по-видимому, при диффузионном распространении частиц в солнечном ветре.

Мы постарались изложить современные представления о механизме солнечной вспышки. Они получены численным магнитогидродинамическим моделированием этого явления. Начальные и граничные условия задавались из наблюдений предвспышечного состояния реальных вспышек. Никаких предположений о механизме вспышки в расчет не

вводилось. Полученные таким образом результаты находятся в согласии с современными наблюдениями вспышек. Окончательным критерием правильности полученной модели должна быть демонстрация возможности прогнозировать солнечную вспышку, используя непрерывные наблюдения активной области. Для этой цели необходимо решить систему магнитогидродинамических уравнений в реальном времени. Разработка математических методов, обеспечивающих получение данных о магнитном поле и плазме над активной областью в реальном времени, является первоочередной задачей физики солнечных вспышек.

Информация

Изучение взаимодействия галактик

На снимках КТХ запечатлен результат взаимодействия двух галактик. Одна из них – крупная спиральная галактика NGC 922, расположенная в 145 млн св. лет от нас в созвездии Печи. Приблизительно 330 млн лет назад небольшая галактика 2MASX J0224301-244443 прошла насквозь

NGC 922. После столкновения NGC 922 превратилась в крайне редко встречающуюся кольцеобразную галактику (см. стр. 1 обложки).

Считается, что такие необычные объекты возникают, когда практически через центр галактики-гиганта проходит карликовая галактика, вызывая волну звездообразования и образуя кольцо из молодых голубых звезд. Такое характерное кольцо из ярких новорожденных звезд и кольцо горячего ионизованного газа удалось обнаружить на окраинах NGC 922. Звезды нагревают и заставляют сиять окружающий межзвездный газ, благодаря чему и образуется светящееся

кольцо туманности вокруг NGC 922.

Галактику NGC 922 открыл в 1784 г. Вильям Гершель (Земля и Вселенная, 2008, № 6). В 2012 г. ученые провели серию дополнительных наблюдений с помощью КТХ и космической рентгеновской обсерватории “Чандра”, чтобы отыскать затерявшуюся карликовую галактику 2MASX J0224301-244443. Некоторые из массивных звезд, образовавшихся после столкновения галактик, уже погибли, породив черные дыры. Всего в кольце, окружающем NGC 922, найдено 12 черных дыр.

Пресс-релиз NASA,
6 декабря 2012 г.

Эксперимент на микроспутнике “Чибис-М”

С.И. КЛИМОВ,
доктор физико-математических наук
ИКИ РАН

25 января 2012 г. из специального транспортно-пускового контейнера, размещенного в грузовом КК “Прогресс М-13М”, на околоземную орбиту выведен академический микроспутник “Чибис-М” (Земля и Вселенная, 2012, № 3, с. 72–73). Специалисты РКК “Энергия” им. С.П. Королёва обеспечили в реальном времени телевизионную трансляцию момента отделения “Чибиса-М” от “Прогресса М-13М”. В космическом эксперименте участвовали российские космонавты О.Д. Кононенко и А.Н. Шкаплеров, в это время работавшие на Международной космической станции в составе экипажа основной экспедиции МКС-30/31. В ИКИ РАН подготовили



программу эксперимента “Микроспутник”, наземный сегмент проекта “Чибис-М” и создали “Чибис-М”, спутник изготовили в научно-технической кооперации. В эксперименте “Микроспутник” используется инфраструктура российского сегмента МКС. Сразу после выхода на автономную орбиту микроспутника “Чибис-М” началась

отработка алгоритмов управления приборами комплекса научной аппаратуры “Гроза” и регистрации (триггера) грозового разряда. В ходе годового полета “Чибиса-М” получены первые результаты эксперимента по синхронному измерению радио-, инфракрасного, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучения от высотных атмосферных грозовых разрядов. С помощью магнитно-волнового оборудования, входящего в комплекс “Гроза”, реализуется параллельная научная задача – мониторинг электромагнитных параметров космической погоды, в частности атмосфериков (излучение, возникающее при грозовых разрядах).

В последнее десятилетие произошли серьезные изменения в наших знаниях о природе грозовых разрядов, что было, в частности, обусловлено исследованиями в космосе. Тем не менее, несмотря на большой объем выполненных исследований, касающихся многочисленных аспектов физики гроз, глубокого понимания физических процессов формирования электрической структуры грозовых облаков, инициирования пробоя и распространения молнии, генерации новых химических соединений, роли грозовых генераторов в глобальной электрической цепи не достигнуто до сих пор. В частности, молниевые разряды считаются основным источником генерации окисей азота, особенно в тропосфере. Однако свойства этого источника наименее изучены.

Одним из механизмов, объясняющим этот феномен, может быть теоретически предсказанный в Физическом институте РАН в начале 1990-х гг. "пробой на убегающих электронах". Первоначально на грозовом облаке, находящемся на высоте 10–20 км, накапливается электрический заряд. Затем, в результате некоторого "затравочного" события, в пространстве облако –

Земля (или облако – облако) рождается лавина электронов низких энергий, двигающаяся в большом электрическом поле, созданном зарядом на грозовом облаке. Лавина электронов разгоняется до релятивистских скоростей и генерирует мощные импульсы радио-, ультрафиолетового и гамма-излучения. Затравочным событием, как предполагается, служит попадание в промежуток между заряженным облаком и Землей высокоэнергичных частиц космических лучей.

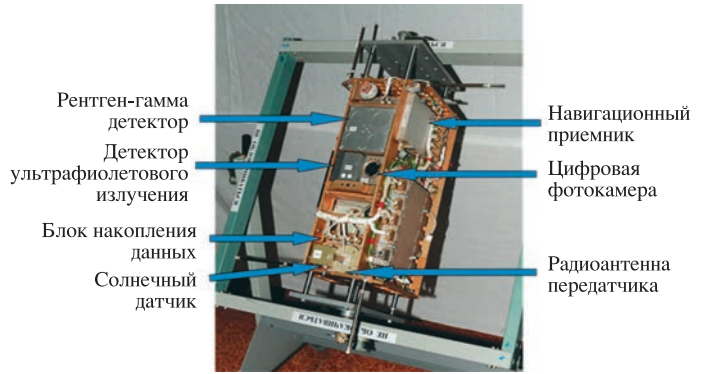
Необходимо проводить синхронные измерения в оптическом, радио- и гамма-диапазоне в ионосфере с очень высоким (лучше десятков микросекунд) временным разрешением при исследовании физических процессов высотных атмосферных грозовых разрядов и механизмов формирования в них электромагнитных излучений в широком диапазоне частот.

Ряд природных явлений, объединяемых в комплекс, именуемый "космическая погода" (Земля и Вселенная, 2000, № 3), происходящих в системе солнечный ветер – магнитосфера – ионосфера – атмосфера Земли, дают вклад в электромагнитные поля, регистрируемые в ионосфере. Классический пример – регистрируемые на спутниках излучения, сви-

стящие атмосферерики, возникающие при грозовых разрядах.

Атмосферерики – электрические сигналы, создаваемые радиоволнами, излучаемыми разрядами молний. Вблизи земной поверхности каждую секунду происходит около 100 разрядов молний. Разряд молнии имеет две стадии: предразряд и основной разряд, различающиеся силой тока и спектром излучаемых радиоволн. Основной разряд излучает сверхдлинные волны, а предразряд – длинные, средние и даже короткие волны. Максимум энергии атмосферериков лежит в области частот порядка 4–8 кГц. Если атмосферерики создаются местными грозами, то их спектр определяется только спектром излучения грозового разряда. Если же источник – удаленная гроза, то спектр определяется также условиями распространения радиоволн от очага грозы до радиоприемного устройства. Атмосферерики обладают слабым затуханием и могут распространяться на значительные расстояния. Некоторые атмосферерики воспринимаются на слух как сигналы, частота которых непрерывно уменьшается. Такие атмосферерики называются свистящими (или свистами). Их особенность связана с механизмом распространения сверхдлинных волн.

Размещение комплекса научной аппаратуры "Гроза" на корпусе микроспутника "Чибис-М". Фото СКБ КП ИКИ РАН.



Такие волны при распространении в волноводе, образованном нижней границей ионосферы и поверхностью Земли, частично "просачиваются" через ионосферу. Распространяясь вдоль силовых линий магнитного поля Земли, они удаляются от поверхности планеты на десятки тысяч километров и затем снова возвращаются к Земле. Скорость их распространения зависит от частоты, высокочастотные составляющие сигнала распространяются с большей скоростью и приходят раньше. Это и приводит к возникновению на выходе приемного устройства характерного свиста, высота тона которого непрерывно меняется.

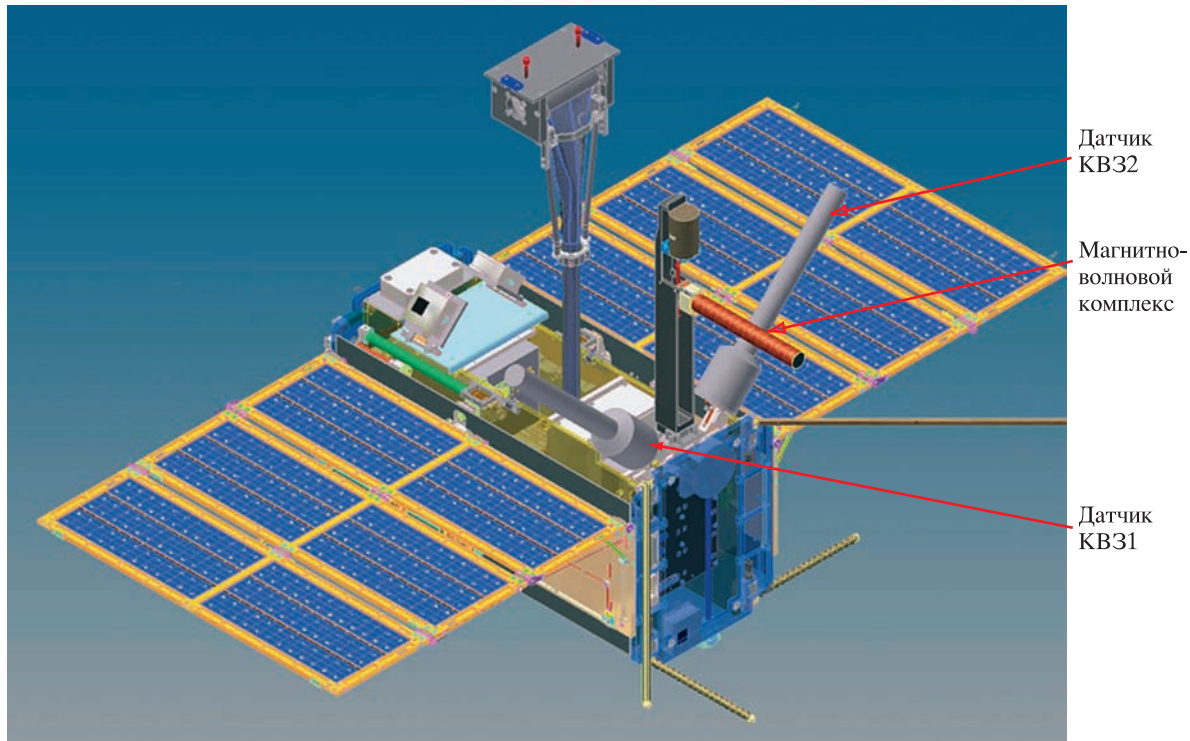
Характер спектра атмосфериков определяется напряженностью магнитного поля и концентрацией электронов и ионов вдоль траектории. Анализ свойств атмосфериков позволяет установить распределение концентрации электронов до высот в 20–30 тыс. км. В их спектрах, охватывающих частоты от сотен герц до 20–30 кГц, обнаружен резкий из-

лом ("колени") в распределении концентрации электронов на высотах 12–22 тыс. км. На ряде космических аппаратов, в частности на французском микроспутнике "DEMETER" (запущен в 2004 г.), были обнаружены низкочастотные ветви спектра атмосфериков (ионные атмосферические) на частотах меньше 400–500 Гц, по которым определяются относительные концентрации ионов и электронов, а также другие параметры ионосферы.

МИКРОСПУТНИК "ЧИБИС-М"

Исходя из аппаратурно-методического опыта, имеющегося в ИКИ РАН, был определен состав комплекса научной аппаратуры микроспутника "Чибис-М". Следует отметить, что его приборы имеют аналоги, отработанные в ходе проведения ряда предшествующих программ фундаментальных космических исследований. В состав комплекса на-

учной аппаратуры "Гроза" вошло семь приборов: рентген-гамма детектор (РГД; НИИЯФ МГУ) с диапазоном рентгеновского и гамма-излучения 0,02–1,0 МэВ; детектор ультрафиолетового излучения (ДУФ; НИИЯФ МГУ) со спектром излучения от УФ-диапазона (180–400 нм) до инфракрасного (650–800 нм); радиочастотный анализатор (РЧА; ИКИ РАН) в диапазоне частот 26–48 МГц; цифровая камера (ЦФК; ИКИ РАН) с пространственным разрешением около 300 м и экспозицией 15 кадров/с; магнитно-волновой комплекс (МВК; Львовский центр Института космических исследований НАН и ГКА Украины, Университет им. Л. Этвоса, Венгрия) в диапазоне частот от 100 до 40 тыс. Гц; блок накопления данных (БНД; ИКИ РАН); передатчик 2,2 ГГц с антеннами ПРД2.2 (ИКИ РАН). В магнитно-волновой комплекс входят два комбинированных волновых зонда КВ31, КВ32,



индукционный магнитометр и прибор спектрального анализа (ПСА; разработка VL-Electronics, Венгрия). Магнитно-волновой комплекс предназначен для изучения электромагнитных параметров в диапазоне частот 0,1–40 кГц с целью исследования вариаций плазменно-волновых процессов в ионосфере, происходящих под влиянием грозовой активности, а также процессов в системе литосфера – атмосфера – ионосфера – магнитосфера.

Служебные системы «Чибис-М» созданы в кооперации с НПО машиностроения, Научно-исследовательской лабораторией авиацион-

но-космической техники ДОСААФ (НИЛАКТ) и ОАО «СКАНЕКС».

В 2011 г. космический аппарат прошел полный цикл наземных испытаний. Его длина – 1,09 м, ширина (с раскрытыми панелями солнечных батарей) – 3,86 м и высота – 0,85 м. Общая масса «Чибиса-М» – 40 кг, из них на комплекс научной аппаратуры «Гроза» приходится 10,8 кг, на служебную аппаратуру микро-спутника, включая приборы дистанционного обслуживания ДОКА-Б, систему ориентации и стабилизации, – около 22 кг, на систему электропитания – 7 кг. Системы «Чибиса-М» позволяют реализовывать алгоритм

Микро-спутник «Чибис-М». Гравитационная штанга находится в сложенном положении. Фото СКБ КП ИКИ РАН.

трехосной ориентации на Землю с использованием солнечных датчиков в качестве измерителей на солнечной стороне орбиты, магнитометра и датчиков угловых скоростей – на теневой стороне орбиты. На борту микро-спутника установлены электромаховики – исполнительные элементы системы ориентации и стабилизации.

Для транспортировки микро-спутника и его непосредственного вывода

Транспортно-пусковой контейнер с микроспутником "Чибис-М" в КК "Прогресс М-13М". Октябрь 2011 г. Фото РКК "Энергия" им. С.П. Королёва.

на орбиту автономного полета в Специальном конструкторском бюро космического приборостроения ИКИ РАН (СКБ КП ИКИ РАН, г. Таруса) по согласованному заданию с РКК "Энергия" был разработан и изготовлен транспортно-пусковой контейнер. Там же был разработан и изготовлен стенд вертикального обезвешивания, имитирующий условия невесомости при раскрытии элементов конструкции микроспутника на орбите. В РКК "Энергия" в большой вакуумной камере на стенде выполнялись испытания динамики выхода "Чибиса-М" из транспортно-пускового контейнера в условиях космического вакуума.



научных и прикладных исследований и экспериментов на пилотируемых космических комплексах от 29 марта 2010 г. в "Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов на РС МКС" включен эксперимент "Микроспутник". В программу эксперимента входят исследования физических процессов при атмосферных грозо-

вых разрядах на микроспутнике "Чибис-М" с использованием грузового корабля "Прогресс".

Параллельно с микроспутником в ИКИ РАН создали наземный сегмент проекта. Он состоит из Центра управления полетом проекта "Чибис-М" (ИКИ РАН, Москва) и пяти комплексов управления: СКБ КП ИКИ РАН (Таруса), НИЛАКТ (Калуга и Красноярск),

ПОДГОТОВКА КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Решением Координационного научно-технического совета Федерального космического агентства по программам

Центр управления полетом проекта "Чибис-М" в ИКИ РАН (Москва). Фото ИКИ РАН.





Будапештский университет им. Л. Этвоса (Венгрия) и Институт физики атмосферы Чешской академии наук в Панска Вес (Чешская Республика).

Основные задачи наземного сегмента проекта – прием телеметрической информации, ее обработка, визуализация и архивация, а также планирование работ и непосредственное управление микроспутником. Для решения этих задач потребовалось создать информационную систему, не уступающую по функциональным характеристикам аналогичным системам более крупных космических проектов. Несмотря на недостаточное финансирование, эту задачу удалось решить за счет применения инновационных подходов и последних достижений в области информационных технологий.

Опыт эксплуатации наземного сегмента может

быть использован для других академических научных космических проектов, что по предложению руководства Роскосмоса рассматривала специальная комиссия представителей институтов РАН.

Вывод “ЧИБИСА-М” НА ОРБИТУ

В октябре 2011 г. “Чибис-М” был доставлен на технический комплекс космодрома Байконур. После проведения заключительных операций транспортно-пусковой контейнер и микроспутник разместили в корабле “Прогресс М-13М”. 30 октября 2011 г. с космодрома Байконур стартовал КК “Прогресс М-13М” с микроспутником “Чибис-М” на борту, 2 ноября корабль пристыковался к МКС. Перед отделением от МКС корабля “Прогресс М-13М” космонавты О.Д. Кононенко и А.Н. Шкапле-

Антенны наземного комплекса управления СКБ КП ИКИ РАН в Тарусе и Университета им. Л. Этвеша в Будапеште (Венгрия). Фото ИКИ РАН.

ров подключили кабели подзарядки аккумуляторов и командную линию на срабатывание электроспуска механизма вывода, установили вместо стыковочного агрегата транспортно-пусковой контейнер с “Чибисом-М”. 23 января 2012 г. корабль отстыковался от орбитальной станции и отправился в автономный полет. Через два дня “Прогресс М-13М” совершил маневр по поднятию своей орбиты на высоту 513 км, и микроспутник “Чибис-М” был выведен на околоземную орбиту. Момент отделения микроспутника от “Прогресса М-13М” сфотографировали с борта МКС, чтобы зафиксировать штатное

положение транспортно-пускового контейнера с “Чибисом-М”.

Важную технологическую операцию контролировали специалисты РКК “Энергия”, в реальном времени велась телевизионная трансляция выхода “Чибиса-М” из контейнера и отделения его от “Прогресса М-13М”. Момент отделения был рассчитан так, чтобы оно происходило на освещенном участке орбиты при положении вектора скорости “Прогресса М-13М” от Солнца. Видеосъемка, продолжавшаяся 9 мин и передававшаяся в режиме реального времени в

Центр управления полетом МКС, зафиксировала, что все системы (солнечные панели, антенны служебной аппаратуры дистанционного обслуживания ДОКА 15Б, и РЧА) “Чибиса-М” раскрылись. Через некоторое время по изменению движения микроспутника было зафиксировано, что произошло программное включение системы ориентации. Выполнив вывод микроспутника, “Прогресс М-13М” совершил маневр по снижению орбиты и затонул в заранее определенном районе Тихого океана.

Сразу после выведения на орбиту ИСЗ 25 января 2012 г. наземные средства установили командно-телеметрическую связь с “Чибисом-М” и ввели служебные системы в эксплуатацию. Связь с микроспутником

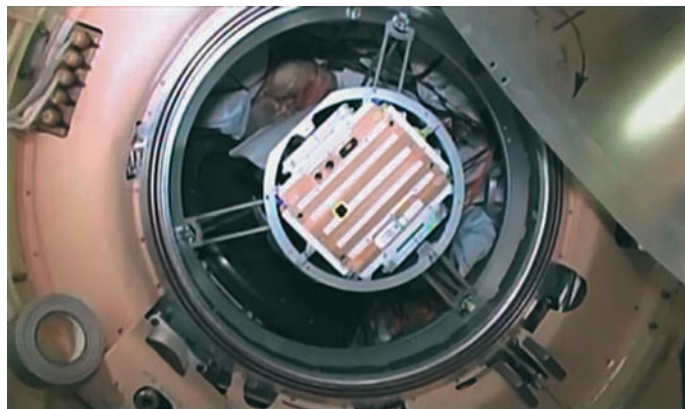
осуществляется в диапазонах 145 МГц для передачи команд управления на борт и 435 МГц для передачи служебной телеметрии на Землю. Эти диапазоны применяются для радиоловительской, в том числе космической связи. Для передачи научной информации используется диапазон 2,2 ГГц, выделенный международным регламентом радиосвязи. На использование всех радиочастот получено разрешение Государственной комиссии по радиочастотам.

ОТРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРИБОРАМИ

По завершении этапа ввода в эксплуатацию служебных систем “Чибиса-М” начались измерения приборами “Гроза”. Научный комитет

Космонавты О.Д. Кононенко и А.Н. Шкаплеров с транспортно-пусковым контейнером в КК “Прогресс М-13М”. Январь 2012 г. Фото ЦУП-М.





Транспортно-пусковой контейнер с «Чибисом-М» в КК «Прогресс М-13М». Январь 2012 г. Фото ЦУП-М.

проекта признал, что на первом этапе оптимальным вариантом регистрации молниевых разрядов является такой, когда команда о регистрации разряда (триггер) приборами комплекса «Гроза» поступает от радиочастотного анализатора как наиболее скоростного прибора, измеряющего интенсивность радиоизлучений в характерном для грозовых разрядов диапазоне 26–48 МГц. Анализирующая часть прибора позволяет выделить скоростные широкополосные сигналы, характерные для искомым высотных разрядов, и на основе этого анализа подать команду на запоминание информации другими приборами комплекса «Гроза».

В мае – июне 2012 г. проводились работы по оптимизации параметров работы РЧА. Оптимизация требовалась для уменьшения объема телеметрической информации, записываемой на

борту от событий, не связанных с молниевыми разрядами, а вызванных техногенными помехами и шумом, излучаемым центром Галактики. К настоящему времени с помощью РЧА выделено около 200 записей молниевых разрядов, часть которых имеет весьма характерный спектр.

По решению Научного комитета проекта «Чибис-М» в конце июня 2012 г. проведена совместная работа по триггеру РЧА, ДУФ и РГД. Обзорные графики данных, представляющие совместную работу приборов и систем «Чибис-М», приведены на сайте <http://tm.chibis.cosmos.ru/chibis/>.

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

За прошедшие 12 месяцев было получено большое количество информации в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах с помощью

ДУФ, данных магнитно-волнового комплекса, интенсивности в характерном для грозовых разрядов радиодиапазоне РЧА. В радиодиапазоне получена карта грозовой активности, по которой комплексом «Гроза» к настоящему времени используется алгоритм исследований атмосферных грозовых разрядов по вырабатываемому бортовым процессором РЧА триггеру события ($T_{РЧА}$). Вырабатывается $T_{РЧА}$ при превышении в течение 3–50 мс уровня электромагнитных излучений в диапазоне 26–48 МГц в трех из пяти полосовых фильтров. Бортовая система сбора информации транслирует триггер на другие приборы комплекса «Гроза».

Получаемые РЧА данные, представленные в виде спектрограмм, показывают дискретность молниевых разрядов по частоте и по времени, что дает представление о структуре грозовой области. Это среда, состоящая из множества электризованных неоднородностей с характерными метровыми размерами, в которых происходят разряды



Момент отделения микроспутника "Чибис-М" от "Прогресса М-13М". Солнце слева и "сзади". Фиксация раскрытия антенн РЧА. 25 января 2012 г. Фото ЦУП-М.

малой и большой мощности.

За время работы "Чибиса-М" радиочастотным анализатором определены на Земле зоны наиболее интенсивных техногенных помех и зоны, наиболее перспективные для регистрации молниевой активности. Программа включений РЧА выбирается в настоящее время с учетом этих зон.

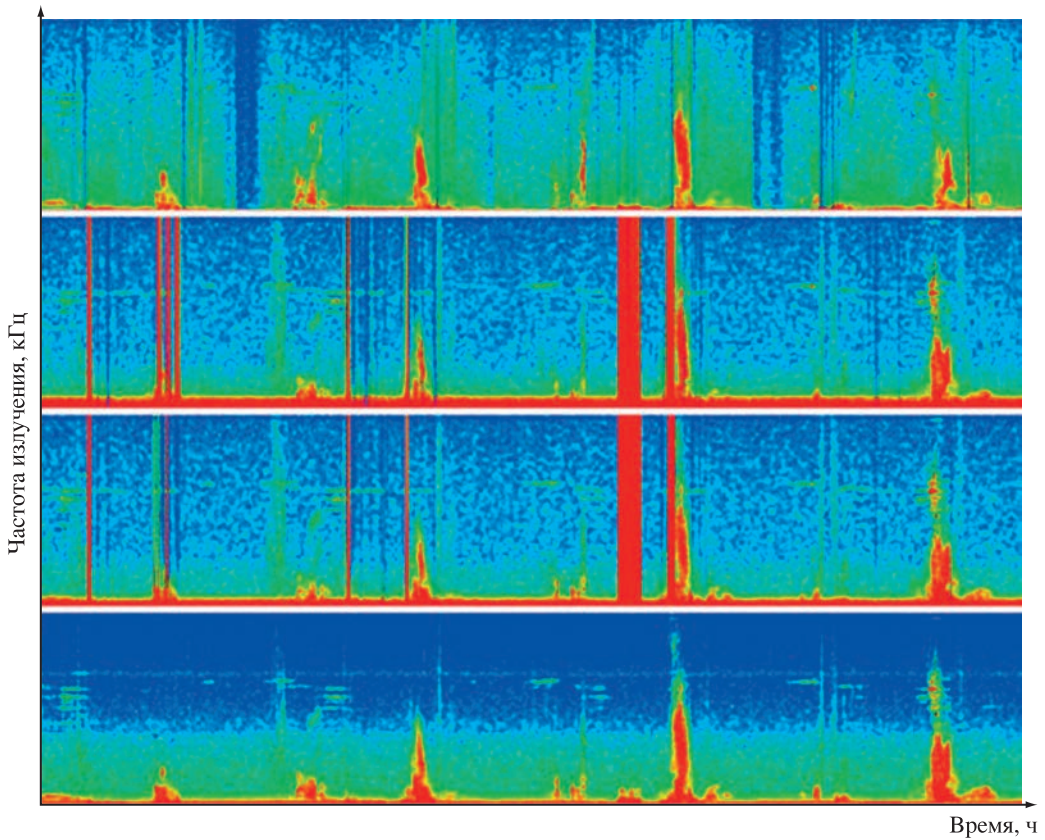
Как показали проведенные измерения, характерные условия, возникающие в наэлектризованном грозовом облаке из-за больших пространственных масштабов, не воспроизво-

димы в лабораторных условиях. Данные, полученные "Чибисом-М", показали, что фрактальные свойства распределения зарядов в облаке, не учитываемые ранее при изучении атмосферного электричества, могут существенным образом скорректировать оценки скорости генерации окисей азота в грозовой области и вклад молний в атмосферную химию и климат.

Измерения электрической активности РЧА показали, что на самом деле пространственная структура грозового фронта имеет несколько характерных масштабов, более точно: распределение заряженных микроячеек случайно и может быть описано в рамках фрактальной топологии. В каком-то смысле происходит са-

моорганизация электризованного слоя.

С помощью магнитно-волнового комплекса реализуется параллельная научная задача – мониторинг электромагнитных параметров космической погоды. За время нахождения "Чибиса-М" на орбите наземные станции наблюдали различную геомагнитную активность. На основе представленных данных можно сделать вывод, что увеличение волновой электромагнитной активности на субавторальных широтах в диапазоне 15–25 кГц – хороший индикатор увеличения геомагнитной активности и наблюдательный параметр космической погоды, регистрируемый в ионосфере на космических аппаратах. Например, результаты измерений 8 мая 2012 г. свидетельствуют об ин-



тенсивных излучениях в приполярных областях Земли. В июне – июле 2012 г. значительное внимание было уделено изучению атмосфериков.

Реализованная на борту микроспутника конфигурация датчиков позволяет провести векторные измерения магнитной компоненты низкочастотных излучений КНЧ-ОНЧ-эмиссий (0,3–30,0 кГц), а также одной компоненты электрического поля. Например, 8 июля 2012 г. на “Чибисе-М” КНЧ-ОНЧ-эмиссии регистрировали в районе Галапагосских островов. Одинаковый уровень сиг-

налов по всем трем магнитным компонентам свидетельствует об изотропном распространении волны, а хорошая корреляция с электрической компонентой – об электромагнитном характере этих волн.

За период работы с марта по август 2012 г. с микроспутника “Чибис-М” было проведено около 200 сеансов связи для передачи научной информации общим объемом порядка 6 тыс. МБ, из них около 40 сеансов связи проведено по заданию иностранных участников проекта. В конце сентября – начале

Спектрограммы электрической активности (вверху) и магнитных компонент электромагнитных излучений (три нижние; красные вертикальные линии – перерывы в измерениях), зарегистрированных 13 октября 2012 г. микроспутником “Чибис-М” на четырех орбитах. Интенсивные излучения на частотах ниже 15 кГц (всплески зеленого и красного цвета), наблюдаемые на северных и южных субавроральных широтах, свидетельствуют о развитии геомагнитной бури. ИКИ РАН.

октября 2012 г. проведены скоординированные наблюдения электромаг-

нитных излучений ОНЧ-диапазона на “Чибис-М” и в наземных обсерваториях.

Помимо разностороннего изучения сугубо молниевой активности комплекс “Гроза” дает возможность исследовать довольно широкий круг явлений, связывающих атмосферу и ионосферу Земли. В конце декабря 2012 г. была сформирована и реализована программа измерений РЧА и МВК по исследованию электромагнитных эффектов в ионосфере при развитии тропического циклона, зародившегося 25 декабря в районе Индокитая.

Полученные данные анализируются с целью изучения собственных вариаций параметров ионосферной плазмы и определения ионосферного критерия, отражающего процессы циклогенеза.

Для приема телеметрической информации, ее обработки, визуализации и архивации, а также планирования работ и непосредственно управления микроспутником на орбите в наземном сегменте проекта используется информационная система, не уступающая по своим функциональным характеристикам аналогичным

системам более крупных космических проектов.

На основе результатов эксперимента по выведению микроспутника “Чибис-М” на орбиту и его научных исследований делается вывод о перспективности использования малых космических аппаратов самого разного назначения, прежде всего для фундаментальных космических исследований. В ИКИ РАН параллельно с проектированием и созданием платформы “Чибис” также прорабатываются комплексы научной нагрузки и программы космических экспериментов на ее базе.

Информация

Самая большая галактика

Размер спиральной галактики с перемычкой NGC 6872 (тип SBb) – 522 тыс. св. лет, что в пять раз больше Млечного Пути! Она расположена в 212 млн св. лет от нас в созвездии Павлина. Необычный размер галактики и ее форма – результат взаимодействия с небольшой дисковой галактикой IC 4970 (тип S0). Удлиненную форму галактики можно объяснить слиянием с IC

4970. В одном из рукавов NGC 6872 происходит активное звездообразование, здесь обнаружены горячие молодые звезды возрастом менее 200 млн лет (см. стр. 3 обложки сверху).

Галактику NGC 6872 открыл в 1835 г. Джон Гершель. Позднее астрономы нашли у NGC 6872 галактику-спутник IC 4970, в марте 1999 г. их наблюдали на 8,2-м телескопе VLT Европейской Южной Обсерватории. В 2012 г. эти галактики исследовали с помощью космических обсерваторий “Спитцер” (в ИК-диапазоне) и “GALEX” (в УФ-спектре), запущенной NASA для изучения эволюции галактик.

Согласно общепринятой теории формирования галактик, небольшие галактики сливаются друг с другом,

потом этот процесс прекращается, так как заканчивается рассеянный вокруг них материал. Но наблюдения за NGC 6872 показали, что прошедшая мимо карликовая галактика IC 4970 не увеличила размеры NGC 6872, а захватила и разбросала часть ее звезд. В 2007 г. астрономы с помощью суперкомпьютера смоделировали процесс взаимодействия галактик и пришли к выводу, что большие галактики, включая нашу, динамически неустойчивы. Они выросли из многочисленных слияний и поглощений меньших систем в течение миллиардов лет. Новые наблюдения эти предположения подтверждают.

Пресс-релизы ESO и NASA,
10 января 2013 г.

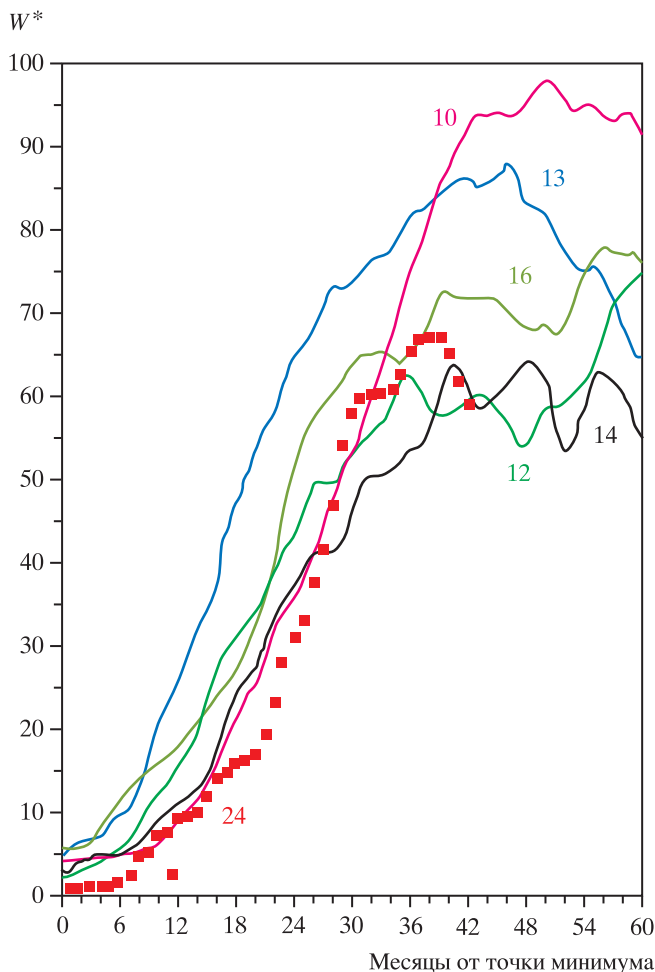
Солнце в декабре 2012 г. – январе 2013 г.

В первые месяцы зимы 2012/2013 гг. солнечная активность увеличивалась. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 2 до 14. Они были преимущественно небольшими, всего четыре группы среднего размера ($300 \leq Sp \leq 500$ м.д.п.) и одна большая. Из 41 группы солнечных пятен 10 появились в Южном полушарии. После пика в феврале 2012 г. продолжается снижение сглаженных за год значений относительного числа пятен. Если это пик максимума 24-го солнечного цикла, то текущий цикл будет рекордным по росту активности для низких солнечных циклов ($W^* \leq 80$). Среднемесячные значения чисел Вольфа $W_{\text{дек.}} = 40,8$ и $W_{\text{январ.}} = 62,9$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в июне и июле 2012 г. составило $W^* = 58,9$ и $57,7$ соответственно. Напомним, что самый низкий из достоверных – 14-й солнечный цикл ($W^* = 64,2$).

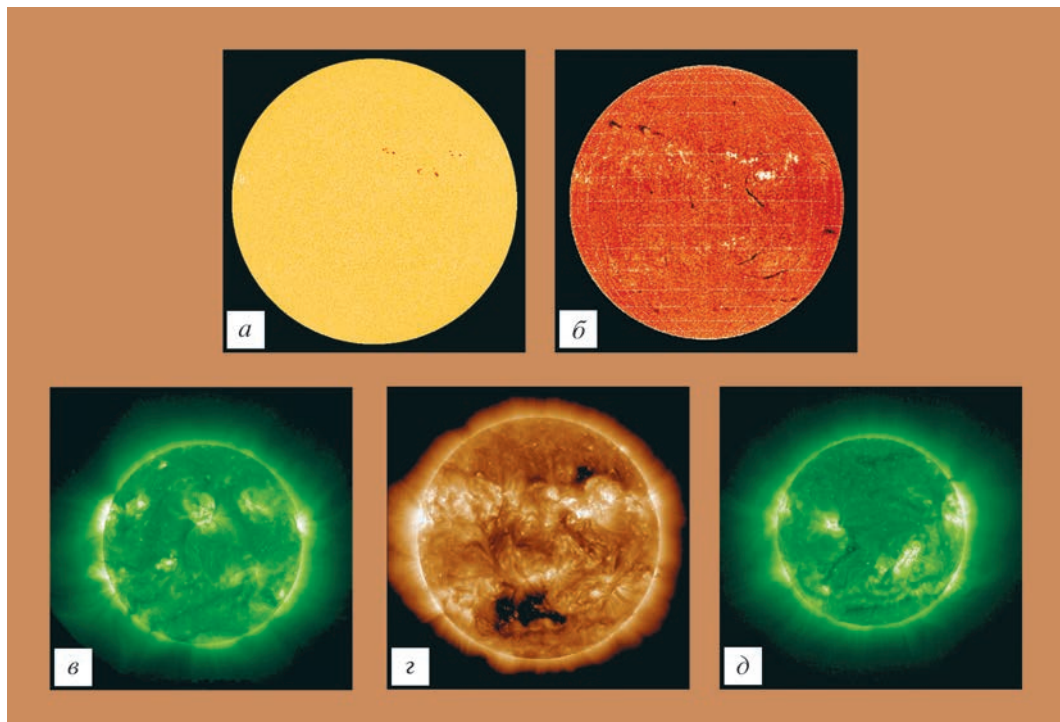
В **декабре** относительное число солнечных пятен менялось от среднего уровня (5 декабря) до низкого 6–7 и 9 декабря, а затем до конца месяца устойчиво держалось на среднем уровне. Минимальное значение ежедневного относительного числа пятен отмечено 6 декабря ($W = 20$), максимальное – **31 декабря** ($W = 64$). В Северном полушарии

появилось 17 групп пятен, в Южном – 8. Вспышечная активность отмечена на среднем уровне 8, 12–14, 20–21 и 27 декабря. В ос-

тальные дни вспышечная активность оставалась на низком уровне. Выбросы солнечных волокон наблюдались 10–11, 16 (два),



Ход развития (42 месяца) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.



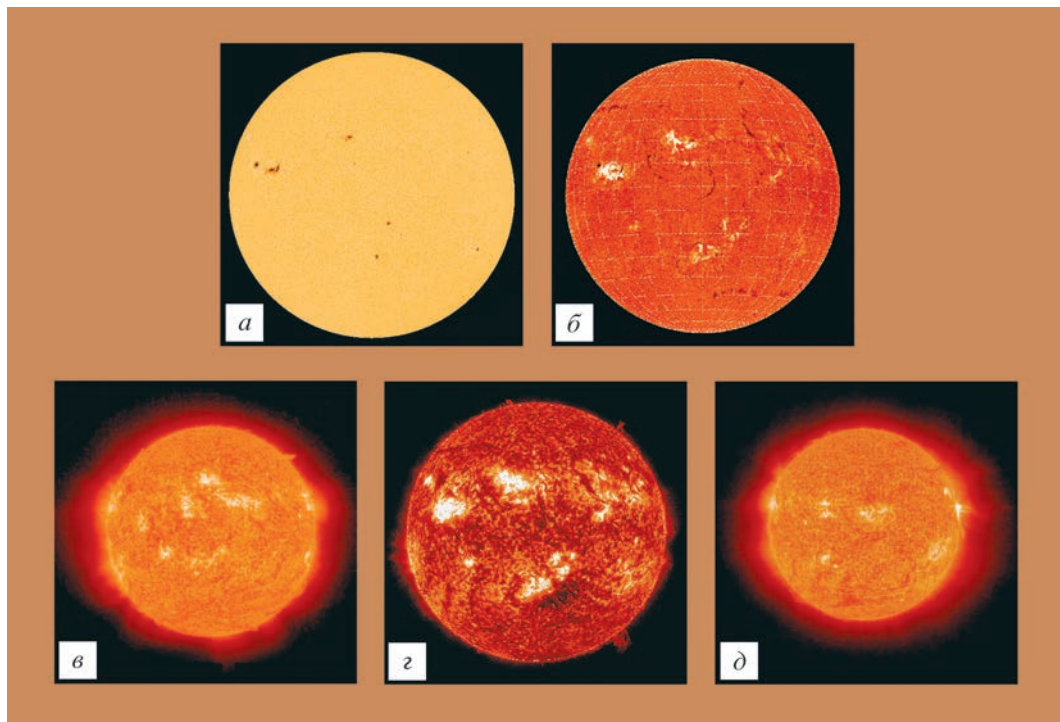
Солнце 13 декабря 2012 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в, г, д) в линии крайнего ультрафиолета $Fe XII$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$). Снимки получены космическими обсерваториями “STEREO-A”, “STEREO-B” и “SDO” (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

17, 22–23, 15, 17–19 и 27 (два) декабря. Коронаграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 198 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых три были типа “частичное гало III” (угол рас-

твора 180° – 270°) и 8 – типа “частичное гало II” (угол раствора 90° – 180°). Две рекуррентные дыры и пять новых корональных проходили по видимому диску Солнца, но высокоскоростные потоки в околоземном космическом пространстве не вызвали значимых геомагнитных возмущений. На средних широтах Земли весь месяц отмечалась спокойная и слабовозмущенная геомагнитная обстановка. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ не наблюдался.

С 4 по 14 января отмечалось высокое значение относительных чисел солнечных пятен. До конца месяца уровень пятнообразовательной активности

держался на среднем уровне и только 19–20 и 25 января опустился до низкого. На видимом диске Солнца наблюдалось 3–14 небольших групп солнечных пятен. В Южном полушарии появилось 8 групп пятен и 15 – в Северном. Максимальное за сутки наблюдаемое число солнечных пятен отмечено 11 января ($W = 107$), минимальное – 21 января ($W = 24$). Во вспышечном отношении январь был на удивление спокойным: средний уровень вспышечной активности отмечен только 10 и 11 января, в остальные дни – низкий и очень низкий. Выбросы солнечных волокон наблюдались 16 января и 23 января – два геоэффективных. Четыре рекуррентные и одна новая корональные дыры также не были



достаточно геоэффективными: прохождения Земли через их высокоскоростные потоки вызывали рост геомагнитной возмущенности лишь до категории “слабовозмущенной”. 17 и 26 января отмечено два значимых геомагнитных возмущения на средних широтах в Восточном полушарии – 9-часовые магнитные суббури. Вероятным источником первого возмущения была вспышка 13 января рентгеновского балла M1.7 в группе пятен Северного полушария, а второго – двойной выброс солнечных волокон 23 января. В другие дни геомагнитная обстановка оставалась

спокойной и слабовозмущенной. Коронаграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 200 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых один был типа “частичное гало III” (угол раствора 180°–270°) и 10 – типа “частичное гало II” (угол раствора 90°–180°). На геостационарных орбитах 17–18 января наблюдался очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в интернете (<http://www.izmiran.ru/services/>

Солнце 11 января 2013 г.: а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$); б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в, г, д) в линии крайнего ультрафиолета He II ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Снимки получены космическими обсерваториями “STEREO-A”, “STEREO-B” и “SDO” (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).

saf/). Страница обновляется каждый понедельник.

*В.Н. Ишков
ИЗМИРАН*

“Марс-500”: предварительные итоги*

А.И. ГРИГОРЬЕВ,
академик,
вице-президент РАН

Б.В. МОРУКОВ,
доктор медицинских наук
Институт медико-биологических проблем РАН

В ноябре 2011 г. в Институте медико-биологических проблем РАН завершился уникальный эксперимент “Марс-500” по моделированию полета на Марс (Земля и Вселенная, 2008, № 4; 2010, № 5, с. 107). Эксперимент осуществлялся под эгидой Роскосмоса и Российской академии наук с участием предприятий отрасли и иностранных партнеров. В герметично замкнутом пространстве наземного медико-технического комплекса шестеро испытателей-добровольцев из России, Италии, Китая и Франции провели в полной изоляции 520 суток. Получен огромный массив научных



данных, нуждающихся в анализе и осмыслении. Этот опыт интересен для подготовки и организации в будущем длительных межпланетных полетов, в том числе на Марс (Земля и Вселенная, 1999, № 6). Эксперимент по-

зволил существенно продвинуться в понимании многих аспектов их медико-биологического обеспечения, однако задача настолько сложна, что требует продолжения целенаправленных исследований.

* Статья была опубликована в журнале “Наука в России”, 2012, № 3.

ШАГ НА ДЛИННОМ ПУТИ К КРАСНОЙ ПЛАНЕТЕ

Ждут решения проблемы воздействия всего комплекса факторов дальнего космоса на организм человека, включая микрогравитацию, радиационное облучение, изменения магнитной обстановки как на этапе перелета, так и на поверхности осваиваемых планет. Полеты за пределами околоземных орбит будут иметь и другие специфические особенности, в том числе автономность, большую продолжительность, длительное пребывание экипажа в условиях социальной изоляции, ограниченного пространства и отрыва от земных условий жизни на фоне высокой степени ответственности за успех миссии в сочетании со значительным риском. Эти особенности диктуют по-

вышенные требования к участникам экспедиций.

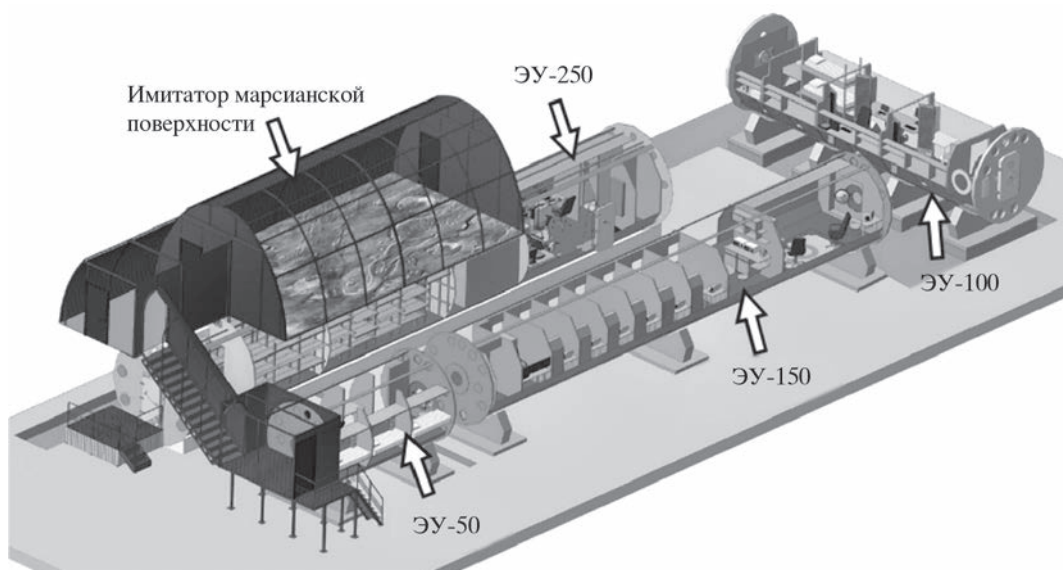
Очевидна необходимость объединения опыта наземных исследований и реальных полетов в пилотируемой космонавтике. Использование результатов эксперимента "Марс-500", несомненно, может быть полезным при планировании длительных орбитальных полетов с элементами моделирования межпланетных миссий.

Опыт предшествующих экспериментов, в том числе со 105-суточной изоляцией добровольцев-испытателей в замкнутом пространстве (31 марта – 14 июля 2009 г.), заставил нас пересмотреть требования к участникам "полета на Марс" на всех этапах отбора и подготовки. Личностные качества оценивали не только с помощью стандартных тестов, но и по результа-

там совместной работы в составе группы. При этом на первый план выступили такие характеристики, как толерантность, высокий уровень мотивации, концентрация на поставленных задачах, наличие творческих способностей, умение воспринимать и осваивать новую информацию в различных областях деятельности.

Программа подготовки к 520-суточному эксперименту предусматривала полугодовой период фоновых (контрольных) обследований и обучения добровольцев. Медицинский и психологический отбор кандидатов в испытатели был завершен в феврале 2010 г., а их обучение и тренировки –

Схема медико-технического экспериментального комплекса в ИМБП РАН.



в мае того же года. Фоновые обследования добровольцев начали в апреле 2010 г. и завершили к июню. Отработку программ научных исследований, в том числе с использованием медико-технического комплекса, провели с октября 2009 г. по май 2010 г. Сам же эксперимент был начат 3 июня 2010 г. и завершен спустя 520 суток – 4 ноября 2011 г.

Эксперимент “Марс-500” проводился в медико-техническом экспериментальном комплексе, позволяющем моделировать условия жизни и деятельности экипажа численностью до шести человек, максимально приближенные к условиям реального космического полета. Комплекс состоял из пяти экспериментальных установок (ЭУ): ЭУ-150 (жилой модуль объемом 150 м³); ЭУ-100 (медицинский модуль, 100 м³); ЭУ-250 (складской модуль с оранжереей, 250 м³); ЭУ-50 (имитатор марсианского посадочного модуля, 50 м³) и имитатор марсианской поверхности (1200 м³).

Интенсивная совместная работа группы кандидатов в участники эксперимента в обстановке конкуренции оказалась полезной для выявления психологических характеристик претендентов и формирования гармоничного экипажа. В его состав вошли командир, инженер-кораблестроитель Алексей Сергеевич

Ситёв, врач экипажа хирург Сухроб Рустамович Камолов, военный врач и физиолог Александр Егорович Смолеевский (Россия), представители Европейского космического агентства инженеры Шарль Ромен (Франция) и Диего Урбина (Италия), а также сотрудник Китайского центра подготовки космонавтов Ван Юэ. Национальная и связанная с ней культурная неоднородность экипажа как бы заранее предопределяла дополнительные трудности в его консолидации, однако за почти полтора года совместной деятельности этих очень разных, в том числе и по возрасту (от 25 до 38 лет), людей разделения по языковому или национальному принципам не произошло. Ровные, дружеские отношения между членами экипажа и хороший контакт с группой управления экспериментом сохранялись на протяжении всего эксперимента. Конфликтов, требующих коррекции и вмешательства, также не было.

Испытанием для экипажа, несомненно, стало его разделение на две группы, одна из которых принимала участие в высадке на имитатор марсианской поверхности, а вторая (условно) оставалась на круговой орбите. Эмоционально насыщенная новая работа, повышенное внимание наземных служб ставили участников “марсианского десанта” в предпочти-

тельное положение. Но оставшиеся “на орбите” оказывали поддержку своим товарищам, выполняли увеличенный вдвое объем операций по обслуживанию комплекса. Объединение групп после завершения цикла работ на поверхности планеты прошло дружелюбно, и последующий период эксперимента протекал без значимых психологических проблем.

В ходе “полета” члены экипажа выполнили большую научную программу, контролировали свое физическое и психическое здоровье, а для его поддержания в норме ежедневно не менее часа посвящали занятиям на тренажерах, использовали другие профилактические средства. Они вели контроль параметров среды обитания (давления, температуры, влажности и т.д.), а также учет потребляемых ресурсов (пищи, воды, расходных материалов, запасных частей, ресурсов систем жизнеобеспечения). Регулярно проводили профилактические регламентные и ремонтные работы по поддержанию нормального функционирования систем модулей, санитарно-гигиенические мероприятия, в том числе на основе результатов токсикологического и микробиологического контроля. 1 сентября 2010 г., то есть спустя три месяца после начала “полета” к Марсу, экипаж перешел на мониторинг



Экипаж добровольцев – участников эксперимента “Марс-500”. В первом ряду: В. Юэ (Китай), А.Е. Смолеевский, командир А.С. Ситёв (Россия) и Д. Урбина (Италия). Во втором ряду: С.Р. Камолов (Россия) и Ш. Ромен (Франция).

параметров среды обитания и выдачу команд управления системами комплекса.

Мы учитывали, что межпланетный полет с удалением космического корабля на многие десятки миллионов километров от Земли будет предполагать и ограничения оперативного получения информации вследствие задержки прохождения радиосигналов, что затруднит коммуникацию с центром управления. Поэтому голосовая (телефонная) связь функционировала по расписанию: 1–50 и 470–520 сут эксперимента без временной задержки. С 51-го дня и далее использование такого вида связи допускалось исключительно по решению командира или врача экипажа и лишь для проведения экстренных консультаций с наземными службами в случае возникновения угрозы здоровью (жизни) испытателей.



В момент “отлета от околоземного орбитального комплекса”. За пультом управления – А.Е. Смолеевский. 15 июня 2010 г.

Медицинские укладки – составная часть автономной системы оказания медицинской помощи. На втором плане – А.Е. Смолевский.

Другой вид коммуникации представлял собой передачу информации в электронном виде (текстовых или видеофайлов) два раза в сутки: с 10 до 12 ч и с 16 до 18 ч. Вся личная переписка осуществлялась также в электронном виде, вне модуля доступ к ней имел только системный администратор из группы сопровождения эксперимента.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ

Длительный межпланетный полет с его экстремальными факторами воздействия на организм человека потребует немалых усилий для поддержания здоровья и работоспособности участников миссии, поэтому совершенствование систем соответствующего мониторинга и оказания медицинской помощи – одна из важнейших задач проекта “Марс-500”. Врачи в составе экипажа располагали специально разработанным автономным медицинским центром (в него входили укладки с медикаментами, инструментарием,



средства диагностики и др.). Уделялось внимание и методам дистанционного контроля, в том числе с помощью телемедицины.

Ежедневно на каждого из испытателей заполняли специальную анкету, в ней фиксировали субъективную оценку состояния его здоровья, дважды в сутки измеряли основные показатели жизнедеятельности (давление, частота пуль-

са, температура тела, вес). Помимо этого ежемесячно вели расширенный контроль, включавший углубленную оценку деятельности сердечно-сосудистой системы (снятие электрокардиограмм в покое и при нагрузке, холтеровское мониторирование, с помощью которого осуществляется суточное наблюдение за работой сердца, мониторирование артериального давления), лаборатор-



Д. Урбина (Италия) держит связь с Землей при “подлете” к Марсу.

ные исследования крови и мочи, индивидуальные медицинские и психологические консультации. Раз в полгода проводили экспертные обследования: кроме перечисленных показателей оценивали состояние органов зрения, слуха, ротовой полости, кожных покровов, а с помощью ультразвукового метода – состояние внутренних органов.

Санитарно-гигиеническое обеспечение в эксперименте “Марс-500” заключалось, прежде всего, в поддержании чистоты тела, для чего в жилом модуле был установлен душ. Постельное белье меняли один раз в семь суток, а нижнее (футболки, трусы, носки) – раз в трое суток. Экипаж ежедневно проводил уборку помещений комплекса с использованием пылесоса, дезинфицирующих растворов для поддержания уровня микробной загрязненности не

выше допустимых значений. В эксперименте использовали две системы водообеспечения: одна – для питья и приготовления пищи, другая – для санитарно-гигиенических нужд. Качество питьевой воды контролировали по стандарту среды обитания в пилотируемом космическом аппарате.

Что касается рационов, то по содержанию пищевых веществ они соответствовали принятым физиологическим нормам для людей, чья профессиональная деятельность по энерготратам относится к категории средней тяжести. Для питания испытуемых были скомплектованы три варианта рациона. Первый – на время “полета” к Марсу (1–250 сут), при этом использовали продукты 111 наименований, в том числе 56 видов замороженных готовых блюд, изготовленных одной российской

и девятью европейскими фирмами. Экипаж на этом этапе был обязан строго следовать меню. Второй вариант (251–270 сут), при имитации высадки трех членов экипажа на поверхность планеты, состоял из продуктов, готовых к употреблению без подогрева, но предусматривал возможность использования горячих первых блюд и напитков (все они соответствовали продуктам питания экипажей космического транспортного корабля “Союз”). Третий вариант: трое испытуемых, не “спускавшихся” на поверхность Марса, использовали его с 251 по 520 сут, а участвовавшие в высадке – во время полета к Земле (271–520 сут). В этот рацион включили 131 наименование продуктов, произведенных в основном российскими фирмами, в него входили также итальянские, корейские и китайские национальные блюда. Конечно, был составлен рекомендуемый вариант меню, но при этом экипажу предоставили возможность заменять отдельные компоненты по своему желанию. Пищу готовили с применением СВЧ-печи и горячей воды.

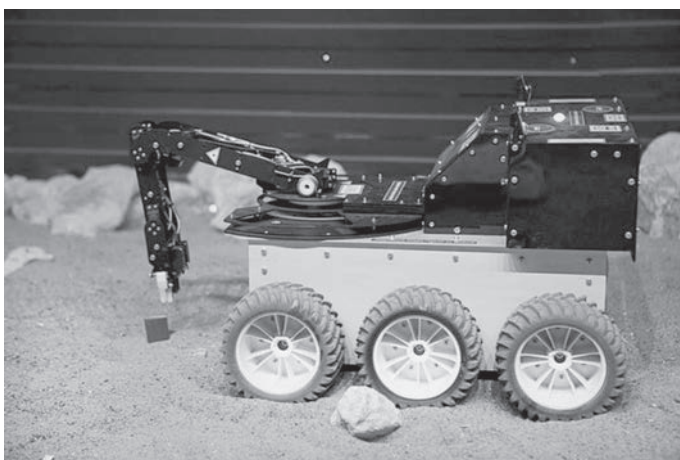
Работа в скафандрах “Орлан-Э” на имитаторе марсианской поверхности: бурение образца скалы и взятие образцов грунта.

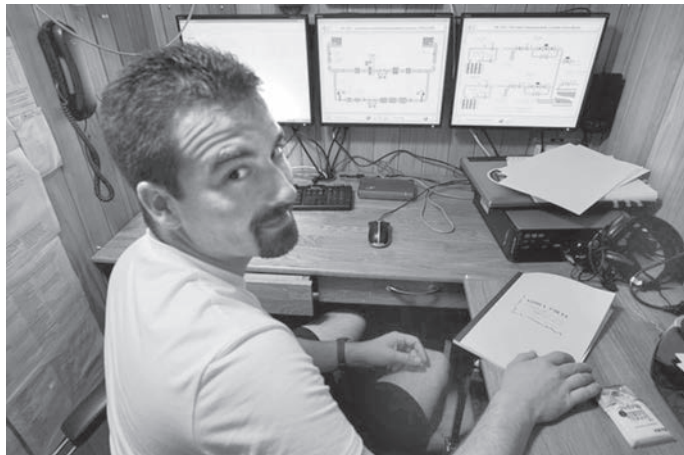
“МАРСИАНСКИЙ ДЕСАНТ”

В ходе эксперимента моделировали динамические операции по взлету, посадке на Марс и стыковке с межпланетным космическим комплексом, три выхода (14, 18 и 22 февраля 2011 г.) двух испытателей в скафандрах “Орлан-Э” на “поверхность планеты”(Земля и Вселенная, 2010, № 3, с. 91), дистанционное исследование с использованием робототехнических средств и виртуальных изображений. Имитировались также астрофизические наблюдения. Член экипажа А.Е. Смолеевский участвовал в трех выходах из модуля, Диего Урбина – в первом и третьем, их коллега Ван Юэ – во втором.

Все три выхода были проведены успешно с полным выполнением запланированных типовых задач: собирались образцы грунта с применением специальных инструментов, устанавливались на “марсианской поверх-

Робототехническое средство “Гулливвер” – макет дистанционно управляемого марсианского исследовательского подвижного модуля.





Ш. Ромен (Франция) на посту управления межпланетным комплексом.

ности” астрофизические приборы. Изучение “марсианской поверхности” осуществляли и дистанционно с помощью робототехнического самоходного аппарата “Гулливер”, управляемого членами экипажа с компьютера в посадочном модуле. При этом моделировалась установка, а позднее – сбор имитаторов датчиков для измерения параметров окружающей среды, сбор образцов грунта при движении по установленному маршруту. Выполнены также эксперименты с использованием технологий виртуальной (искусственной, но по ощущениям приближенной к действительной) реальности и компьютерного моделирования управления транспортными средствами. В ходе этих тренировок подтверждена возможность высокодетального реалистичного моделирования профессиональной деятельности с глубоким по-

гружением в созданную информационную среду, что обеспечивает быструю выработку и поддержание навыков у операторов-профессионалов.

НЕШТАТНЫЕ СИТУАЦИИ

1–2 декабря 2010 г. была смоделирована нештатная ситуация общей длительностью 22 ч 48 мин, имитирующая короткое замыкание и последующее возгорание центрального распределительного щита, обеспечивающего электроэнергией весь медико-технический комплекс. (Действия дежурной бригады во время локализации “пожара” оценивали представители Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.) Системы жизнеобеспечения не работали в течение 19 ч 08 мин, тем не менее параметры среды обитания остались в допустимых пре-

делах, не повлияли на самочувствие и работоспособность испытателей. Экипаж воспринял эти события как реальную аварию, действовал в соответствии с инструкцией, проявляя хладнокровие и выдержку, и показал хорошую моральную подготовку, способность активно действовать в стрессовой ситуации. Лишь 2 декабря 2010 г. по завершении нештатной ситуации участников эксперимента проинформировали, что она моделировалась.

С 18 по 25 апреля 2011 г. симулировали полное прекращение связи, то есть коммуникационного обмена информацией (радиограмм, видеофайлов, блоков новостей о происходящем в стране и в мире) между экипажем и наземным центром управления. Отключили и систему телемедицины. Подключенным оставался сервер компьютерной сети, благодаря чему обеспечивалась передача данных ежедневного медицинского контроля и результатов выполняемых экспериментов. В целях безопасности аварийную связь между наземным пунктом управления и экипажем не отклю-

ли, постоянно осуществляли и телевизионное наблюдение. На период нештатной ситуации экипаж освободили от функций управления системами жизнеобеспечения, передав контроль наземным службам – дежурным бригадам. Правда, участникам эксперимента предоставили право корректировать температуру и влажность в комплексе по своему усмотрению в заданных пределах.

Проигрывалась относительно короткая (7 сут) ситуация, характеризующаяся временным прекращением связи между кораблем и наземным центром управления. Нахождение экипажа в условиях “высокой автономности” существенно не повлияло на выполнение “полетной” программы. При этом организация труда испытателей несколько улучшилась за счет большей инициативности и самостоятельности. Но сразу после восстановления связи уровень информационного обмена снизился по сравнению с отмечавшимся до ее обрыва. Это можно рассматривать как процесс адаптации сенсорных систем организма к обедненной информационной среде.

ЗАВЕРШЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА

В соответствии с программой 4 ноября 2011 г. открыли люк медико-технического комплекса, впервые за почти пол-



Разминка экипажа перед ежедневной тренировкой.

В оранжерее работает С.Р. Камолов.





*Эксперимент завершен.
4 ноября 2011 г.*

перспективных средств профилактики, диагностики и оказания медицинской помощи. Разработана информационная система, позволившая обеспечить жизнедеятельность экипажа, передачу научной, медицинской и персональной информации, а также освоение новых, ранее неизвестных операций. Система психологической поддержки оказалась эффективной, причем испытатели сами приняли активное участие в ее организации и совершенствовании. Впервые были смоделированы элементы деятельности "десанта" на поверхности осваиваемой планеты. Проведены испытания систем жизнеобеспечения, показана эффективность их работы в сроки, приближенные к продолжительности межпланетных экспедиций.

Предварительный анализ полученных научных результатов свидетельствует: пребывание в условиях искусственной среды обитания приводит к изменению фенотипических характеристик рецепторов системы врожденного иммунитета, распознающих чужеродные антигены. При этом формируются новые функциональные взаимодействия между микробным сообществом

тора года реализации проекта. С 4 по 25 ноября 2011 г. обследовалось состояние здоровья экипажа и подводились итоги научных исследований. Все шестеро испытателей-добровольцев признаны здоровыми врачебно-экспертной комиссией Института медико-биологических проблем РАН, а также специалистами Центральной клинической больницы РАН, Российского научно-исследовательского кардиологического центра.

Следует отметить: эксперимент с 520-суточным пребыванием изолированной группы людей в условиях замкнутого пространства в целях моделирования особенностей межпланетного полета успешно выполнен. Экипаж сохранился как единое целое, все его члены проявили профессионализм, высокий уровень мотивации, сохранили здоровье и работоспособность. Успешно выполнена насыщенная программа научных исследований, проведена апробация

и окружающей средой, что может быть причиной изменения воздействия микроорганизмов на человека, пребывающего в этих условиях. В ходе имитируемой экспедиции апробирована комплексная система медицинского контроля и оказания медицинской помощи, включающая перспективные методы мониторинга функциональных возмож-

ностей организма во время работы на поверхности осваиваемых планет.

В апреле 2012 г. результаты этого длительного эксперимента были подробно обсуждены на Международном симпозиуме, проведенном под эгидой Роскосмоса, Российской академии наук и Института медико-биологических проблем РАН. Итоги проекта "Марс-

500" не только послужат исходными данными при разработке системы медико-технического обеспечения межпланетных экспедиций, но и будут способствовать постановке новых научных задач, которые станут предметом дальнейших исследований.

Иллюстрации предоставлены авторами

Информация

Природа радиопульсаров раскрыта?

Астрофизики из ФИАН выяснили, как формируется и распространяется излучение в магнитосфере радиопульсаров. Эти сведения помогут сделать количественные предсказания относительно эволюции нейтронных звезд, а также свойств наблюдаемого радиоизлучения. Несмотря на то, что радиопульсары были открыты в 1967 г., наши представления о них пока остаются неполными.

Для сравнения теории радиопульсаров с наблюдениями требовались дополнительные знания о процессе формирования и распространения радиоизлучения. Механизм образования излучения пульсара в его магнитосфере предложила чуть больше 20 лет назад

группа ученых из ФИАН – академик А.В. Гуревич, доктора физико-математических наук Я.Н. Истомин и В.С. Бескин. Установлено, что излучение формируется в магнитосфере пульсара. Заряженные частицы, двигаясь по кривой траектории с ускорением, излучают электромагнитные волны. Необходимо было прояснить также, как излучение распространяется. Эти волны выходят из магнитосферы нейтронной звезды в межзвездную среду очень низкой плотности. В течение двух лет удалось рассчитать область распространения электромагнитных волн в плазме с учетом всех эффектов.

В качестве модели использовался профиль, похожий на полый конус, плотности вторичной электронно-позитронной плазмы, истекающей вдоль открытых магнитных силовых линий. Учитывались электрическое поле, связанное с вращением пульсара, а также преломление двух лучей магнитоактивной плазмы, в результате чего волны различной поляризации по-раз-

ному распространяются в магнитосфере нейтронной звезды. Выбрана реальная структура магнитного поля – электронно-позитронная плазма, рождаемая жесткими гамма-квантами вблизи поверхности нейтронной звезды. Плазма истекает из магнитосферы пульсара вдоль магнитных силовых линий. Для определения плотности плазмы в каждой точке вдоль магнитных силовых линий выполнили интегрирование. Это позволило также узнать, в какой области на поверхности нейтронной звезды частицы начали движение. Полученные результаты, как полагают ученые, помогут существенно продвинуться в понимании природы активности пульсаров и в определении параметров истекающей плазмы.

Работы ведутся совместно сотрудниками Пушинской радиоастрономической обсерватории ФИАН и Института радиоастрономии им. М. Планка (Бонн, Германия).

Пресс-релиз ФИАН,
22 ноября 2012 г.

Жозеф-Николя Делиль

(К 325-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)



Жозеф-Николя Делиль.

Французский астроном, географ, физик, историк науки, основатель Петербургской астрономической школы Жозеф-Николя Делиль (Joseph-Nicolas De L'Isle) родился 4 апреля 1688 г. в Париже. Отец, Клод Делиль, сын врача, был адвокатом Парижского парламента – суда в Париже. Но он все больше времени посвящал репетиторству по истории и географии в аристократических семьях. Среди его учеников был будущий регент при Людовике XV Филипп Орлеанский, который покровительствовал членам семьи своего учителя.

Мать Жозефа, Николь Шарлот Милле де ла Кройер, – дочь адвоката, принадлежавшего к дворянскому сословию. В семье Делилей было пятеро детей – четыре сына и дочь. Все сыновья стали учеными: Гийом – географом, Клод Симон – историком, Жозеф-Николя и Луи – астрономами.

Чтобы составить точные географические карты, Гийому Делилю предстояло определить координаты пунктов на поверхности Земли с помощью астрономических наблюдений. Тогда наибольшая трудность состояла в измерении долготы, особенно в море. После открытия галилеевых спутников Юпитера стало ясно, что время их затмений можно использовать для определения долгот. С этой целью встала необходимость подготовить достаточно точные таблицы, по которым определяются эфемериды. Такую трудоемкую работу проделал в 1668 г. французский астроном и математик Дж.Д. Кассини (Земля и Вселенная, 1976, № 1), “Болонские эфемериды медийских звезд” стали широко использоваться в морской навигации.

В то время Франция имела самый крупный флот в мире и усиленно осуществляла колониальную экспансию. Поэтому неудивительно, что Людовик XIV пригласил Дж.Д. Кассини во Францию. Он руководил картографическими работами и строительством Парижской обсерватории, которую возглавлял до конца жизни. У Дж.Д. Кассини стали учиться астрономии Клод, Гийом и несколько позже Жозеф-Николя. Первый королевский географ Гийом Делиль был многим обязан Жозефу-

Николя, помогавшему в черчении карт, а после смерти младшего брата издавшему многие карты по его очень схематичным эскизам.

В 1706 г. Жозеф-Николя окончил Колледж четырех наций (Колледж Мазарини), и в этом же году в Париже произошло солнечное затмение. Это явление пробудило у него интерес к астрономии. Он стал серьезно изучать математику и помогать Дж.Д. Кассини в вычислениях, тем самым осваивая самые современные методы астрономии. Дж.Д. Кассини высоко оценивал способности ученика, что вызвало зависть его сына Жака Кассини. После смерти отца в 1712 г. он стал директором обсерватории и весьма влиятельным недоброжелателем Ж.-Н. Делиля.

В 1710 г. Ж.-Н. Делиль приспособил под свою обсерваторию купол над главными воротами Люксембургского дворца. Для покупки серьезных астрономических инструментов он заработал деньги, составляя гороскопы. В 1712 г. Жозеф-Николя начал проводить астрономические наблюдения и не оставлял это занятие до конца жизни. 20 марта 1714 г. его избрали в Парижскую Академию наук, а в 1718 г. он стал профессором Королевского колледжа (Колледж де Франс).

Но нельзя сказать, что Ж.-Н. Делиль не испытывал трудностей в работе. Познакомившись с великим трудом И. Ньютона “Математические начала натуральной философии”, Жозеф Николя оказался одним из первых ньютоналицев на континенте. Но во Франции в науке господствовали картезианцы. Мало-мальски значимые астрономические должности занимали родственники и ученики Дж.Д. Кассини, который был яростным противником учения И. Ньютона о всемирном тяготении. Парижская Академия наук не только не выделяла средств на исследовательские проекты Ж.-Н. Делиля, но и отказывала в публикации некоторых его работ. Возможно такая ситуация способствовала тому, что Жозеф-Николя принял предложение Петра I переехать в Санкт-Петербург и занять

должность профессора в создаваемой им Академии наук. Русский царь летом 1717 г. находился в Париже. Б. Фонтенель писал: *“Царь заходил повидать его (Гийома – старшего брата Ж.-Н. Делиля) запросто, чтобы сделать ему некоторые замечания о Московии, а еще более, чтобы узнать от него лучше, чем у всех остальных, о своей собственной империи”*. Имеются исторические свидетельства, что на этих домашних и на официальных встречах с Петром I в Сорбонне, Королевской библиотеке, Колледже Мазарини и Парижской Академии наук присутствовал и Ж.-Н. Делиль.

Петр I в проекте Устава своей Академии объединил астрономию с навигацией и географией, а должность профессора астрономии отнес к самому высшему (первому) классу. Такая оценка, конечно, определялась потребностями развития Российской империи и ее морского флота. Астроном и географ Ж.-Н. Делиль как нельзя лучше подходил для этой должности.

Академия в Санкт-Петербурге еще не открылась, а 2 марта 1722 г. Жозеф-Николя получил деньги на дорожные расходы и приобретение астрономических инструментов. Только 28 января 1724 г. был опубликован сенатский указ об учреждении Академии наук. Петр I умер 28 января 1725 г., и российский правящий класс потерял интерес к этому научному учреждению. Но все же работа по организации Академии продолжалась. 27 декабря 1725 г. в доме опального барона П.П. Шафирова на Петербургской стороне, выделенном Академии, в присутствии членов правительства и виднейших представителей двора и духовенства состоялось первое торжественное академическое заседание. Выступавшие расценили создание Академии наук как крупнейшее событие того времени. Вспоминали слова Петра I о том, что Академия должна *“приобрести нам в Европе доверие и честь”* и что *“пора перестать считать нас за варваров, пренебрегающих наукой”*. Несколько ранее Императрица Екатерина I своим указом



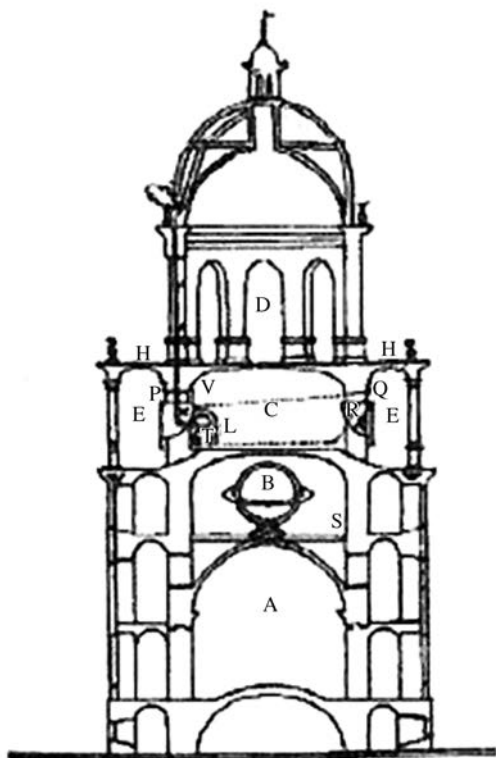
Профессор астрономии Луи Делиль де ла Кройер.

назначила придворного лейб-медика Л.Л. Блюментроста первым Президентом Императорской Петербургской Академии наук. В конце 1725 г. Екатерина I подтвердила Ж.-Н. Делилю приглашение Петра I занять должность в Академии. В начале следующего года Жозеф-Николя выехал в Петербург.

Весной 1726 г. Ж.-Н. Делиль прибыл в Петербург и принял имя Осип Николаевич. С ним приехали его супруга Мария Магдалина, младший брат Луи Делиль де ла Кройер (1690–1741) и инструментальный мастер П. Вийон. Луи Делиль получил дворянский титул от матери, так как в семье ее родителей не осталось наследников мужского пола, он участник Великой Северной экспедиции (1733–1741) Академического отряда под руководством профессора Г.Ф. Миллера, проводил астрономические и геомагнитные исследования в Архангельске, учредил метеостанции в Екатеринбурге, Енисейске и Иркутске. Семья Делилей первые полгода, пока

достраивалось здание Академии наук (ныне Кунсткамера), жила близ Смольного дворца. Жозеф-Николя сразу приступил к астрономическим наблюдениям, и здесь же под его руководством начались систематические метеорологические исследования. К наблюдению полярных сияний он привлек математиков Г.В. Крафта и Ф.Х. Майера.

1 августа 1726 г. Ж.-Н. Делиль участвовал во втором торжественном заседании Академии наук. 29 сентября 1726 г. Жозеф-Николя пересе-



Кунсткамера в разрезе: А – зал для анатомического театра; В – зал для Большого Готторпского глобуса; С – зал для астрономических наблюдений; Р и Q – два квадранта, неподвижно закрепленные в плоскости меридиана места; RSTV – полуденная линия, или меридиан места; L – печь; D – верхняя обсерватория; EE – крытая галерея; HH – открытая галерея. Чертеж архитектора Г. Кьявери. 1726 г.

лился в квартиру в здании Кунсткамеры. Он просмотрел чертежи обсерватории, созданные архитектором Гаэтано Кьявери, который в этот период занимался достройкой здания и, *“не найдя их подходящими с точки зрения наблюдений ... предложил чертеж с описанием”*. Ж.-Н. Делиль предлагал архитектору над помещением верхней обсерватории воздвигнуть купол, украсив его небольшой балюстрадой и фонарем с кровлей, на которой можно укрепить флюгер.

Уже в первые месяцы пребывания в России Жозеф-Николя установил тесные научные контакты с профессором древностей Т.З. Байером, внуком знаменитого астронома И. Байера, издавшего в 1603 г. *“Уранометрию”* (Земля и Вселенная, 2007, № 4). Т.З. Байер помогал Ж.-Н. Делилю в астрономических наблюдениях и сотрудничал с ним в исследованиях по истории астрономии.

Ж.-Н. Делиль основные усилия направил на выполнение намеченной им еще во Франции программы работ в России, изложенной в письме Л.Л. Блюментросту от 8 сентября 1721 г. Она состояла из семи пунктов:

1) градусные измерения вдоль Петербургского меридиана и параллели, необходимые для определения истинной фигуры Земли, знание которой важно для подготовки точных морских и сухопутных карт;

2) астрономическое определение широт и долгот главных пунктов по всей территории страны и проведение триангуляции как основы для составления точной карты России;

3) основание в Петербурге астрономической обсерватории и организация в ней систематических наблюдений, одновременных с наблюдениями в других обсерваториях Европы;

4) определение точного расстояния до Солнца, Луны и других небесных тел, а также разработка теории их движения, особое внимание уделяя теории движения Луны, которая использовалась для определения долгот в открытом море;



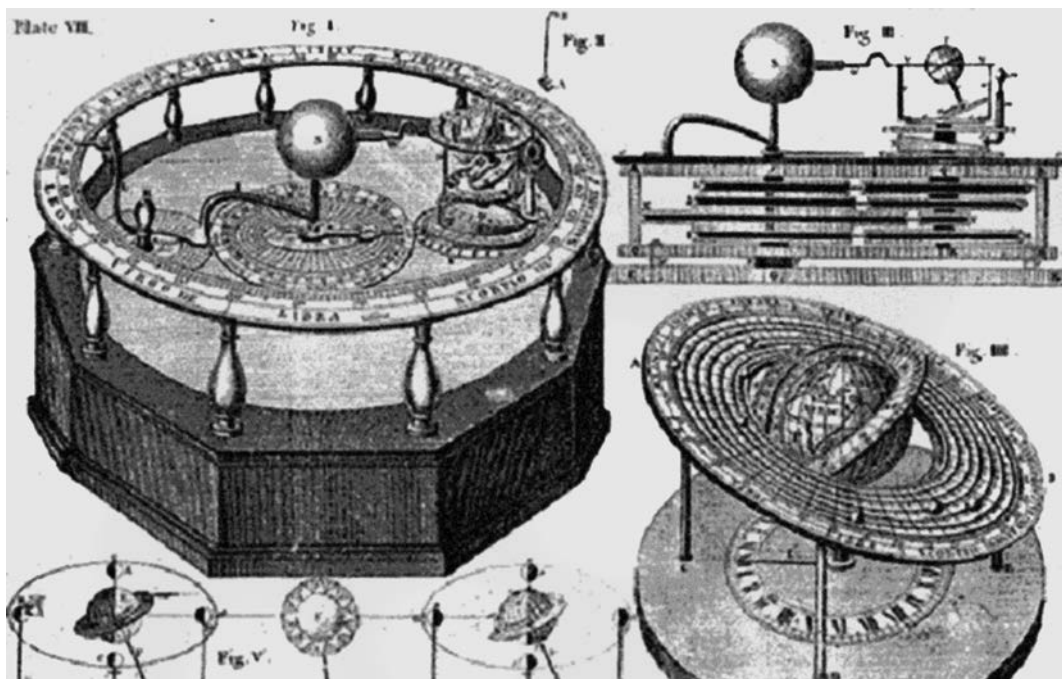
Академик по кафедре астрономии Императорской Академии наук Готфрид Гейнзиус.

5) исследование атмосферной рефракции и *“всевозможные физические эксперименты и наблюдения, которые из-за различия температуры России от других стран Европы могли бы принести наибольшую пользу для познания натуральных вещей”*;

6) подготовка русских научных кадров;

7) работа над полным трактатом по астрономии, включающим как основы этой науки, так и ее историю.

Эта программа на долгие годы определила характер работы Ж.-Н. Делиля и российских астрономов, и, учитывая педагогическую деятельность Жозефа-Николя, его можно по праву назвать основателем Петербургской астрономической школы. Так, по проекту Ж.-Н. Делиля была построена и оснащена инструментами академическая астрономическая обсерватория в здании Кунсткамеры. Для привлечения молодых астрономов к работе в области астрономии он выступал с публичны-



Астрономические инструменты Дж. Фергюсона, которыми пользовался Ж.-Н. Делиль. Из коллекции Б. Грейга (Англия).

ми речами. С первой подобной речью Ж.-Н. Делиль выступил на публичном диспуте в Петербурге 2 марта 1728 г., на котором обсуждался вопрос об истинной картине мира. Ж.-Н. Делиль не только дал представление о системах мира Птолемея и Коперника, но и привел свидетельства в пользу истинности гелиоцентрической системы и ее значения для развития картографии и навигации. Но выступление Жозефа-Николя не перевели на русский язык, так как всесильный правитель Академической канцелярии библиотекарь И.Д. Шумахер нашел в ней антирелигиозную направленность.

В 1736 г. по предложению Ж.-Н. Делиля в Петербург прибыл немецкий астроном Готфрид Гейнзиус (1709–1769), и с ним был заключен контракт. Он писал статьи по астрономическим проблемам, печатавшиеся в журнале Академии “Комментарии...”, кроме того, издал брошюру “Описание в на-

чале 1744 года явившейся кометы...”. Ж.-Н. Делиль с ним и другими сотрудниками проводил астрономические наблюдения в обсерватории, расположенной в Кунсткамере. У Жозефа-Николя были привезенные из Парижа 18-дюймовый квадрант Шапото и астрономические часы работы Этьена. Ему также передали большие трубы с фокусными расстояниями в 15, 20,5 и 22 фута из собрания Петра I и много приборов из Морской академии. С течением времени количество инструментов в обсерватории увеличивалось. В еще недостроенной обсерватории начались исследования по уточнению координат Петербурга и прокладке линии Петербургского меридиана в нижнем этаже обсерватории. Под руководством Ж.-Н. Делиля ежегодно издавались астрономические календари и таблицы. Он уделял внимание усовершенствованию астрономических инструментов и методов наблюдений.

COMMENTARII
ACADEMIAE
SCIENTIARVM
IMPERIALIS
PETROPOLITANAE

TOMVS I.
AD ANNVM clb lccc xxvii.



PETROPOLI
TYPIS ACADEMIAE
clb lccc xxviii.

Титульный лист I тома "Комментариев Академии наук" на латинском языке. Санкт-Петербург, 1728 г.

в изучении Российской империи к середине XVIII в. Над Атласом работали высокопрофессиональные граверы и художники, украсившие его декоративными картушами, имеющими аллегорический смысл. Все это позволяет отнести Атлас к лучшим и самым изящным отечественным изданиям.

Все же астрономические исследования были для Ж.-Н. Делиля главными, в основном они посвящены наблюдательной астрономии, астрометрии и небесной механике. За более чем двадцать лет Жозеф-Николя с сотрудниками определил координаты обсерватории в Кунсткамере, провел детальное изучение инструментов и их ошибок, разработал эфемериды и каталог фундаментальных звезд. Они исследовали астрономическую рефракцию, делали попытки обнаружить aberrацию света, годичный параллакс звезд и их собст-

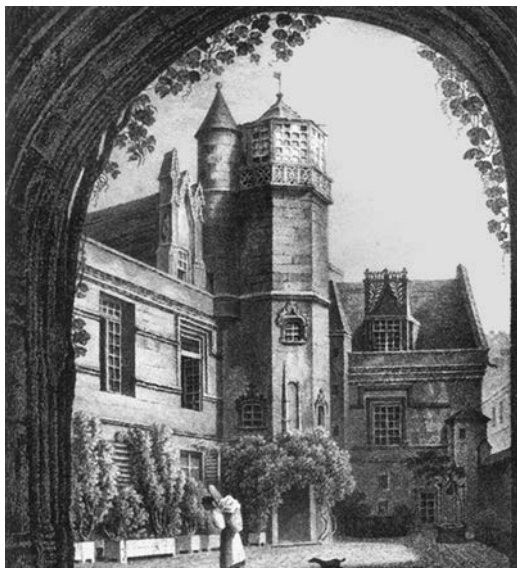
венные движения. Ж.-Н. Делиль разработал метод определения географических долгот мест по наблюдениям прохождения Луны через меридиан с помощью переносного пассажного инструмента. В 1732 г. новый метод внедрили в практику работы геодезистов и позже включили в инструкцию Второй Камчатской экспедиции.

Ж.-Н. Делиль наблюдал солнечные и лунные затмения, покрытия звезд и планет Луной, изучал движения солнечных пятен, измерял диаметры Солнца, Луны и планет. Он руководил организацией наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца в 1761 г. и 1769 г., подготовил на основании своего метода карту видимости этих явлений, предложил способ определения параллакса Солнца по наблюдениям моментов соприкосновения Венеры с диском нашего светила в экваториальных странах в двух пунктах, весьма различающихся по долготе. Как известно, именно М.В. Ломоносов в 1761 г. во время транзита Венеры открыл атмосферу на этой планете (Земля и Вселенная, 2004, № 2; 2011, № 6). Ж.-Н. Делиль вместе с Г. Гейнзиусом наблюдал кометы 1742 г. и 1744 г. Жозеф-Николя построил теорию движения комет и дал анализ всех публикаций по теории комет после И. Ньютона и Э. Галлея. Свои работы в области астрономии Ж.-Н. Делиль публиковал в журнале "Комментарии Академии наук" на латинском языке. Следует отметить и то, что Ж.-Н. Делиль способствовал переводу на европейские языки значимых трудов ученых Востока, в том числе Улугбека (Земля и Вселенная, 1994, № 6).

Несмотря на блестящую научную деятельность Ж.-Н. Делиля в Императорской Петербургской Академии наук, происки И.Д. Шумахера увенчались успехом. Из-за него Академия лишилась таких великих ученых, как Д. Бернулли и Л. Эйлер. Теперь он создал такие обстоятельства, что Ж.-Н. Делиль вынужден был уехать. 27 апреля 1747 г. он последний раз присутствовал на заседании конференции, но уже как почет-

ный член Академии. Закончив работу в Академии, действительным членом которой он был с 8 июня 1725 г. по 23 января 1747 г., Ж.-Н. Делиль стал ее почетным членом с выплатой пожизненной пенсии размером 200 рублей в год. Передав дела конференц-секретарю Академии Х.Н. фон Винсгейму, Ж.-Н. Делиль вернулся в Париж. Он получил должность астронома французского военного флота и снова стал профессором Королевского колледжа (Колледж-Ройаль), где преподавал до 1761 г.

25 июня 1748 г. Ж.-Н. Делиля лишили звания почетного академика Императорской Петербургской Академии наук и пенсии в результате заявления И.Д. Шумахера о том, что он увез свои материалы из Обсерватории и из Географического департамента. Это обстоятельство не повлияло на положение Ж.-Н. Делиля, он продолжал активно работать во Франции. Как и в России, здесь у него появились ученики, среди них такие известные астрономы, как Л. Годен, Ж. Лаланд и Ш. Мессье. В 1751 г. в Париже Ж.-Н. Делиль основал Обсерваторию военно-морского флота. Она располагалась в башне особняка Клуни, принадлежавшего военному флоту Франции, напротив Королевского колледжа. В 1751–1757 гг. там проводили астрономические наблюдения Ж.-Н. Делиль и Ш. Мессье (Земля и Вселенная, 1980, № 4), причем Жозеф-Николя помог 21-летнему Шарлю устроиться ассистентом в обсерваторию. Ш. Мессье была поручена проверка сделанных Ж.-Н. Делилем вычислений орбиты кометы Галлея.



Обсерватория военно-морского флота в Париже. Гравюра XVIII в.

Ж.-Н. Делиль получил всемирное признание и был избран членом всех крупнейших академий: Лондонского королевского общества, Парижской, Болонской, Берлинской, Стокгольмской, Упсальской и Руанской академий наук и Академии Леопольдины.

Скончался Ж.-Н. Делиль 11 сентября 1768 г. в Париже. В его честь названы кратер на Луне и астероид № 12 742.

*А.В. КОЗЕНКО,
доктор физико-математических наук*

ние при этом отрицательно, вещество растянуто. Такое уравнение состояния приводит к расширению Вселенной по закону показательной функции. Независимо, и с большей определенностью, о том же писал в те же годы Глинер”.

В 1965–1980 гг. идею первичного вакуума развивали Э.Б. Глинер, И.Г. Дымникова (Физтех), Л.Э. Гуревич, А.А. Старобинский (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау). С начала 1980-х гг., после работ американского космолога Алана Гута и Андрея Дмитриевича Линде (Физический институт РАН), увлечение этой идеей постепенно приняло массовый характер, и в результате возникло и продолжает разрастаться до сих пор широкое направление в космологии, получившее название “инфляция” (по предложению А. Гута), или “раздувание” (как предпочитает говорить Эраст Борисович). Теоретики инфляции предложили сотни различных космологических сценариев, то есть эволюционных схем, в рамках которых могла бы реализоваться картина, впервые намеченная в общих чертах Э.Б. Глинером. Некоторые из сценариев необычайно изобретательны по замыслу и конструкции, другие отличаются изящным описанием мельчайших математических подробностей, третьи сочетают в себе и то и другое. В русле инфляционного движения не заметно “борьбы идей”, все дружно расширяют пространство теоретически допустимых возможностей, обильно цитируя друг друга. При этом нередко забывают, чьи идеи они столь энергично развивают.

БОЛЬШАЯ ЖИЗНЬ

Э.Б. Глинер пришел в теоретическую физику, имея за плечами опыт суровых жизненных испытаний. Он родился в Киеве 26 января 1923 г. Рос без отца. Мать заведовала лабораторией областного туберкулезного диспансера. После окончания школы поступил на химический факультет Ленинградского университета. В начале войны он, как и многие из ЛГУ, был направлен на оборонные работы под Ленинградом.

От непосильных физических нагрузок и трудных условий жизни тяжело заболел. Эраста Борисовича, полуживого, чудом доставили в блокадный Ленинград, где он оставался всю суровую зиму 1941–1942 гг., и только после этого его вывезли на Большую Землю. От службы в армии был освобожден из-за страшной дистрофии, следствия болезни и голодной зимы. В 1942 г. Э.Б. Глинер пошел в армию добровольцем, был дважды ранен, награжден двумя боевыми орденами. В мае 1944 г. после третьего тяжелого ранения потерял правую руку. Его демобилизовали, и осенью того же года Эраст Борисович поступил на первый курс физического факультета Ленинградского университета.

13 марта 1945 г. его арестовали и осудили на 10 лет лагерей по статье 58-10, ч. 2, 11 УК РСФСР – “за участие в деятельности антисоветской группы”. Э.Б. Глинер всего лишь участвовал в вечерах студенческого литературного кружка любителей русской поэзии. Эраст Борисович отбывал заключение в тюремных конструкторских бюро ГУЛАГа – в печально известных ленинградских “Крестах”, в спецтюрьмах Москвы и Красноярска. Он работал старшим инженером расчетно-исследовательской группы, руководил лабораторией, проектировал системы автоматического регулирования и электроаппаратуру. В тюрьме Эраст Борисович получил авторские свидетельства на ряд изобретений и “коренное техническое усовершенствование”. Освобожден 25 апреля 1954 г. и 5 августа 1955 г. реабилитирован “в связи с отсутствием состава преступления”.

Эраст Борисович вернулся в ЛГУ, продолжил учебу на физическом факультете и одновременно работал учителем вечерней школы. В 1963 г. окончил университет и в том же году стал сотрудником Физтеха. Годом раньше вышла его книга “Уравнения в частных производных математической физики”, написанная совместно с профессором М.М. Смирновым и членом-корреспондентом АН СССР Н.С. Кошляковым



Э.Б. Глинер за чтением научной литературы. Начало 1960-х гг.

(он тоже прошел через ГУЛАГ); книга выдержала несколько изданий, в том числе и в США на английском языке. В 1960-е гг. Эраст Борисович опубликовал несколько работ по релятивистской физике и космологии, одну из них А.Д. Сахаров рекомендовал к публикации в журнале “Доклады Академии наук СССР”. По этим работам Э.Б. Глинер подготовил кандидатскую диссертацию и представил ее в Ученый совет Физтеха.

Тем временем вокруг космологических идей Глинера разгорелся нешуточный спор на “академическом” уровне. Академик Яков Борисов Зельдович был резко против этих идей. Академики Андрей Дмитриевич Сахаров и Владимир Александрович Фок решительно их поддержали. Сахаров и Фок заяви-

ли, что диссертацию Глинера можно защищать как докторскую и были готовы оппонировать. Это стало известно в Физтехе, и институтское начальство (по собственной ли инициативе?) поставило Эраста Борисовича перед выбором: или имя Сахарова как оппонента снимается и тогда – невзирая на позицию Зельдовича – диссертация защищается (возможно, как докторская), или не защищается вообще даже как кандидатская. Эраст Борисович выбрал второе. На диссертацию был наложен негласный запрет. Тем не менее она была благополучно защищена в 1972 г., и это произошло так. Гуревич позвонил эстонскому академику Харальду Петровичу Кересу, автору фундаментальных работ по общей теории относительности, рассказал о результатах Глинера, о ситуации, которая сложилась вокруг его диссертации, и попросил поставить доклад Эраста Борисовича на релятивистском семинаре в Тарту. Доклад прошел успешно, и Керес охотно принял диссертацию к защите в Тартуском университете. Но диссертационные документы Эраста Борисовича хранились в администрации Физтеха. И тут милейший Георгий Васильевич Скорняков, тогдашний ученый секретарь Физтеха, тайком взял эти документы и позволил переправить их в Тарту.

В том же 1972 г. в издательстве “Знание” вышла научно-популярная брошюра Л.Э. Гуревича и Э.Б. Глинера “Общая теория относительности после Эйнштейна”. Через два года в этом же издательстве вышла вторая их брошюра – “Пространство и время”. Л.Э. Гуревич говорил (1976): “*В Ленинграде лучше всех знает и чувствует общую теорию относительности Эраст Борисович, а за ним – Володя Рубан [Владимир Афанасьевич Рубан (1937–1983) – рано ушедший талантливый ленинградский физик-теоретик]*”.

Бороться в дальнейшем за докторскую степень Эраст Борисович не стал. Теоретик с мировым именем, фронтовик и отец семейства, он находился в Институте на должности младшего



На набережной Невы. Начало 1970-х гг.

научного сотрудника. Осенью 1979 г. Э.Б. Глинер уволился из Физтеха “по собственному желанию”, а в следующем году уехал из СССР. На этом нелегком решении особенно настаивали его дети.

В 1980–1987 гг. Эраст Борисович работал в крупных научных учреждениях США – Макдоннелл-центре космической науки Вашингтонского университета в Сент-Луисе, Астрофизической лаборатории Колорадского университета. В 1987 г. возникла перспектива перейти в один из лучших университетов Западного побережья, его пригласили приехать, выступить с докладом на семинаре. Но дело кончилось ничем.

В декабре 1985 г., а затем в апреле 1986 г. Э.Б. Глинер опубликовал в журнале “Nature” два письма в защиту А.Д. Сахарова, который находился тогда в ссылке в Горьком (ныне Ниж-

ний Новгород). Из этого авторитетного издания многочисленные читатели, ученые разных стран узнали о научных достижениях крупнейшего физика, который, рискуя свободой и жизнью, открыто выступил за права человека, против царившего в СССР произвола властей.

В.Л. ГИНЗБУРГ:
“МЫ В ДОЛГУ ПЕРЕД ГЛИНЕРОМ”

Москва, Физический институт РАН, зима 1999 г., Виталий Лазаревич Гинзбург самым длинным ключом из большой связки отпирает висячий замок на дверях рабочего кабинета Эраста Борисовича: “Пришлось повесить амбарный замок, после того как из этой комнаты украли принтер (ксерокс?)”. Он пригласил к себе для разговора трех физиков, занимающихся космологией: “Время от времени слышу об инфля-



Э.Б. Глинер (справа) и автор статьи. Дом Глинеров в Сан-Франциско. Снимок Г.И. Глинер. 1994 г.

ции, но все не могу понять толком, что в ней такого. И почему она необычайно популярна. В чем там дело, если по сути?” Виталий Лазаревич слушал ответы на эти вопросы, задавал новые, но к концу беседы был разочарован, едва ли не рассержен: “В общем, я мало чего нового усвоил. Хочу поговорить еще со Славой Мухановым, он квалифицированный человек, я ему тоже доверяю. Одно ясно: вся эта бурная деятельность возникла из идеи Э.Б. Глинера о первичном вакууме. Но о Глинере я и так знал”.

В.Л. Гинзбург встречался с Эрастом Борисовичем в Калифорнии годом или двумя ранее и заказал ему тогда большой критический обзор по космологии для журнала “Успехи физических наук”, где Виталий Лазаревич был главным редактором. Эраст Борисович все медлил и в итоге написал не подробный обзор, а, скорее, небольшую статью “Раздувающаяся Вселенная и вакуумоподобное состояние физической сре-

ды” – только о том, что его интересовало и волновало в тот момент. В этой статье, вопреки обычаям инфляционного сообщества, имелась критика, выдержанная, впрочем, в свойственной Э.Б. Глинеру самой мягкой и деликатной манере. Она касалась “видимо, ошибочной” интерпретации раздувания в большом классе весьма популярных в ту пору инфляционных сценариев. К этой статье, вышедшей в февральском выпуске журнала за 2002 г., В.Л. Гинзбург написал предисловие, в котором упомянул о некоторых фактах непростой биографии Эраста Борисовича, сказал, в частности, о его жизни в Америке: “К сожалению, в 1980 г. Э.Б. Глинер эмигрировал в США, поскольку были известные всем нам трудности с получением его детьми университетского образования. В США он успешно работал в нескольких университетах в области физики Солнца и общей теории относительности. В 1987 г. он, однако, потерял работу,

после того как на семинаре в одном из всемирно известных университетов высказал мысли, близкие к изложенным в настоящей публикации и, видимо, неугодные некоторым преуспевающим космологам в США... Я считаю, что мы в большом долгу перед Э.Б. Глинером и должны быть рады возможности опубликовать его статью, тем более что она, в той мере, в которой могу об этом судить, глубока по содержанию”.

В.Л. Гинзбург надеялся, что вслед за краткой статьей Эраст Борисович напишет обещанный большой критический обзор по инфляции. Летом 2009 г. спрашивал автора по телефону:

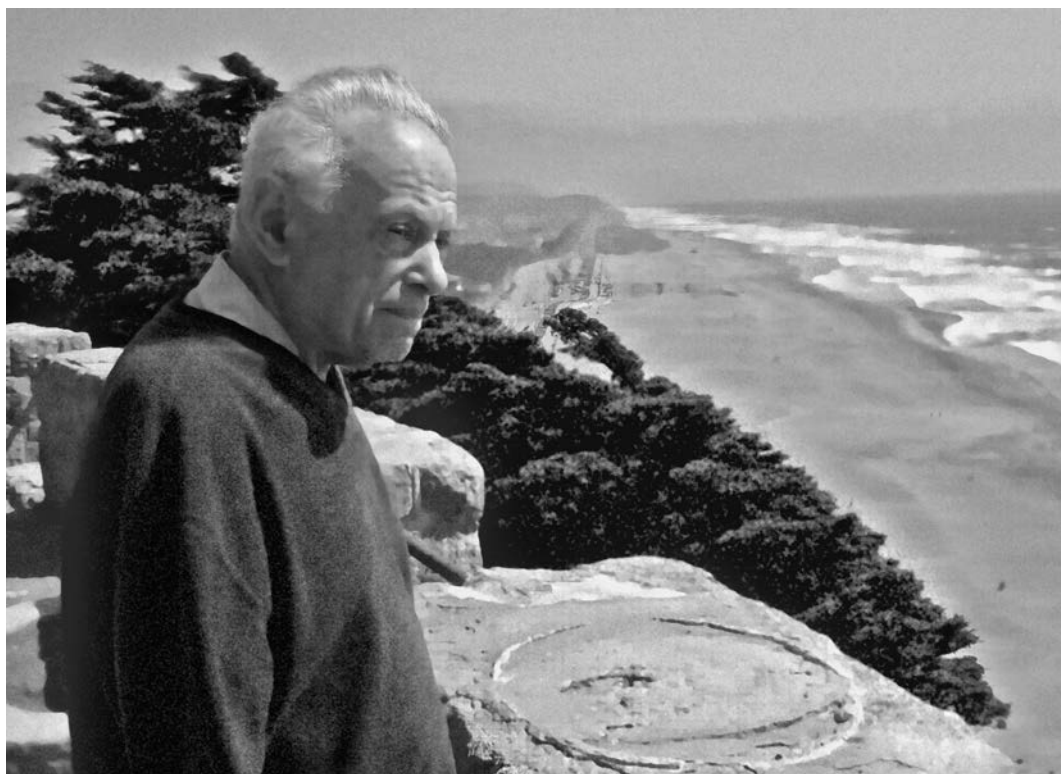
– Что слышно об Эрасте? Вы с ним перезваниваетесь? Почему он не отвечает на мои электронные письма? Я уже думаю, не обиделся ли он вдруг на меня. Передавайте, пожалуйста, ему привет,

пусть напишет мне. И вообще – пусть пишет обзорную статью, обещал же.

ВАКУУМ ЭЙНШТЕЙНА – ГЛИНЕРА

Э.Б. Глинеру принадлежат, по крайней мере, два научных результата, вошедшие в золотой фонд современной космологии: физическая интерпретация космологической постоянной и гипотеза о природе космологического расширения. Скажем о них немного подробнее.

Космологическая постоянная – изобретение Эйнштейна. В 1917 г. он включил ее в математическую структуру своей общей теории относительности, причем сделал это в исключительно простой и экономной форме. Но что она означает по существу? В 1965 г. Эраст Борисович выдвинул идею, что эта величина описывает универсаль-



Э.Б. Глинер на побережье Тихого океана. Сан-Франциско, 2009 г.

ный космический вакуум, создающий всемирное антитяготение. Сейчас это представление является общепринятым (Земля и Вселенная, 2006, № 1).

Различных вакуумов в физике немало: “технический”, истинный, ложный, квантовый. Будем для определенности называть космическую среду, о которой идет речь, вакуумом Эйнштейна – Глинера, или ЭГ-вакуумом. Это – особая, не известная до того в физике сплошная среда. Она невидима, не излучает и не поглощает света, не рассеивает его. Но это не пустота, ЭГ-вакуум обладает отличной от нуля энергией. Его энергия однородно, идеально равномерно заполняет все пространство Вселенной.

Сегодня этот круг идей неожиданно оказался в центре самых оживленных дискуссий, теоретических и наблюдательных исследований в фундаментальной физике, космологии и астрономии. В 1998–1999 гг. две международные группы астрономов-наблюдателей, одной из которых руководили Брайан Шмидт и Адам Рис, а другой – Сол Перлмуттер, сообщили, что космологическое расширение происходит с ускорением. Ускорение создается особой космической средой, обладающей способностью создавать не тяготение, а всеобщее отталкивание, антитяготение. Исследования показали, что лучше всего на роль такой среды подходит ЭГ-вакуум. Действительно, все свойства ЭГ-вакуума, о которых говорил и писал Э.Б. Глинер, находят замечательное соответствие и полное подтверждение в астрономических наблюдениях. Как это нередко бывает в жизни науки, для вновь открытого феномена тут же придумали новое название – “темная энергия”. Так теперь чаще всего называют наблюдаемый ЭГ-вакуум. На долю темной энергии приходится около трех четвертей всей энергии (или массы) наблюдаемой Вселенной. Так что это основной ингредиент “космической смеси”. За открытие ускоренного расширения Вселенной три названные выше астронома получили Нобелевскую премию 2011 г.

(Земля и Вселенная, 2012, № 1, с. 19–20; 2012, № 5).

Другой важнейший результат Э.Б. Глинера – его идея первичного вакуума. Она еще не нашла наблюдательного подтверждения. Ее теоретическая разработка затруднена тем обстоятельством, что “стандартная” фундаментальная физика не применима в крайне необычных условиях очень ранней Вселенной. В первую очередь было бы интересно выяснить, существует ли связь (эволюционная?) между гипотетическим первичным вакуумом и тем реальным вакуумом – темной энергией, – что наблюдают астрономы в сегодняшней Вселенной через 13,7 млрд лет после Большого взрыва.

Имеется множество и других проблем. Самая важная из них – внутренняя структура вакуума Эйнштейна – Глинера. Как многие полагают, это ключевая проблема фундаментальной физики XXI в.

Вернемся к вопросу В.Л. Гинзбурга об инфляции: “Почему она необычайно популярна?” Действительно, интерес к пионерской идее Эраста Борисовича не угасает уже 40 лет. Она привлекает к себе все новые поколения теоретиков разных стран. Научные группы и целые научные школы, изучающие инфляционную космологию, множатся в университетах по всему миру. На эту тему ежегодно печатаются сотни статей, выходят десятки книг, проводятся многочисленные семинары и конференции, защищаются диссертации, присуждаются международные премии и т.д.

Главная причина этой поистине удивительной популярности состоит, как кажется, в том, что идея первичного вакуума открывает невероятно широкие, фактически неограниченные возможности для теоретического поиска в той загадочной и многообещающей области фундаментальной науки, где сходятся космология и физика элементарных частиц. Именно здесь (где же еще?) таится ответ на вопрос, волную-

щий астрономов и физиков почти сто лет: почему расширяется Вселенная? Самым значительным достижением теории на этом пути была и остается идея Э.Б. Глинера о первичном вакууме. Не известно ни одной другой идеи, которая могла бы сейчас составить ей сколько-нибудь серьезную конкуренцию в этой области. А как же резкие возражения Я.Б. Зельдовича? В их научном споре победил Эраст Борисович, хотя и не сразу. В начале 1980-х гг. на семинаре в Физтехе в переполненном зале Яков Борисович с энтузиазмом рассказывал о новостях космологии. Упомянув о работе профессора А. Гута по инфляции, он заметил: *“В свое время я недооценил работы ленинградцев”*.

В 2003 г. Эраст Борисович приехал в Россию впервые после отъезда из СССР. Его тепло приняли в Физтехе, он выступил на многолюдном юбилейном семинаре в его честь. Были также доклады теоретиков Физтеха, других институтов Петербурга и Москвы. Эраст Борисович выступил потом в Москве в Институте космических исследований РАН с докладом *“То, что мы зовем вакуумом”*.

В США Эраста Борисовича наградили медалью *“Ветеран Второй мировой войны”*. С медалью дается еще талон, помещаемый на ветровое стекло автомобиля; это разрешение ветерану парковаться, где угодно, что особенно понравилось Эрасту Борисовичу. У него небольшой дом с садом в тихом районе Сан-Франциско, хорошо знакомый многим российским ученым, побывавшим в гостях у него. Незабываема обстановка приветливой доброжелательности, покоя и уюта, многие годы заботливо создававшаяся там стараниями Галины Ивановны, замечательного человека, жены Эраста Борисовича. Всюду в доме видимо-невидимо книг на многих языках...



*Галина Ивановна и Эраст Борисович Глинеры. Сан-Франциско, до 2007 г.
Фото В. Кетова.*

В год его большого юбилея друзья и коллеги шлют Эрасту Борисовичу горячие пожелания доброго здоровья, благополучия, новых радостей научно-го творчества.

Автор глубоко благодарен Белле Глинер (дочери Эраста Борисовича, Калифорния), А.С. Зильберглейту (Стэнфорд, Калифорния) и Д.Г. Яковлеву (Физтех) за предоставленные исключительно ценные сведения, а также О.С. Бартунову (ГАИШ МГУ) за помощь в оформлении статьи.

*А.Д. ЧЕРНИН,
доктор физико-математических наук
ГАИШ МГУ*

Памяти Вячеслава Алексеевича Маркина



Кандидат географических наук В.А. Маркин (1933–2012).

9 декабря 2012 г. на 80-м году жизни скончался известный ученый – гляциолог и географ, внесший большой вклад в развитие гляциоклиматологии, действительный член Русского географического общества, популяризатор науки кандидат географических наук Вячеслав Алексеевич Маркин.

В.А. Маркин родился 13 ноября 1933 г. в Москве. Окончив в 1956 г. географический факультет МГУ, он 16 лет

работал в Институте географии АН СССР, затем на географическом и биологическом факультетах МГУ.

В конце 1950-х гг. начались комплексные широкомасштабные исследования по программам Международного геофизического года. За плечами В.А. Маркина экспедиционные работы на полярных и высокогорных ледниках, в том числе арктическая зимовка в 1957–1959 гг. (26 месяцев) на Земле Франца-Иосифа – самом северном архипелаге Северного Ледовитого океана. Как и другие молодые географы, он с энтузиазмом и отвагой приступил к познанию ранее почти неизвестных законов образования и существования оледенения Земли. Вячеслав Алексеевич, очень скромный, спокойный и доброжелательный человек, никогда не отказывался от авральные мероприятий. В.А. Маркин получил огромный опыт работы в тяжелейших условиях жизни на покровных ледниках Арктики. Ему достались метеорологические, актинометрические и другие наблюдения за арктической погодой. Вячеслав Алексеевич проводил их тщательно, точно по времени выходя к приборам в полярный день и полярную ночь, порою в пургу, метель и сильнейшие морозы. Немедленная обработка и анализ данных наблюдений привели к выявлению ключевых направлений исследования климата на ледниках.

В последующих экспедициях – на Шпицберген, Полярный Урал, Забай-

калье, ледники Кавказа, Памира, Алтая, Тянь-Шаня, Камчатки – он развивал эти направления исследований, обнаруживая особенности формирования радиационного и теплового баланса на поверхности ледников, связывая снегонакопление и таяние с наиболее подвижным фактором климата – циркуляцией атмосферы. Свое понимание гляциологических и климатических факторов формирования оледенения, в зависимости от массы и энергетического обмена ледников, Вячеслав Алексеевич изложил в кандидатской диссертации “Определяющая роль циркуляции атмосферы в формировании массоэнергообмена на поверхности ледников Арктики (по материалам исследований на Земле Франца-Иосифа и Шпицбергена)”, которую успешно защитил в 1973 г.

Одновременно с участием в экспедициях В.А. Маркин стал писать как научные, так и научно-популярные статьи. Необычайно широкий круг интересов и энциклопедические познания позволили ему обращаться к самым разнообразным темам в области географии, геологии, физики, биологии, истории. Вячеслав Алексеевич принял участие в работе над тремя коллективными монографиями: “Оледенение Земли Франца-Иосифа” (1973), “Оледенение Шпицбергена (Свальбарда)” (1976) и “Ледник Джанкуат (Центральный Кавказ)” (1978). Он написал еще около 30 научных статей, опубликованных в “Материалах гляциологических исследований” и в журнале “Проблемы Арктики и Антарктики”. Разработки Вячеслава Алексеевича в области гляциологии не только не утратили важного значения, но и приобрели еще большую актуальность. Они содержат главные подходы к оценке процессов в нивально-гляциальном поясе Земли в связи с современным изменением циркуляции атмосферы и новой глобальной климатической ситуацией.

В 1988 г. началось сотрудничество Вячеслава Алексеевича с журналом “Земля и Вселенная”, где за 25 лет он опубликовал более 100 материалов. С 1994 г. по 2009 г. он работал ведущим отделом наук о Земле. Тематика его статей обширна – великие географические открытия, экологические проблемы, его любимая Арктика, землетрясения, тайфуны, вопросы биосферы, горы и ледники, экстремальные формы жизни, сибирские реки и многое другое. Писал он и о людях науки. Герои его статей – Фритьоф Нансен, Александр Гумбольдт, Георгий Седов, Тур Хейердал, Александр Ферсман, Петр Кропоткин... В.А. Маркин первым обратился к личности П.А. Кропоткина не как теоретика анархизма и общественного деятеля, а как ученого, автора теории оледенения Земли, исследователя Сибири. Вячеслав Алексеевич занимался научной популяризацией географии и гляциологии в журналах “Наука и жизнь”, “Природа”, “Знание – сила”, “Вокруг света”, “Наука и техника”, “Наука в СССР”, “Юный натуралист” и, кроме того, в газетах.

Талантливый писатель, Вячеслав Алексеевич опубликовал книги “В стране ледяных куполов” (1963), “Там, где умирает Гольфстрим” (1968), “В ледяном мире гор” (соавтор В.Г. Ходаков; 1971), “Планеты ледяной венец” (1981), “Петр Алексеевич Кропоткин” (1985), “Петр Кропоткин” (1992), “Я познаю мир. География. Детская энциклопедия” (1998), “Неизвестный Кропоткин” (2002), “Русские путешественники” (2006), “100 великих географических открытий” (2006), “Кропоткин” (серия ЖЗЛ; 2009).

Память о большом ученом и хорошем человеке – Вячеславе Алексеевиче Маркине – сохраняют его соратники и друзья. Коллеги Института географии РАН, редколлегия и редакция журнала “Земля и Вселенная” выражают соболезнование родным и близким Вячеслава Алексеевича.

“Физика космоса, структура и динамика планет и звездных систем”



Эмблема Конференции.

Всероссийская конференция с таким названием проходила с 14 по 17 ноября 2012 г. в Ижевске в Удмуртском государственном университете. Ее организации способствовали Главная астрономическая обсерватория РАН (Пулково), секция Астрономии “Строение и динамика Галактики”, Астрономическое общество, кафедра астрономии и механики Удмуртского государственного

университета. В Конференции приняли участие астрономы из Москвы (ГАИШ МГУ, ИНАСАН), Санкт-Петербурга (ГАО РАН, СПбГУ), Ижевска (УдГУ), Ростова-на-Дону (ЮФУ), Екатеринбурга (УрФУ), Казани (КНИТУ-КАИ), Ярославля (ЯГПУ, Центр им. В.В. Терешковой). Были рассмотрены основные проблемы современной астрономии – астрометрии, небесной механики и астрофизи-

ки. Состоялись пленарные заседания и круглые столы.

Конференция была посвящена памяти известного ученого, классика динамики звездных систем, главного научного сотрудника ГАО РАН доктора физико-математических наук **Вадима Анатольевича Антонова** (1933–2010).

Младшая сестра В.А. Антонова, Галина Анатольевна, рассказала о детстве Вадима Анатольевича, прочла дневники их матери, в которых были описаны ее переживания по поводу неудач и успехов будущего ученого. Л.П. Осипков (СПбГУ) представил дальнейшую биографию В.А. Антонова, который после окончания аспирантуры работал в Ленинградском университете, где защитил кандидатскую и докторскую диссертации. В 1989–1998 гг. он работал в Институте теоретической астрономии РАН, затем в Пулковской обсерватории, в группе специалистов по небес-

ной механике и звездной динамике. В пионерских статьях 1960 г. и 1962 г. В.А. Антонов разработал вариационный метод исследования устойчивости сферических звездных систем с изотропным распределением скоростей. Из работ профессора В.А. Антонова по теории динамических систем, в частности, вытекает новый способ нахождения периодических орбит в звездных системах. В ряде работ (совместных с К.В. Холшевниковым и др.) он разработал теорию гравитационного потенциала и ее приложения к моделированию гравитационных полей Земли и планет. В 2008 г. Обсерватория наградила его медалью им. В. Струве.

Наибольший интерес вызвали следующие пленарные доклады. Член корреспондент РАН **А.В. Степанов** представил новую область астрофизики – корональную сейсмологию, изучающую волновые и колебательные явления, присущие коронам активных звезд (Земля и Вселенная, 2008, № 1). Для описания соответствующих процессов использованы два подхода. В первом корональные магнитные арки и трубки рассматриваются как резонаторы и волноводы для МГД-колебаний и волн. Во втором корональная магнитная арка представляется в виде эквивалентного витка с электрическим током. Оба подхода важ-



Доктор физико-математических наук В.А. Антонов (1933–2010).

ны для диагностики физических процессов в коронах звезд.

Доктор физико-математических наук **Б.П. Кондратьев** с соавторами рассмотрел новые методы расчета в теории потенциала (учение о свойствах сил, действующих по закону

всемирного тяготения), особенности точек перегиба потенциала внутри сферических тел, разложение в ряд потенциала тора – гравитационного или заряженного статическим электричеством. Такой метод может применяться для расчета гравитационных сил в поясе Койпера, кольцах планет, протопланетных дисках вокруг звезд и полярных кольцах в галактиках. Автор, в частности, показал, что при усреднении по времени приливного потенциала сила в плоскости орбиты тора от возмущающего тела оказывается радиальной, а результат не зависит от эксцентриситета эллиптической орбиты, так как тангенциальная составляющая приливной силы отсутствует. Если у планеты с равномерным распре-



Во время работы Конференции.

делением плотности по глубине момент инерции превышает некоторое критическое значение, то внутри такой планеты нет точки перегиба потенциала. По данному критерию, внутри Луны, Марса и спутника Юпитера Ио точка максимума силы притяжения отсутствует. В связи с особой топологией тора для него существуют три сферические зоны, в каждой из которых разложение потенциала обладает своими характерными особенностями. Впервые получена замечательная формула для определения потенциальной энергии пробного тела во внешнем гравитационном поле тора.

Доктор физико-математических наук **А.Т. Байкова** обратила внимание на особенности спектрального анализа остаточных скоростей галактических объектов. Она предложила новый метод поиска периодичностей в остаточных скоростях галактических объектов для оценки параметров, описывающих галактическую спиральную волну плотности. Этот метод, в отличие от традиционного спектрального анализа рядов, учитывает логарифмический характер спиральной структуры нашей Галактики, а также позиционные углы галактических объектов, что позволяет производить точный анализ скоростей объектов, распределенных в широком диапазоне галактоцен-

трических расстояний. Чтобы повысить достоверность выделения периодических сигналов из рядов данных, был разработан метод восстановления спектров на основе обобщения максимальной энтропии. Выделенная периодичность позволила оценить параметры спиральной волны плотности в Галактике, например амплитуда возмущений оказалась 7,7 км/с, длина волны возмущений – 2,2 кпк, угол закрутки -5° ; фаза Солнца $\chi = -147^\circ$.

Известный исследователь космических тел искусственного происхождения кандидат физико-математических наук **Н.С. Бахтигараев** подчеркнул, что в настоящее время вокруг Земли вращаются более 20 тыс. каталогизированных объектов. Число обломков размером от 1 до 10 см оценивается в несколько сотен тысяч. Основная проблема, связанная с космическим мусором, состоит не в том, что около планеты находится много техногенного мусора, а в том, что его количество постоянно увеличивается. Предпринимаемые меры по уменьшению загрязнения околоземного космического пространства замедляют этот рост, но не могут прекратить резкое увеличение малоразмерного космического мусора вследствие разрушения крупных космических объектов. Если не будут приняты кардинальные

меры, то через несколько лет станут невозможными пилотируемые полеты на высотах до 800 км из-за большого риска столкновения с мусором. На несколько десятков лет станут непригодными для функционирования КА орбиты до высоты 1200 км и геостационарная орбита. Особую проблему вызывают КА с ядерными реакторами на борту, находящиеся на высотах более 700 км. При столкновении с космическим мусором они могут привести к радиоактивному загрязнению атмосферы.

Доктора физико-математических наук **К.В. Холшевников** и **В.Ш. Шайдулин** свой доклад посвятили проблеме уточнения оценки Антонова–Холшевникова общего члена ряда Лапласа для гравитационного потенциала небесного тела. При этом найден обширный класс тел, для



Выступает профессор
К.В. Холшевников.

которых улучшается сходимость ряда Лапласа.

Доктор физико-математических наук **В.В. Бобылев** проиллюстрировал возможности метода определения галактоцентрического расстояния Солнца и скорости вращения Галактики с использованием небесных объектов, расположенных в рукаве вблизи нашего светила. Учетные возмущения, вызванные спиральной волной плотности, приводящие к улучшению статистической значимости получаемых оценок. В частности, по выборке из 14 молодых цефеид получены следующие оценки: галактоцентрическое расстояние Солнца – $7,66 \pm \pm 0,36$ кпк и скорость вращения Галактики – $267 \pm \pm 17$ км/с.

Доктор физико-математических наук **В.А. Марсаков** с соавтором подвел итоги исследования авторского каталога фундаментальных астрофизических параметров для 593 рассеянных скоплений. Установлены связи между химическим составом, пространственным положением, элементами галактических орбит, возрастом и другими физическими параметрами рассеянных звездных скоплений. Определена неоднородность населения рассеянных скоплений, свидетельствующая о разнообразии причин их образования, в том числе и воздействие внегалактических объ-

ектов. Сделан вывод: поскольку значительная часть рассеянных скоплений имеет необычное происхождение, а время их жизни существенно зависит от формы и размеров их орбит, то результаты исследований химической и динамической эволюции вещества тонкого диска Галактики для различных выборок скоплений будут различными.

Доктор физико-математических наук **В.В. Орлов** с соавторами на основе наблюдений уникального класса астрономических объектов – кратных звезд – привел результаты численных экспериментов, показавших, что молодые неиерархические системы, наблюдавшиеся в областях звездообразования динамически неустойчивы. За времена порядка миллионов лет они распадаются на одиночные, двойные и иерархические кратные подсистемы. Время устойчивого развития тесных систем с сильной иерархией сравнимо с возрастом Галактики (внешнее поле Галактики вносит слабые возмущения в орбиты компонентов таких систем). Широкие кратные системы с характерными размерами 10^4 – 10^5 а.е. подвергаются сильным возмущениям со стороны внешнего приливного регулярного поля Галактики и проходящих мимо системы массивных звезд, звездных скоплений и молекулярных



Доктор физико-математических наук В.В. Орлов.

облаков. Особый промежуточный класс составляют кратные звезды со слабой иерархией. Такие системы находятся вблизи динамической устойчивости, поэтому движение компонентов в них может обладать признаками хаотичности, а динамическая эволюция может завершиться распадом системы. Для анализа динамической устойчивости избранных кратных звезд использовались известные критерии устойчивости и численное моделирование динамической эволюции систем возрастом 10^6 – 10^7 лет и оригинальные спектральные наблюдения на 1,5-м российско-турецком телескопе РТТ-150 в Обсерватории ТЮБИТАК (Турция). Спекл-интерферометрические наблюдения проводились на 6-м телескопе БТА САО РАН, позиционные исследо-



Активное обсуждение докладов на Конференции.

вания – на 26-дюймовом рефракторе ГАО РАН.

Кандидат физико-математических наук **Л.П. Осипков** рассмотрел проблему учета регулярных и иррегулярных сил в звездных системах, моделируемых гравитирующими материальными точками (регулярное поле характеризует систему как сплошную среду, а иррегулярное поле связано с дискретностью системы). В свете современных представлений о детерминированном хаосе полагается, что регулярные силы могут быть ответственными за крупномасштабные статистически необратимые изменения (размешивание). Иррегулярные силы проявляются при тесных звездных сближениях, в общем случае – кратных.



Дворец детского (юношеского) творчества г. Ижевска с астрономической обсерваторией.

При оценке характерного времени действия иррегулярных сил (времени релаксации) на максимальных прицельных расстояниях используется среднее межзвездное расстояние. Когда на больших расстояниях действует гравитация и отсутствует потенциальный барьер на границе звездных систем, иррегулярные силы сначала приближают систему к статистическому равновесию, а затем состояние равновесия становится недостижимым.

Авторы посвятили свои доклады исследованиям в области небесной механики, проанализировав устойчивые (по Ляпунову) хаотические и неустойчивые (по Ляпунову) регулярные движения систем. Они рассмотрели траектории 497 скоплений звезд в трехкомпонентной модели нашей Галактики с центрально-симметричным потенциалом и указали роль адиабатических инвариантов в описании орбит скоплений с учетом хаотичности движения.



Кандидат физико-математических наук С.В. Пахомов ведет круглый стол "Путешествие по масштабам космоса".

Во Дворце детского (юношеского) творчества г. Ижевска прошел необычный круглый стол – "Путешествие по масштабам космоса" (ведущий – кандидат физико-математических наук **С.В. Пахомов**). На вопросы юных любителей астрономии отвечали представители ведущих астрономических организаций России – универси-

тетов и институтов РАН. В рамках Конференции состоялась демонстрация образовательного потенциала просветительских организаций в Ресурсном центре по астрономии (СОШ № 91) при участии Ижевского астрономического клуба "Звездный путь", Ижевского планетария и обсерватории Дворца детского (юношеского) творчества.

Культурная программа форума включала, в частности, концерт "Классическая музыка и космос" Академического хора Удмуртского государственного университета, экскурсии по городу "Ижевск космический" с посещением музея оружейников и в Воткинск в дом-музей П.И. Чайковского.

Н.И. ПЕРОВ

*Культурно-просветительский центр
им. В.В. Терешковой*

Л.В. СМИРНОВА

*Ярославский государственный педагогический университет
им. К.Д. Ушинского*

Ярославль

Фото С.В. Пахомова.

Планы освоения Луны в трудах пионеров космонавтики

(ДО СЕРЕДИНЫ 1930-х гг.)

Т.Н. ЖЕЛНИНА

Государственный музей истории космонавтики
им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

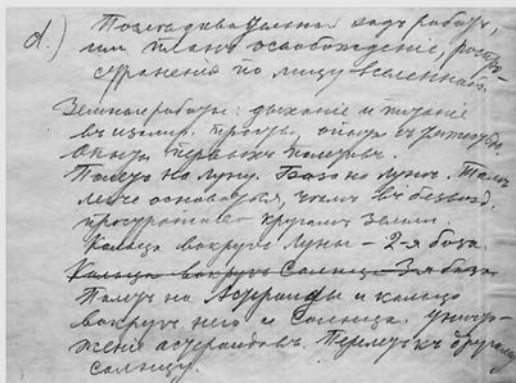
Данное исследование проведено впервые: до настоящего времени в литературе отсутствовала сводная аналитическая информация по этой

теме. Мысли об изучении, освоении и использовании Луны содержатся в трудах многих пионеров космонавтики.

Первые научно обоснованные идеи относительно достижения и освоения Луны высказал **Константин Эдуардович Циолковский** (1857–1935). Причем сначала, размышляя о последовательности шагов в процессе расселения людей за пределами планеты, он считал именно Луну, а не околоземные орбитальные станции опорным пунктом человечества в космосе. Среди подготовительных материалов ко второй статье, “Исследование мировых пространств реактивными приборами”, сохранились заметки, написанные ученым после 1903 г. до марта 1912 г. В них есть запись: “*Последовательный ход работ или план освобождения, распространения по лицу вселенной. Земные работы, дыхание и питание в изолир[ованном] прост[ранстве], опыты с тяжестью. Опыты первых полетов. Полет на Луну. База на Луне. Там легче основаться, чем в безвоздушном пространстве – кругом Земли. Кольца вокруг Луны – 2-я база. Полет на ас-*

тероид и кольцо вокруг него и Солнца. Уничтожение астероидов. Полет к другому солнцу”. Позднее Циолковский изменил свое мнение о месте Луны в космической экспансии человечества. В статье “Исследование мировых пространств реактивными приборами”, опубликованной в 1911–1912 гг., он совершенно определенно писал о том, что расселение землян в космосе начнется с орбитальных станций: “*Движение вокруг Земли ряда снарядов со всеми приспособлениями для существования разумных существ, может служить базой для дальнейшего распространения человечества. Поселяясь кругом Земли во множестве колец, подобных кольцам Сатурна... люди увеличивают в 100–1000 раз запас солнечной энергии, отпущенной им на поверхности Земли...*”

Но Луна по-прежнему осталась в поле зрения К.Э. Циолковского как небесное тело, которое должно быть освоено человеком. В разделе “Не-



возможное сегодня станет возможным завтра” статьи “Исследование мировых пространств реактивными приборами” он поставил конкретные задачи в этой связи: “Стать ногой на почву астероидов, поднять рукой камень с Луны, устроить движущиеся станции в эфирном пространстве, образовать живые кольца вокруг Земли, Луны, Солнца, наблюдать Марс на расстоянии нескольких десятков верст, спуститься на его спутники или даже на самую его поверхность...” К.Э. Циолковский не ограничился общей постановкой задач высадки человека на Луну и создания околулунных поселений, а первым в научной литературе рассчитал количество топлива, необходимое для “безопасного путешествия на нашу Луну” и для “безопасной остановки на поверхности Луны”; описал схемы спуска на Луну по баллистической траектории или с предварительным выходом на околулунную орбиту, предложил осуществлять мягкую посадку на поверхность Луны за счет торможения с помощью ракетных двигателей; сформулировал идею искусственного спутника Луны – “вечного спутника Луны”: “Могу сообщить, что полное количество взрывчатого запаса для безопасного путешествия на нашу Луну выражается числом, не большим 8. На сравнительно незначительном расстоянии от Луны скорость

Первый теоретик космонавтики К.Э. Циолковский. Справа – страница рукописи учебного “Мечты” (после 1903 г.).

ракеты, посредством взрывания, нужно непрерывно уменьшать. Все должно быть так рассчитано и так управляемо, чтобы в момент прикосновения к поверхности лунной почвы эта относительная скорость равнялась нулю. Задача, конечно, деликатная, но вполне возможная... В момент наибольшего приближения к Луне можно пустить в действие взрывчатый материал с целью замедлить движение ракеты и сделаться, таким образом, вечным спутником Луны, правнуком Солнца. С такой круговой орбиты разными способами тоже можно попасть на Луну или удалиться от нее”.

В 1918 г. в научно-фантастической повести “Вне Земли”, опубликованной в журнале “Природа и люди”, К.Э. Циолковский добавил к описанной им технике спуска на Луну еще одну важную деталь – его герои опускались на ее поверхность в небольшой, специально построенной ракете, сочетавшей функции ракетного летательного аппарата и лунного автомобиля: “Чтобы сэкономить взрывчатое вещество... положили отправиться на Луну только вдвоем, в особой ракете, для того



Обложка брошюры К.Э. Циолковского "Вне Земли" (Калуга, 1920).

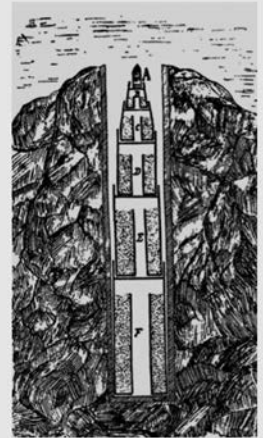
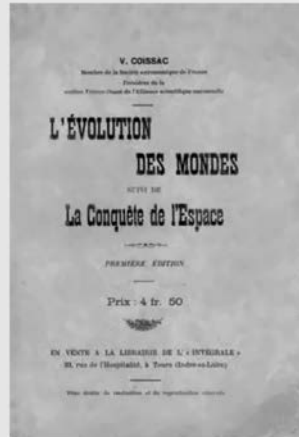
приспособленной. Зачем громадный объем, прочность и масса, если полетят только двое и если сила взрывания может быть в тысячи раз меньше! Потом – маленькая ракета должна быть приспособлена к движению на лунной почве и к полету через ущелья, горы, цирки и вулканы”.

Тогда же К.Э. Циолковский описал “круголунное путешествие”, во время полета наблюдалась и исследовалась обратная сторона Луны. Он указал на необходимость сбора образцов “лунных горных пород”, их изучения и доставки на Землю, имея в виду вовлечение лунных природных богатств в земную промышленность и торговлю. Тем самым он постарался убедить читателей в целесообразности лунных путешествий: “В общем, у людей это первое посещение чуждой планеты породило великое воодушевление, смелость и надежды.

Все же Луна может быть полезна для человечества!..” И это несмотря на то, что “Луна неудобна для поселений и работ”. Высказанная К.Э. Циолковским в сочинении “Вне Земли” мысль об использовании природных ресурсов Луны для удовлетворения насущных потребностей жителей Земли получила дальнейшее развитие в 1923 г. в его оставшейся неопубликованной заметке “Этапы промышленности в эфире или в поясе астероидов”. В ней ученый рассматривал Луну уже как сырьевую базу строительства космических поселений и как место жизни людей: “Первые машины, стройки, орудия с планет, потом с лун, потом с астероидов и, наконец, от болидов. Устраиваемся сначала на одной из лун или большом астероиде. Работы на Земле. Образование планеты, движ[ущейся] кругом



Французский пионер космонавтики Р. Эсно-Пельтри.



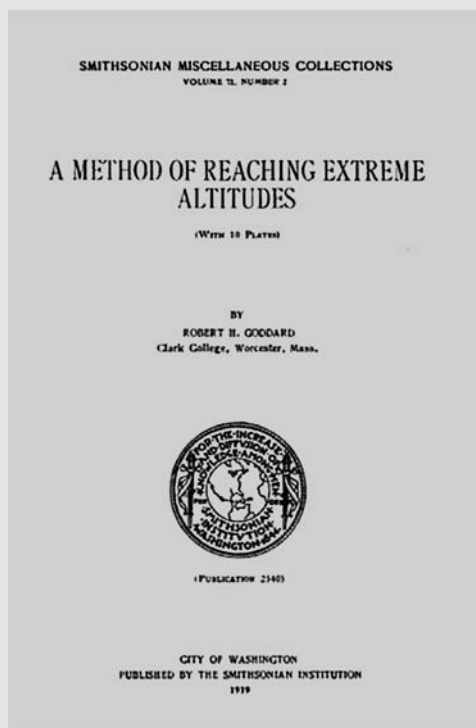
В. Куассак (Франция), обложка его книги “Эволюция Луны. Покорение космоса” (Тур, 1916) и рисунок многоступенчатой ракеты для выведения межпланетных кораблей.

Земли – искусственный спутник... Такая же колония кругом Луны. Спуск и заимствование материала. К жизни приспособят ее позднее. Проще всего прямо направляться с искусственного спутника Земли”. Эти мысли, со всей очевидностью подразумевавшие создание лунного производства, были К.Э. Циолковским опубликованы в 1929 г. в работе “Цели звездоплавания”. Описывая околоземное поселение людей, ученый заметил: “Первое время мы пользуемся материалами с Земли. Но доставка с нее поглощает большую работу. Легче доставка с Луны и небольших планет”. Еще четыре года спустя в материалах для съемочной группы фильма “Космический рейс” К.Э. Циолковский вновь повторил идею овладения природными ресурсами Луны с целью использования их при строительстве космических поселений землян. В марте 1934 г. в наброске “Небольшая колония кругом Земли” ученый следующим образом обозначил место Луны в программе заселения Солнечной системы человеком: “С Земли можно летать... на Луну... чтобы пользоваться материалами. Преобразовать ее в жилище человека

трудно; нет атмосферы и дневная жара и ночной холод. Значит, остается ходить в предохранительной одежде, забирать материал и использовать его для получения могущественной и многочисленной колонии, вращающейся вокруг Луны”.

Так коротко, но емко К.Э. Циолковский сформулировал идею глобальной индустриализации Луны, как части индустриализации космоса – преобразования его с целью превращения в новую среду обитания и производственной деятельности людей вне Земли. До настоящего времени эта идея остается уникальным интеллектуальным достижением в сокровищнице научных знаний, накопленных человечеством.

В 1910-е годы вслед за К.Э. Циолковским возможность достижения Луны на ракетном летательном аппарате подтвердили сразу три исследователя – французы **Робер Эсно-Пельтри** (1881–1957) и **Виктор Куассак** (1867–1941) и американец **Роберт Годдард** (1882–1945). Правда, Р. Эсно-Пельтри, рассчитавший в своей первой опубликованной в 1913 г. работе “Соображения о результатах неограниченного уменьшения веса двигателей” условия, необ-



Американский пионер космонавтики и ракетной техники Р. Годдард и обложка его книги "Метод достижения предельных высот" (Вашингтон, 1919).

ходимые "для движения между Землей и Луной", и доказавший, как и К.Э. Циолковский, теоретическую возможность лунной экспедиции, счел, что она может быть осуществлена лишь на аппарате с ядерным ракетным двигателем. Французский пионер космонавтики не верил, что ракета на химическом топливе способна развить космические скорости, и связывал полеты в космос только с овладением атомной энергией. Может быть, поэтому он и не стал предлагать в своей статье 1913 г. облет Луны и исследование ее обратной стороны. Он поделился этой идеей 16 июня 1920 г. в своем письме Р. Годдарду. Несколько лет спустя в работе 1927–1928 гг. "Исследование верхних слоев атмосферы при помощи ракеты и возможность межпланетных путеше-

ствий" Эсно-Пельтри высказал также мысль о "мягкой" посадке на лунную поверхность за счет торможения ракетным двигателем.

Зато В. Куассак в опубликованной в 1916 г. (малоизвестной до настоящего времени) научно-популярной работе "Покорение космоса", осмысливая проблемы, связанные с межпланетными перелетами, особо остановился на экспедиции землян на Луну. Он описал путешествие с предварительным облетом Луны с целью изучения ее обратной стороны и выбора подходящего места для посадки; процесс торможения и снижения скорости лунного корабля до нуля с использованием твердотопливного ракетного двигателя; применение механических амортизаторов для смягчения удара при касании по-

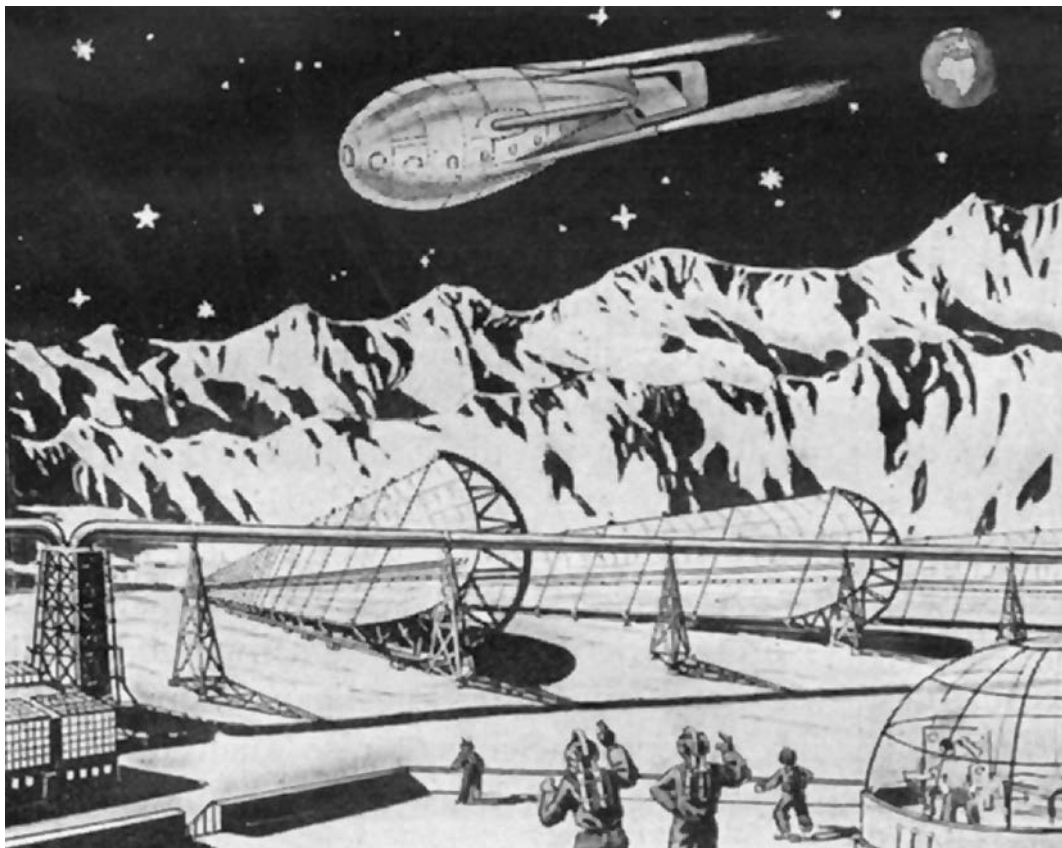


Немецкий пионер космонавтики и ракетной техники М. Валье. Справа – обложка его книги “Прорыв в мировое пространство” (Мюнхен, 1924).

верхности Луны; высадку людей на ее поверхность. В. Куассак упомянул также шлюзовую камеру для выхода из кабины корабля в вакуум и предусмотрел использование космонавтами вне кабины герметических скафандров с автономным дыхательным аппаратом. Примечательно, что для отлета с Земли на Луну В. Куассак предложил многоступенчатую ракету с двигателями на твердом топливе на основе нитроцеллюлозы. Для уменьшения потерь, связанных с сопротивлением земной атмосферы, ракета должна была запускаться с высокой горы. Причем ее пуск предполагалось производить из шахты с тем, чтобы наиболее полно использовать энергию истекающих газов, а также обеспечить направление движения на начальном участке разгона.

Насколько известно, это было наиболее раннее в мировой литературе указание на возможность использовать многоступенчатые ракеты в целях космонавтики.

Р. Годдард, убежденный, в отличие от Р. Эсно-Пельтри, что ракеты на химическом топливе смогут преодолеть силу земного тяготения, также сразу стал рассматривать полет на Луну как техническую реальность обозримого будущего. Уже в 1913 г. он был уверен, что с первыми полетами в космос откроются перспективы изучения обратной стороны Луны. Больше того, полет на Луну, посадка на нее представлялись ему более реальными, чем полеты к планетам, поскольку они потребуют меньше топлива. К сожалению, многие интересные мысли Р. Годдарда



Постоянно действующая лунная база. Иллюстрация из книги М. Валье “Прорыв в мировое пространство” (Мюнхен, 1924).

об освоении Луны остались в большинстве своем неизвестными его современникам, так как излагались в рукописных сочинениях. В публикации 1919 г. “Метод достижения предельных высот” была изложена только идея пуска на Луну ракеты с зарядом осветительного пороха, во время прилунения он бы самовоспламенился, свидетельствуя о попадании на лунную поверхность.

В рукописном докладе Р. Годдарда Смитсоновскому институту о дальнейшей разработке ракетного метода исследования космического пространства (1920) он поставил ряд задач, касавшихся освоения Луны и предусматривавших не только фотографирование поверхности Луны и мягкую посадку на ее поверхность пилотируе-

мого корабля, но и использование Луны в качестве стартовой площадки для межпланетных кораблей при условии производства на ней ракетного топлива (водорода и кислорода) из лунного сырья. Причем предполагалось обрабатывать лунное сырье на промышленных установках, использующих солнечную энергию и расположенных в полярных кратерах, где возможны непрерывно работающие гелиоэлектростанции. Эту идею Р. Годдард повторно высказал спустя три года в докладе совету попечителей университета Кларка, пояснив: “Используя Луну в качестве места второго старта, можно значительно уменьшить начальную массу топлива, так как, если масса запускается с Земли за один или несколько



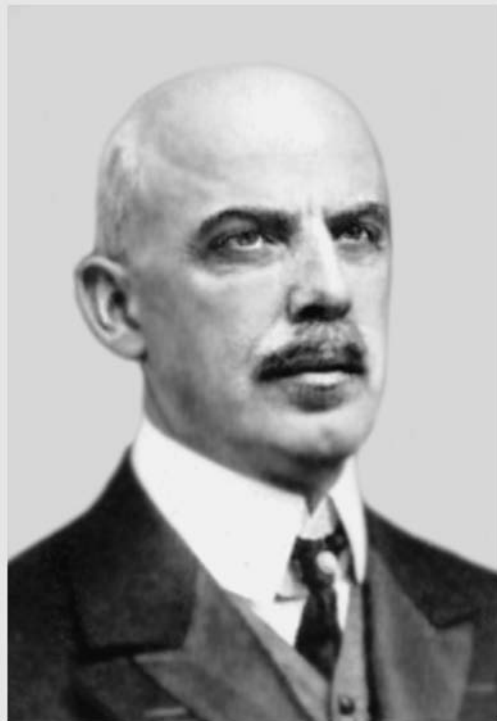
Немецкий пионер космонавтики В. Гоман и обложка его книги «Достижимость небесных тел» (Мюнхен, 1925).

раз, то энергия, необходимая для вывода данной массы из системы Земля–Луна с учетом гравитации и сопротивления воздуха, значительно больше энергии (и, следовательно, начальной массы), требуемой в случае, если бы большая часть используемого топлива была приготовлена и хранилась на Луне, характеризующейся малой гравитацией и практически отсутствием сопротивления воздуха”.

Для своего времени это была революционная идея, ознаменовавшая собой начало нового этапа в развитии представлений о месте и роли Луны в космической деятельности землян. Если К.Э. Циолковский увидел в Луне источник природных богатств, которые могли бы поднять благосостояние людей, а также ресурс строительного материала для космических поселений, то Р. Годдард указал на Луну

как на космический порт и топливный резерв, способный обеспечить дальние межпланетные перелеты и облегчить полеты между Землей и Луной. Эту мысль он подкрепил расчетами, приведя в 1924 г. размеры и начальные массы лунной кабины, рассчитанной на двух операторов. Р. Годдард не знакомил читательскую аудиторию со своими представлениями о развитии космонавтики. Поэтому первым исследователем, опубликовавшим в 1924 г. в книге «Прорыв в мировое пространство» идею создания на Луне завода по производству ракетного топлива, стал немецкий пропагандист космонавтики **Макс Валье** (1895–1930). Он самостоятельно пришел к этой мысли, изложив ее обстоятельно и в рамках подробной программы работ по освоению Луны.

М. Валье рассуждал так: научившись летать за атмосферу, человек должен



Австрийский пионер космонавтики Г. фон Пирке. Справа – обложка журнала “Ракета” (1928), где была опубликована его статья.

послать на Луну беспилотную ракету с осветительным зарядом, вспышка которого будет свидетельствовать о попадании в цель; потом следует отправить вокруг Луны беспилотную ракету, оснащенную фото- и киноаппаратурой, с тем, чтобы она доставила на Землю изображения лунной поверхности с обеих сторон; затем человек сам отправится в полет вокруг Луны, после чего опустится на ее поверхность. Основываясь на этих достижениях, можно будет перейти к созданию лунных баз, включающих, наряду с жилыми модулями, обсерватории, гелиоэлектростанции, метеостанции и заводы по производству ракетного топлива. М. Валье первым в литературе подробно описал постоянно действующую лунную базу, аргументировав ее идею тем,

что космонавтики (а она мыслилась в то время, прежде всего, как пилотируемые экспедиции к планетам) в обозримом будущем не видать, если не найти возможность пополнять вне Земли запасы топлива на межпланетных кораблях. Луна представлялась ему наиболее подходящим трамплином на пути к звездам, если только нам удастся создать на ней гелиоэнергетику и заводы по производству ракетного топлива, а также воздуха, тепла и всего другого, что необходимо для строительства и эксплуатации лунной базы, поскольку, по мысли М. Валье, она должна постепенно стать абсолютно независимой от Земли. Таким образом, он рассматривал лунные базы как часть инфраструктуры Земля – орбита Земля – Луна. В отличие от Р. Годдарда,

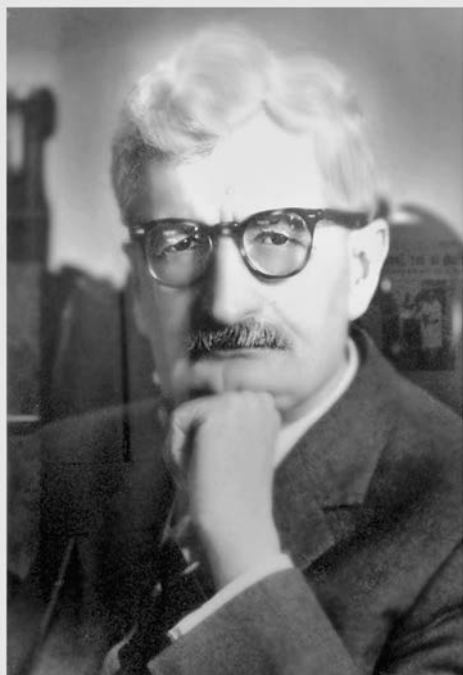


Советский пионер космонавтики Ю.В. Кондратюк и обложка его книги «Завоевание межпланетных пространств» (Новосибирск, 1929).

считавшего, что Луна должна быть не только заводом по производству топлива для ракет, но и местом их старта к планетам, М. Валье предлагал, наряду с лунными базами, создать, так называемую, «пересадочную станцию» между Землей и Луной на расстоянии 50–100 тыс. км. От нее гигантские межпланетные корабли будут отправляться к другим мирам и к ней возвращаться; на ней же они будут заправляться топливом, доставленным ракетами-танкерами с Луны, и оснащаться всем необходимым, доставленным малыми ракетами с Земли. Указав на специальные транспортные средства для сообщения между Землей – станцией и Луной – станцией, М. Валье коснулся и вопроса об оптимальном варианте посадки на планеты, предложив выса-

живать людей на их поверхность в специальных «космических шлюпках», отделяемых от межпланетных кораблей: «Для снижения же с большого корабля пришлось бы посылать маленькие межпланетные лодки, если бы не удалось устроить для других планет таких же пересадочных станций, как описанная нами между Землей и Луной».

Единомышленником Р. Годдарда и М. Валье по вопросу о роли Луны в обеспечении полетов землян к другим планетам выступил немецкий ученый **Вальтер Гоман** (1880–1943). В своей книге «Достижимость небесных тел» (1925) он также высказал идеи использования Луны как стартовой площадки для межпланетных кораблей и места для строительства завода по производству ракетного топлива: «Сравни-



Немецкий пионер космонавтики и ракетной техники Г. Оберт. Справа – обложка его книги “Пути осуществления космического полета” (Мюнхен, 1929).

тельная простота достижения Луны и небольшие относительные затраты топлива $m_0/m_1 = 4$ при подъеме от Луны наводят на мысль использовать Луну в качестве базы для всех дальнейших космических полетов. Предварительное условие такого использования состоит в том... чтобы на Луне можно было построить нечто подобное заводу по производству взрывчатых веществ”. Тем самым книга В. Гомана стала вторым опубликованным научным произведением (после книги М. Валье), в котором содержалась мысль о возможности производства на Луне ракетного топлива, и первым, в котором предлагалось совершать пилотируемые полеты к планетам с Луны, а также приводились расчеты начальной массы межпланетного корабля, актуальные для полетов по маршруту Луна – планеты – Земля.

Мысли, сходные с рассуждениями Р. Годдарда, М. Валье и В. Гомана, высказывал в своих публичных докладах **Фридрих Артурович Цандер** (1887–1933). Он говорил о необходимости создания лунных баз для производства ракетного топлива и даже межпланетных кораблей. Примечательна его аргументация этого предложения: “Весьма желательно возведение постройки на Луне или на другой планете. Дело в том, что вскоре после достижения межпланетного пространства, то есть после вылета за земную атмосферу, уже будет выгоднее строить межпланетный корабль не на Земле, а на меньшем небесном теле, вылет с которого потребует значительно меньшей работы. Кроме того, все работы в самом широком смысле слова будут легче на маленьких небесных телах”. Ф.А. Цандер предусматривал установку на Луне

“громadных зрительных труб”, мечтал о киносъемке лунных ландшафтов. Кроме того, Луна его интересовала с точки зрения космической навигации. Он предлагал совершать *“огибание Луны с целью увеличения или уменьшения скорости передвижения межпланетного корабля”*, имея в виду гравитационный маневр в окололунном пространстве движущегося к планетам корабля для изменения его начальной скорости.

Австрийский пионер космонавтики **Гвидо фон Пирке** (1880–1966) не углублялся в вопросы использования Луны человеком, предметом его исследований были наиболее экономичные траектории полетов с Земли на другие небесные тела. Считая, что посадке на Луну обязательно будет предшествовать облет ее, он в 1928 г. в разделе “Полет на Луну” в статье “Траектории космических полетов” сделал расчет такого полета по параболе с переходом на круговую орбиту (расчетное время в пути – 50 ч). Он не знал, что впервые подобная траектория была описана за шестнадцать лет до него К.Э. Циолковским.

В январе 1929 г. в Новосибирске увидела свет книга **Юрия Васильевича Кондратюка** (1897–1941) “Завоевание межпланетных пространств”. В ней отстаивалась точка зрения, что полеты людей по Солнечной системе невозможны, если не будет создана межпланетная база – хранилище снаряжения, необходимого для путешествий в дальний космос. Снаряжение доставляется на базу с Земли не только пилотируемыми ракетами, но и автоматическими “ракето-снарядами”, выпускаемыми из гигантских пушек. Выбирая наиболее подходящее место для ее развертывания, Кондратюк остановился на окололунной орбите: *“С Земли отправляется ракета большой массы... Эта ракета становится спутником Луны с такою возможно большею орбитой, чтобы только не подвергаться опасности быть обратно притянутой к себе Землю, после чего она разворачивает большую сигнальную площадку... Око-*

ло этой сигнальной площадки и должна быть образована межпланетная база для полетов по Солнечной системе”. В составе межпланетной базы, обслуживаемой, как минимум, тремя членами экипажа, должны быть “сильный телескоп” и “небольшая ракета” на двух человек, также оснащенная двумя телескопами “последовательно меньшей силы, но большего поля зрения, чем большой телескоп базы”. Назначение этой “небольшой ракеты” – встречать в окрестностях Луны “ракето-снаряды” с грузами для межпланетной базы и отбуксировать их к месту назначения. Связь Земли с межпланетной базой *“осуществляется посредством световых сигналов – прожектора большой силы с малым углом рассеяния и установленного на Земле в месте, известном базе, сигналы этого прожектора должны быть заметны в большой телескоп базы. Связь базы с Землей может быть осуществлена посредством легкого металлического зеркала большой площади, направленного таким образом, чтобы солнечные лучи отражались по направлению какой-либо из обсерваторий Земли”*.

В сущности, “межпланетная база” Ю.В. Кондратюка выполняла те же функции, что и “пересадочная станция” М. Валье и “межпланетная станция” Ф.А. Цандера: она должна была готовить и отправлять в путь корабли, уносящие людей к далеким планетам, и принимать их после космических странствий. К сожалению, Ю.В. Кондратюк не дал никакого объяснения своему решению разместить межпланетную базу на селеноцентрической орбите, не уточнил, в чем, по его мнению, заключаются преимущества окололунной базы по сравнению с околоземной. Вообще, излагая на страницах книги “Завоевание межпланетных пространств” свои взгляды на освоение Луны, Ю.В. Кондратюк ограничился очень немногими словами. Но из них можно понять, что наряду с окололунной межпланетной базой он предполагал создание станций также и на поверхности Луны. Их назначение

Ю.В. Кондратюк видел в овладении природными богатствами естественного спутника Земли и использовании их в земной промышленности. Кроме того, в его неопубликованных при жизни рукописях содержались указания на развитие гелиоэнергетики и производства на Луне ракетного топлива, которым заправлялись бы межпланетные корабли, отправляющиеся с околослунных баз в дальний космос: *“Чем залетать каждый раз на Землю, выгоднее иметь базы с малым потенциалом силы тяготения – на самодельных спутниках Луны, например, или на ней самой. В базах на Луне, если там найдется и вода, можно было бы, пользуясь солнечным освещением, вырабатывать и активное вещество (топливо для ракет – Т.Ж.). А на летучих самодельных базах нужно хранить запасы активного вещества, приборы, инструменты, съестные припасы”*.

Летом 1929 г. вышла в свет книга немецкого ученого **Германа Оберта** (1894–1989) “Пути осуществления космического полета”. Если в своей первой книге, “Ракета к планетам” (1923), он, раскрывая перспективы космонавтики, только упомянул полет на Луну и исследование ее обратной стороны, то шесть лет спустя он привел расчеты скорости и соотношения начальной и конечной масс, необходимых для перелета по маршруту Земля – Луна – Земля с мягкой посадкой на лунную поверхность. Г. Оберт поддержал известные ему из литературы предложения М. Валье и В. Гомана создать на Луне завод по производству ракетного топлива – водорода и кислорода в жидком состоянии. Он был солидарен с ними и относительно предложения вырабатывать необходимую для производственного процесса энергию “солнечными моторами”. Правда, он считал более целесообразным опускаться на Луну в “электрических кораблях”.

Г. Оберт сформулировал цели полета на Луну: исследование ее поверхности и недр, изучение ее происхождения; добыча полезных ископаемых, доставка их на Землю посредством “электрических кораблей” и электромагнитных пушек. Для достижения поставленных целей он предполагал развернуть постоянно действующую лунную станцию с запасами привезенного с Земли воздуха, при ее строительстве следовало использовать специальные покрытия, позволяющие регулировать температуру внутри помещений. Предложения Оберта об использовании Луны в процессе освоения космоса не отличались оригинальностью и повторяли мысли, высказанные ранее другими исследователями. Но вряд ли он заимствовал их у своих коллег. Скорее, можно говорить о классической “переключке идей”. Тем более, что в описаниях деятельности по достижению и освоению Луны, содержащихся в трудах названных выше пионеров космонавтики, заметно не столько сходство в деталях, сколько различие в исходных позициях ученых. Для Циолковского освоение Луны неизбежно просто потому, что она существует; она должна быть преобразована (от полной выработки ее природных ресурсов до демонтажа), как любое другое небесное тело, поскольку смысл прогресса земной цивилизации основоположник теоретической космонавтики видел в замене природной среды обитания человека искусственной.

Эсно-Пельтри, Куассак, Годдард, Валье, Гоман, Цандер, фон Пирке, Кондратюк рассматривали Луну, прежде всего, как ключ к решению проблемы межпланетных перелетов. Красной линией через размышления Оберта проходит мысль о Луне как о сырьевой базе земной промышленности.

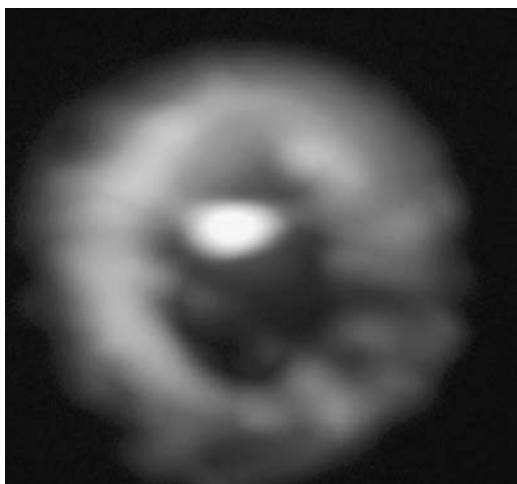
Раскрыта тайна околос звездного диска

Международная группа астрофизиков под руководством профессора С. Касассуса из Университета Чили (Сантьяго) открыла механизм образования околос звездных дисков, где формируются планеты. Наблюдения велись с помощью субмиллиметрового телескопа ALMA Европейской Южной Обсерватории, находящегося в пустыне Атакама на высокогорном плато Чакантор

в Чили (Земля и Вселенная, 2012, № 1, с. 38). Ученые исследовали основную стадию рождения гигантских планет (“горячих юпитеров”) у молодой звезды HD 142527 в созвездии Волка в 473 св. годах от Земли. HD 142527 возрастом 1 млн лет и массой в 2,5 раза больше Солнца окружена газопылевым диском массой 15% M_{\odot} и диаметром 980 а. е. – остатком облака, из которого сформировалась сама звезда. Диск вокруг звезды разделен на внутреннюю и внешнюю часть промежуточным слоем, состоящим из плотного газа HCO и молекул диффузного угарного газа. Расстояние от звезды до внутренней части диска примерно равно орбите Сатурна, в то время как внешняя часть начинается в 14 раз дальше. Внутри диска

обнаружены спиралеобразные мощные потоки газа, однозначно указывающие на присутствие двух “горячих юпитеров”. Характер движения потоков вещества свидетельствует о том, что планеты притягивают его, наращивая массу. Увеличиваясь, экзопланеты поглощали все больше газа из околос звездного диска. Вещество переносится от периферии к центру в результате гравитационного взаимодействия с “горячими юпитерами”. Потоки газа представляют собой своеобразные “насосы”, перекачивающие вещество и “подпитывающие” звезду. Подобный процесс крайне важен для формирования полноценных планет.

Пресс-релиз ESO,
2 января 2013 г.



Снимок и модель протопланетного диска вокруг звезды HD 142527 в созвездии Волка, находящегося в 473 св. годах от Земли. Фото ESO.

История первой женской группы космонавтов

В.Л. ПОНОМАРЁВА,
кандидат технических наук
Институт истории естествознания и техники
им. С.И. Вавилова РАН

В марте 2012 г. исполнилось 50 лет со времени образования первой женской группы космонавтов. В июне 2013 г. наша страна отметила полувековой юбилей первого в мире полета женщины-космонавта Валентины Владимировны Терешковой.

На заре космической эры в нашей стране сложилось неформальное все-союзное общество космических болельщиков: советский народ, как мы тогда назывались, хотел, чтобы в космосе мы были первыми, то есть существовал “социальный заказ”. И первой женщиной в космосе, безусловно, должна была стать советская женщина. Заместитель Главкома ВВС по подготовке и проведению космических полетов генерал Н.П. Каманин 24 октября 1961 г. написал в своих дневниках: *“Женщины обязательно будут летать в космос, поэтому надо уже начинать готовиться. Нельзя допустить, чтобы первой женщиной в космосе стала американка – это будет оскорблять патриотические чувства советских женщин”*.

23 октября 1961 г. С.П. Королёв прислал Н.П. Каманину письмо, в котором сообщил, что на 1962–1964 гг. ему потребуется 28 летчиков-космонавтов и 22 космонавта других специальностей (инженеры, ученые, связисты), в том числе пять женщин. В декабре 1961 г.

Президиум ЦК КПСС одобрил предложение о наборе 60 новых космонавтов, в том числе пяти женщин. Хотя к этому времени специалисты уже понимали, что для работы в космосе потребуются не только пилоты, но и представители других профессий, женскую группу было решено сформировать из авиационных спортсменок в аэроклубах ДОСААФ. Это было связано с тем, что на подготовку отводилось всего полгода.

15 января 1962 г. ЦК ДОСААФ представил 58 личных дел женщин, занимающихся самолетным, планерным и парашютным спортом, и 27 февраля начала работать медицинская комиссия по отбору. Предпочтение отдавалось парашютисткам, так как из корабля “Восток” космонавт катапультировался и приземлялся на парашюте.

Отбор кандидатов в первую женскую группу был отработан при создании первого отряда космонавтов: вначале амбулаторная медицинская комиссия, затем обследование в Центральном



Ж.Д. Ёркина (Сергейчик), П.Р. Попович, В.В. Терешкова и И.Б. Соловьёва. 1962 г.

военном научно-исследовательском авиационном госпитале в Сокольниках. Программа обследования включала множество анализов, детальные проверки у специалистов, комплекс специальных испытаний (центрифуга, барокамера, вибростенд, вестибулярные исследования на различных стендах и др.). Впоследствии первый начальник Центра подготовки космонавтов Е.А. Карпов назвал требования, предъявлявшиеся к здоровью космонавтов, «сверхтребованием». Но в то время очень мало знали о реакции живого организма на воздействие факторов космического полета, и совсем не было таких данных относительно человека. Отсюда высокие требования к резервным психофизиологическим возможностям человеческого организма. В полном объеме эти требования предъявлялись и при формировании женской группы.

После медицинской проводилась мандатная комиссия, которая рассматривала анкетные данные и проводила собеседование. Мандатная комиссия состояла из руководителей советской

космической программы высокого ранга, среди них был и Ю.А. Гагарин.

Всего в группу было отобрано пять человек.

Ёркина Жанна Дмитриевна. Окончила Рязанский педагогический институт, работала учительницей французского языка в школе. Спортсменка-парашютистка Рязанского аэроклуба, имела первый спортивный разряд, более 150 парашютных прыжков.

Кузнецова Татьяна Дмитриевна. Работала старшим лаборантом в одном из научно-исследовательских институтов Москвы. Занималась парашютным спортом в 1-м Московском аэроклубе. Абсолютная чемпионка Москвы 1961 г., чемпионка Всесоюзных соревнований по парашютному спорту 1961 г., имела более 250 парашютных прыжков. Входила в состав сборной команды страны. Мастер спорта СССР.

Пономарёва Валентина Леонидовна. Окончила Московский авиационный институт, работала младшим научным сотрудником в Отделении прикладной математики Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР (ныне



В.В. Терешкова на занятиях парашютным спортом в Ярославском аэроклубе. 1960 г.

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша). Летчица-спортсменка 4-го Московского, затем Центрального аэроклуба. Налет на самолетах По-2 и Як-18 около 250 ч, первый разряд по самолетному спорту.

Соловьёва Ирина Баяновна. Окончила Уральский политехнический институт (Свердловск, ныне Екатеринбург), работала инженером проектного бюро «Уралэнергомонтаж». Занималась парашютным спортом в Свердловском аэроклубе им. А.К. Серова. Выполнила более 700 парашютных прыжков. Член сборной команды страны. Мастер спорта СССР, неоднократный чемпион и рекордсмен страны и мира.

Терешкова Валентина Владимировна, летчик-космонавт, Герой Советского Союза.

Валентина Владимировна Терешкова родилась 6 марта 1937 г. в деревне Большое Масленниково Ярославской области в крестьянской семье выходцев из Белоруссии. Отец, Владимир Аксёнович, был трактористом (погиб во время финской войны 1940 г.), мать, Елена Фёдоровна, – работница текстильной фабрики. В 1953 г. Валентина закончила среднюю школу № 32 в Ярославле. Чтобы помочь семье, в 1954 г. она пошла работать на Ярославский шинный завод браслетчицей, одновременно поступив на учебу в школу рабочей молодежи. Продолжив работу на текстильном комбинате «Красный Перекоп», в 1960 г. закончила заочное обучение в техникуме легкой промышленности. С августа 1960 г. работала освобожденным секретарем комитета ВЛКСМ комбината «Красный Перекоп».

Парашютным спортом В.В. Терешкова занималась в Ярославском аэроклубе с 1959 г., выполнила 90 прыжков. Весь свой досуг она проводила в аэроклубе.

О подготовке женской группы космонавтов к полету хочется рассказать подробнее.

В соответствии с существовавшим тогда «Положением о космонавтах» кандидатом в космонавты мог стать только военнослужащий, поэтому нас пятерых призвали в армию на срочную службу. Призыв проходил в военкомате по месту жительства. Вместо паспорта выдали солдатскую книжку, где было написано «рядовой необученный». Женщин в армии тогда практически не было, и военком очень удивлялся и осторожно выспрашивал: что за дела? Но нам строго настрого приказали «не разглашать!», не разрешили даже сказать родителям. Только я, как единственная замужняя женщина, получила разрешение сказать мужу.

Первой 12 марта 1962 г. прибыла в Центр подготовки космонавтов

Ю.А. Гагарин и В.В. Терешкова на занятиях по радиотелеграфной подготовке. Звёздный городок, 1962 г.



В.В. Терешкова, остальные – в течение месяца. “Особый бабий батальон при первом отряде”, как и по сию пору называет нас А.А. Леонов, был в полном составе. Мы жили в профилактории, ходили на тренировки и на занятия и одновременно, как “рядовые необученные”, проходили курс молодого бойца: изучали уставы Советской Армии, занимались строевой подготовкой, учились стрелять, затем приняли присягу.

Иногда вечером к нам заглядывал Ю.А. Гагарин. Он был тогда командиром отряда космонавтов и нашу группу опекал особо: мы были “трудным контингентом” – пятеро девчонок, все разные и все без малейшего понятия о воинской дисциплине. Мне кажется, он нас жалел: знал, чего стоит подготовка к полету. Когда он приходил, мы собирались вокруг него. Он расспрашивал, как идут тренировки, какие есть проблемы. Говорили обо всем: иногда о литературе, иногда о космосе. Юрий Алексеевич рассказывал об испытаниях: что особенно трудно, где какие есть подводные камни, как надо готовиться и как себя вести во время испытаний, чтобы хватило сил и выдержки и чтобы “перехитрить докторов”. Охотно рассказывал о своем полете, ведь все было так недавно и так свежо в его

памяти, и каждый раз, рассказывая, он переживал все заново.

Женская группа проходила подготовку по той же программе, что и мужчины. Первостепенное значение на начальном этапе придавалось медико-биологической подготовке (ее объем составлял более 70% от общего объема подготовки). Главная задача этого вида подготовки состояла в том, чтобы довести до необходимого уровня переносимость факторов космического полета (перегрузки, невесомость, изоляция, шумы, вибрации, возможный перегрев и т.д.), правда, не очень было понятно, какой уровень необходим. Особенно боялись невесомости: все остальные факторы были знакомы, и их можно было воспроизвести в земных условиях, а с длительным воздействием невесомости человек не встречался никогда. Еще одна большая тревога – опасались за рассудок космонавта. Не знали, с чем человек может встретиться в космосе, может, с чем-то столь непредставимым и ужасным, что заставит оцепенеть его мозг. Но чтобы узнать это, нужно было лететь.

Для подготовки использовались различные стенды и тренажеры. К перегрузкам готовили на центрифуге (максимальное значение – 10 еди-



Валентина Терешкова на тренировке в ЦПК (проводит вестибулярную тренировку доктор И.И. Брянов), 1962 г.

ниц). В термокамере проверяли устойчивость организма к перегреву, нужно было просидеть час при температуре 70° и влажности 30% и при этом сохранить все параметры организма в заданных рамках.

Тренировки на невесомость проводились на самолете-истребителе МиГ-15. При полете по параболической траектории в ее верхней части (на горке) возникала невесомость длительностью примерно 25 с. На каждой горке надо было выполнить очередное задание: написать имя и фамилию, попробовать поесть, поговорить по рации. За полет выполнялось три-четыре режима.

Особое внимание уделялось парашютной подготовке, потому что космонавт должен был научиться грамотно и безопасно приземляться на тяжелом и неповоротливом парашюте при возвращении с орбиты. Руководил парашютной подготовкой человек, стра-

стно влюбленный в свое дело – знаменитый испытатель парашютных систем, заслуженный мастер спорта Николай Константинович Никитин. Известно, что летчики не любят прыгать и всячески стараются “увильнуть” от положенных им двух или трех парашютных прыжков в год, но Никитин сумел заразить своей страстной увлеченностью весь первый отряд, а о женской группе и говорить нечего: они и так были фанатками парашютного спорта.

Отработка действий космонавта в случае приводнения проводилась на Черном море. Космонавта, одетого в скафандр, сбрасывали в воду, и он должен был последовательно проделать все необходимые операции. Скафандр не был шит по личным меркам (которых было, наверное, два-три десятка) и очень сковывал движения. Так что работа эта была очень непростая и очень тяжелая. Достаточно сказать, что за время работы (порядка часа) температура тела у всех испытуемых повышалась на два-три градуса.

Большое внимание уделялось физической подготовке. Космонавты занимались разными видами спорта – гимнастикой, легкой атлетикой, лыжами, коньками, волейболом, баскетболом, футболом. Проще, наверное, сказать, каких видов спорта не было. Страстным увлечением был хоккей. Сражения начинались с началом зимы и продолжались, пока лед не растает. Ребята частенько щеголяли “боевыми ранами” – синяками и ссадинами, полученными на льду. Медики опасались серьезных травм и пытались ввести эти баталии в более спокойное русло, но несколько не преуспели. В хоккейных сражениях мы, конечно, не участвовали, а в футбол играли.

И это далеко не все, что можно рассказать о подготовке к полету. Процесс подготовки был сложным и тяжелым, включал опасные элементы. Но, как вспоминает Терешкова, у всех “была одна сумасшедшая идея – во что

бы то ни стало безукоризненно пройти подготовку и слетать”.

Противники полета женщин в космос в немалом количестве имелись тогда и среди руководителей космической программы, и среди людей, непосредственно занятых подготовкой космонавтов. Думаю, что и космонавты были не в восторге от нашего появления в ЦПК, но они понимали, что *“первая женщина в космосе должна быть наша!”*, и мирились с этим. Никаких негативных настроений с их стороны мы никогда не чувствовали, наоборот, они всячески помогали нам на многотрудном пути подготовки к полету, делились своим опытом, учили, прикрывали, если что, от начальства. Словом, у нас сложилось настоящее боевое братство.

Этот короткий промежуток времени мы запомнили на всю жизнь: он был очень трудным и в физическом, и в психологическом отношении, но, думаю, был и самым ярким, самым значительным, самым эмоциональным жизненным этапом не только для меня, но и для всех.

В конце августа 1962 г. планировался запуск АМС к Венере, и нам решили показать стартовую позицию и запуск ракеты – чтобы знали, что это такое на самом деле, а не только по книжкам. Мы посмотрели многое: монтажно-испытательный корпус, подъездную железную дорогу, по которой на специальной платформе в лежачем положении доставляется ракета, бункер, откуда ведется связь. Мы были потрясены: все такое огромное, какие-то циклопические сооружения! Особенно котлован под ракетой – как пропасть, а если представить ревущее в нем пламя, совсем делается жутко.

В ноябре 1962 г. наша подготовка завершилась, и на конец месяца назначили государственный экзамен. Гагарин внимательно следил за нашей подготовкой к экзамену, так же как в течение всего срока наблюдал за результатами занятий и тренировок. Перед



В.В. Терешкова на тренировках в ЦПК. 1963 г.

экзаменом приехал Каманин и спросил, хотим мы остаться гражданскими лицами или желаем стать кадровыми офицерами. Это был серьезный жизненный поворот, и мы думали, советовались с друзьями-космонавтами и с Гагариным. В результате все стали кадровыми офицерами и никогда об этом не пожалели.

Экзамен (27–28 ноября) прошел благополучно, все получили отличные оценки. Из слушателей-космонавтов нас зачислили в постоянный состав ЦПК на должность “космонавт” с присвоением воинского звания “младший лейтенант” и... отправили в отпуск: корабль и наши скафандры были еще не готовы. Ирине с большим трудом удалось добиться разрешения поехать к родным в Свердловск, а мы (Валентина, Татьяна, Жанна и я с семьей) получили путевки и поехали отдыхать в Гагры в санаторий им. XVII съезда КПСС, принадлежащий ЦК КПСС. Отпуск прошел замечательно, но, как и все хорошее, быстро кончился, и мы снова приступили к тренировкам.

Решение о назначении командира корабля принимала Госкомиссия по завершению подготовки. По сложившейся практике оно объявлялось космонавтам накануне отлета на космо-



Ж.Д. Ёркина, В.Л. Пономарёва и В.В. Терешкова на отдыхе в Гаграх. Конец 1962 г. – начало 1963 г.

дром. 21 мая 1963 г. в ЦПК приехали члены Государственной комиссии во главе с академиками М.В. Келдышем и С.П. Королёвым. Командиром корабля “Восток-5” был назначен В.Ф. Быковский (дублер – Б.В. Волинов); командиром корабля “Восток-6” – В.В. Терешкова (первый дублер – И.Б. Соловьёва, второй – В.Л. Пономарёва). Двух дублеров, как потом объяснил нам начальник Центра подготовки Е.А. Карпов, назначили “ввиду сложности женского организма”. В заключение (и в утешение нам) Сергей Павлович сказал: “Ну, ничего, все вы будете в космосе”.

1 июня 1963 г. мы прилетели на космодром. Начался заключительный этап подготовки. Программа этого этапа включала массу мероприятий, наша жизнь была напряженной. Нас (в основном, конечно, Валентину) окружало множество людей: медики, корреспонденты, специалисты по космической технике. На космодроме находились Королёв, Келдыш, главные конструкторы всех систем корабля и почти все космонавты – Гагарин, Титов, Николаев, Леонов, Хрунов и другие. Работа шла каждый день: готовили к запуску корабля, бортовую документацию, проводили занятия с космонавтами.

Мы ездили в монтажно-испытательный корпус, наблюдали за стыковкой корабля с ракетой-носителем, последними проверками и испытаниями.

Через три дня на космодроме по традиции провели заседание Государственной комиссии. Оно носило скорее ритуальный, чем деловой характер, потому что все было решено и уже известно, и принятое решение еще никогда не менялось. Выступления членов Госкомиссии были краткими: Сергей Павлович доложил, что техника готова, и просил разрешения вывезти ее на



Командиры КК “Восток-6” и “Восток-5” В.В. Терешкова и В.Ф. Быковский. 1964 г.

стартовую позицию. Каманин представил космонавтов и просил утвердить командиров кораблей и их дублеров.

Старт Валерия Фёдоровича Быковского, назначенный на 12 июня, дважды откладывался из-за повышенной солнечной активности, его перенесли на 14 июня. В этот день старт корабля “Восток-5” вообще оказался под вопросом: Валерий из-за различных неполадок пять часов просидел в корабле на заправленной ракете, но, наконец, стартовал. 19 июня он возвратился на Землю, установив мировой рекорд длительности полета на одноместных кораблях – 4 сут 22 ч 56 мин. Этот рекорд до сих пор не перекрыт.

15 июня, накануне старта корабля “Восток-6”, на космодроме проходила еще одна традиционная встреча – представление космонавтов стартовой команде. На эту встречу приходили все, кто не был занят в это время на работе. Мы приехали на стартовую площадку в форме младших лейтенантов, которую здесь, на космодроме, надевали часто: на различных встречах и представлениях мы выступали в качестве офицеров. Однако вопрос о том, сообщать ли в прессе, что Терешкова имеет воинское звание, висел в воздухе. Он обсуждался на заседании Госкомиссии, но мнения разделились: военные считали, что нужно объявить, гражданские были против. Мы этим особенно не интересовались и выполняли команду: скажут прибыть в форме – надевали форму. Приехав на стартовую площадку в форме, узнали, что после обсуждения в Москве “на самом верху” принято решение не сообщать, что первая женщина-космонавт – офицер ВВС, и нас отправили за 40 км от старта в гостиницу переодеться в гражданскую одежду, а встречу перенесли на более позднее время.

Встреча со стартовой командой – это было слишком важно и по-настоя-

щему волнующе: люди, которые разрабатывали и приготовили технику, теперь вверяли свои труды и надежды космонавтам, а космонавты отдавали в их руки свою жизнь, и они смотрели в глаза друг другу... Потом в сопровождении С.П. Королёва и Е.А. Фролова* мы поднялись в лифте к кораблю “Восток-6”. Высота ужасная, а конструкция вокруг ракеты состоит, кажется, из одних дырок – смотреть страшно! Да и лифт показался мне весьма хлипким сооружением, и, если не смотреть на ракету, казалось, что он ползет вверх в пустоте, будто мы просто едем в небо. На верхнем мостике вышли, и Сергей Павлович представил нам наш корабль.

16 июня 1963 г. впервые в мире на орбиту поднялась женщина – Валентина Владимировна Терешкова. Ее позывной был очень красив – “Чайка”.

Перед отлетом на космодром Валентина Владимировна сказала родным, что уезжает на соревнования парашютистов, и о полете они узнали из новостей по радио.

В невесомости она чувствовала себя неважно, но, несмотря на физический дискомфорт, выполняла программу: вела бортовой журнал, проводила вестибулярные и психофизиологические пробы, поддерживала двустороннюю радиосвязь. Фотографии горизонта, которые она сделала в полете, позже были использованы для исследования аэрозольных слоев атмосферы. Терешкова проявила незаурядную волю и мужество, отлетав запланированные трое суток (48 витков, 70 ч 41 мин) и благополучно приземлилась в Баявском районе Алтайского края, в 620 км северо-восточнее Караганды.

На послеполетной пресс-конференции на вопрос о дальнейшем участии женщин в космических полетах В.В. Терешкова ответила: *“Я надеюсь, что в новых полетах женщины будут наравне с мужчинами штормовать кос-*

* Евгений Александрович Фролов (1927–2003) – в те годы ведущий конструктор ОКБ-1 по пилотируемым кораблям “Восток” и “Восход”, один из сподвижников С.П. Королёва.



В.Л. Пономарёва, И.Б. Соловьёва и В.В. Терешкова на стартовой площадке космодрома Байконур. На втором плане слева – С.П. Королёв. 16 июня 1963 г.

мическое пространство. Ведь мужчинам, отправляющимся в далекий космический рейс, будет просто скучно без женщин”.

Из космоса “Чайка” вернулась женщиной-символом и для всех женщин, где бы они ни жили, стала примером для подражания. Общественные организации всего мира хотели видеть ее своим почетным членом. Цветы, приемы, награды... Поток писем со всех концов Земли был нескончаем, она старалась на все ответить хотя бы строчкой. Слава ее была огромной, ее приглашали во все уголки земного шара, и она с триумфом посетила десятки стран с миссией мира.

После полета нашу группу отправили в отпуск, а после него мы вновь собрались в Центре. Началась новая жизнь: все поступили учиться в Военно-воздушную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского. Для Валентины, Татьяны и Жанны образовали специальную группу, Ирина присоединилась к группе космонавтов первого отряда (они проучились уже два года), а я поступила в адъюнктуру. Учились без отрыва от производства: подготовка космонавта – процесс непрерывный, но такого напряжения, конечно, уже не было. Валентина много ездила по нашей стране и по другим странам, но никаких особых условий во время учебы

для нее не создавали, никаких поблажек не было. Более того, ей, как и другим летчикам-космонавтам, приходилось совмещать учебу с общественной деятельностью.

Соловьёва окончила Академию в 1967 г. вместе с космонавтами первого отряда, Терешкова, Кузнецова и Ёркина – в 1969 г., все получили дипломы, где было написано: “квалификация: летчик-инженер-космонавт”. Валентина получила диплом с отличием. Она никогда не останавливалась, всегда упорно шла вперед, и в 1977 г. стала кандидатом технических наук.

После триумфальных полетов Быковского и Терешковой программа “Восток” завершилась, затем состоялись исторические полеты двух кораблей “Восход” (полет первого космического экипажа и первый выход человека в открытый космос – принципиально важные приоритетные достижения). А потом в нашей космической программе наступила пауза: разработка нового корабля “Союз” затягивалась. У американцев в это время успешно шла программа “Джемини” – 10 пилотируемых полетов в 1965–1966 гг. Было очень обидно – за себя и за державу... На этом фоне и возродилась идея женского полета, и возродил ее опять Н.П. Каманин.

У нас в это время существовали планы создания серии кораблей “Восход” для научно-исследовательских целей (завод имел задел еще на пять кораблей). Серия получила общее название “корабли заказа 1965 г.”. Выполнение программы планировалось с конца 1965 г. до 1967 г. Программа была насыщенной и интересной, она должна была не только заполнить паузу в пилотируемых полетах, но и решить ряд принципиально новых задач по освоению космического пространства. В эту программу включили десятисуточный полет двух женщин с выходом в открытый космос.

Категорически против женского полета выступали космонавты. С необхо-



В.Л. Пономарёва, И.Б. Соловьёва и Ю.А. Гагарин на торжественном собрании на космодроме Байконур после старта корабля “Восток-6”. 16 июня 1963 г.



В.В. Терешкова в кабине КК “Восток-6”. 1963 г.

димостью завоевания приоритета первым женским полетом они мирились, но теперь, когда все приоритетные достижения и рекорды стали нашими, они не видели в этом необходимости. Каманин же считал, что женский полет “позволит прикрыть” наше отставание

от США и “очень выиграет в политическом, научном и спортивном отношении”. Идею женского полета поддержали академик М.В. Келдыш, маршалы К.А. Вершинин и Н.К. Руденко, потом, после упорного сопротивления, и С.П. Королёв.

В ЦПК установили тренажеры и сформировали экипажи, началась подготовка. Мы были полны энтузиазма, но вскоре после кончины Королёва программу закрыли. Бесперспективность пребывания в отряде становилась все более очевидной, и по предложению Каманина мы обратились с коллективным письмом в ЦК КПСС. Нас вызвали на Старую площадь и сказали, что очень ценят наше стремление послужить Отчизне, но в данный момент От-



Памятник на месте приземления спускаемого аппарата КК “Восток-6”.



Летчик-космонавт подполковник В.В. Терешкова. 1969 г.

чизна в этом не нуждается. И женская группа была расформирована “в связи с невозможностью использовать”. Это был октябрь 1969 г.

В эти и последующие годы В.В. Терешкова занималась общественно-политической работой. В 1966–1989 гг. она была депутатом Верховного Совета СССР (7–11-го созывов), в 1974–1989 гг. – членом Президиума Верховного Совета, в 1968–1987 гг. – председателем Комитета советских женщин, в 1987–2004 гг. – председателем Президиума Союза обществ дружбы и культурных связей с зарубежными странами (ныне Российский центр международного и культурного сотрудничества), в 2008–2011 гг. – депутатом Ярославской областной думы от партии “Единая Россия”. В 2011 г. ее избрали

депутатом Госдумы. И этот колоссальный объем работы она умудрялась совмещать с работой в своей Альма-матер, Центре подготовки космонавтов. В 1995 г. (первой в России) ей присвоено воинское звание генерал-майора.

Перечень наград и почетных званий Валентины Владимировны весьма велик. Она награждена девятью отечественными и 18 иностранными орденами, Золотыми медалями им. К.Э. Циолковского АН СССР, “Космос” (ФАИ), Британского общества межпланетных сообщений “За успехи в освоении космоса”, Мира им. Жолио-Кюри (Франция) и другими медалями, удостоена

звания Героя Советского Союза, Героя Труда Болгарии, Вьетнама, Монголии и Чехословакии, Государственной премии РФ и Премии Галамбера по астронавтике. В.В. Терешкова – почетный гражданин 18 городов мира. Ей присвоен почетный титул “Величайшая женщина XX столетия”, посвящены песни, установлены памятники. В Ярославской области открыт музей В.В. Терешковой. В Ярославле работает планетарий имени В.В. Терешковой. В честь нее названы улицы, проспект и площадь в городах России, малая планета и кратер на Луне.

Информация

«Пустота» в туманности

Присутствие темной материи, вероятно, обнаружено в яркой отражательной эмиссионной планетарной туманности NGC 1999 в созвездии Ориона, расположенной в 160 тыс. св. лет от нас. Ее открыл 5 октября 1785 г. Вильям Гершель (Земля и Вселенная, 2008, № 6). 11 мая 2010 г. с помощью космической ИК-обсерватории “Гершель” рядом с туманностью было

обнаружено “пустое” пространство. В 2012 г. были выполнены длительные исследования этой аномалии около туманности с использованием 3,6-м субмиллиметрового телескопа АРЕХ Европейской Южной Обсерватории в пустыне Атакама (Чили; Земля и Вселенная, 2006, № 1, с. 105). Получены снимки туманности NGC 1999 (см. стр. 4 обложки), на которых различимо темное облако. Прежде такие образования называли глобулами Бока в честь американского астронома Барта Бока, обнаружившего в 1947 г. небольшие темные очень плотные газопылевые облака, сильно поглощающие свет. Ско-

рее всего, это не глобула, а темная материя (Земля и Вселенная, 2006, № 1; 2007, № 1, с. 111), заполнившая пространство внутри туманности NGC 1999 и не проявляющая себя в инфракрасном диапазоне.

Астрономы уже находили в 2007 г. участок неба, не заполненный ни обычной, ни темной материей в созвездии Эридана на расстоянии 6–10 млрд св. лет с помощью космической обсерватории “WMAP”. Новое открытие может стать полезным при изучении темной материи и процессов рождения звезд.

Пресс-релиз ESO,
23 января 2013 г.

Астрономическая олимпиада-2012

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

Как и в предыдущие годы, начало весны 2012 г. стало ответственным временем для одаренных молодых ребят нашей страны, прошедших на заключительный этап Всероссийской олимпиады школьников по астрономии (Земля и Вселенная, 2008, № 2;

2012, № 1). Среди дисциплин (21), по которым в настоящее время проводится Олимпиада, есть и астрономия. И хотя астрономия отсутствует как отдельный предмет в большинстве школ нашей страны, она остается объектом увлечения многих талантливых детей. Си-

стема Всероссийской олимпиады позволяет им не только соревноваться друг с другом и выявлять сильнейших, но и встречаться, знакомиться и общаться с единомышленниками, что крайне важно для предмета, мало представленного в школьной программе.

КАК ПРОХОДИЛА ОЛИМПИАДА

В 2012 г. заключительный этап Олимпиады по астрономии получил новое место прописки: сильнейшие юные астрономы собрались в Орле. Олимпиаду планировалось открыть 26 марта 2012 г. Однако по организационно-финансовым причинам, как и в 2011 г., олимпиады по нескольким предметам были перенесены. Поэтому

заключительный этап астрономической олимпиады начался 9 апреля 2012 г. На церемонии открытия присутствовали министр образования и науки Российской Федерации А.А. Фурсенко и губернатор Орловской области А.П. Козлов. Олимпиада собрала 146 участников из 45 регионов Российской Федерации.

Как и в предшествующие годы, соревновательная часть Олимпиады

состояла из теоретического и практического туров, проведенных 10 и 12 апреля 2012 г. Участников разделили на три возрастные категории – 9, 10 и 11 классы. В каждой из них были предложены разные комплекты заданий – по шесть теоретических и три практических.

В отличие от Олимпиады 2011 г., посвященной 50-летию первого полета человека в космос и содержавшей задания,



На церемонии открытия Олимпиады. 9 апреля 2012 г. Фото М. Полехина.

объединенные космической тематикой, Олимпиада 2012 г. не имела единой тематической направленности. Однако в ее комплект входило несколько заданий, связанных с главным астрономическим событием года – вторым в XXI в. прохождением Венеры по диску Солнца (6 июня 2012 г.; Земля и Вселенная, 2013, № 1). Большинство участников Олимпиады готовились к наблюдениям данного явления, ведь следующее прохождение Венеры по диску Солнца произойдет только в 2117 г.

Торжественное закрытие Олимпиады про-

шло 14 апреля 2012 г. Награды победителям и призерам вручали ректор Орловского государственного университета Ф.С. Авдеев и члены жюри Олимпиады из ведущих научно-исследовательских институтов России, работающие в области астрономии. Участники Олимпиады показали высокие результаты, и жюри приняло решение увеличить число призеров по сравнению с предварительными планами.

Назовем победителей заключительного этапа Олимпиады (обладателей золотых медалей).

9 класс:

Гриценко Богдан Анатольевич, МБОУ СОШ № 49 г. Калуги;

Ершов Станислав Никитович, МБОУ СОШ № 1 г. Воронежа;

Львов Кирилл Вячеславович, МАОУ “Лицей № 4” г. Чебоксары Чувашской Республики;

Сушко Вадим Александрович, МОУ “Гимназия № 1” г. Жуковского Московской области;

Усачёв Павел Александрович, МБОУ “Лицей № 9” г. Белгорода.

10 класс:

Бариев Ильгиз Ульфатович, МБОУ “Гим-

назия № 2 им. Баки Урманче" г. Нижнекамска Республики Татарстан;

Новикова Алиса Дмитриевна, Государственное нетиповое образовательное учреждение Архангельской области "Университетская Ломоносовская гимназия" г. Архангельска;

Шайхутдинов Альберт Рузалевич, МОУ "Лицей № 1" г. Салавата Республики Башкортостан.

11 класс:

Абрамкин Вадим Юрьевич, МБОУ "Лицей № 8" г. Сосновый Бор Ленинградской области;

Апетян Арина Артуровна, МБОУ "Лицей № 9" г. Белгорода.

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ С РЕШЕНИЯМИ

I. Теоретический тур.
9 класс.

Прохождение Венеры – XVII век (автор задания – О.С. Угольников).

В декабре 1639 г. английский астроном Джереми Хоррокс впервые в истории наблюдал прохождение Венеры по диску Солнца. Ему были известны размеры Земли и величина радиуса орбиты Венеры в астрономических единицах (0,723 а.е.). Сделав предположение, что горизонтальный параллакс Солнца при наблюдении с Венеры и Земли одинаков, он определил значение астрономической единицы – расстояния от Земли до Солнца, тогда еще неиз-

вестное. Какое значение он мог получить в результате при условии точности проведенных наблюдений и расчетов?

Решение. Во время наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца Дж. Хоррокс мог измерить видимый диаметр Венеры d , сравнив его с видимыми размерами Солнца. Выражая его в радианной мере, получаем

$$d = \frac{D}{L_0(1-q)},$$

где D – пространственный диаметр Венеры, L_0 – значение астрономической единицы, q – радиус орбиты Венеры в астрономических единицах (или отношение радиусов орбит Венеры и Земли). Величина горизонтального параллакса Солнца (ρ) есть отношение радиуса планеты к расстоянию от нее до Солнца. Равенство параллаксов Солнца на Земле и Венере можно записать как

$$\rho = \frac{D}{2L_0q} = \frac{D_0}{2L_0}.$$

Здесь D и D_0 – диаметры Венеры и Земли. Из последней формулы мы получаем $D = D_0q$. В итоге астрономическая единица равна

$$L_0 = \frac{D_0q}{d(1-q)}.$$

Учитывая, что видимый диаметр Венеры во время прохождения по диску Солнца составляет $60''$, или 0,00029 радиана, получаем значение $L_0 = 115$ млн км.

Как видим, несмотря на ошибочность предположения, полученное значение астрономической единицы отличается от истинного всего на 25%. В реальности Дж. Хоррокс во время наблюдений переоценил видимые размеры Венеры, что привело к еще меньшему значению астрономической единицы – 95 млн км.

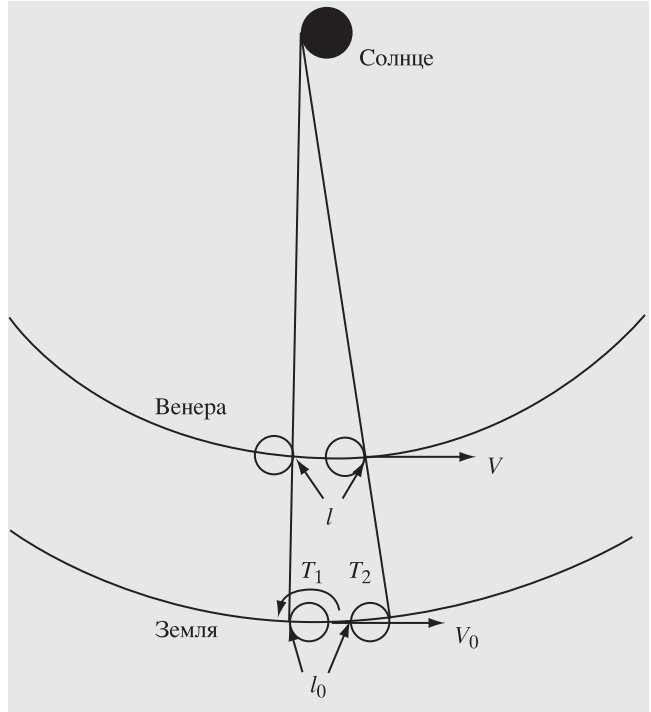
II. Теоретический тур.
10 класс.

Прохождение Венеры – XVIII век (автор задания – О.С. Угольников).

Шел XVIII век. Две экспедиции направились к противоположным точкам экватора, чтобы зафиксировать момент вступления Венеры на диск Солнца на его восходе и заходе соответственно и определить из этого величину астрономической единицы. Радиус орбиты Венеры в астрономических единицах (0,723 а.е.) был к тому времени хорошо известен. Если хронометр, взятый с собой первой экспедицией, работал точно, то у второй экспедиции (наблюдавшей вход Венеры на заходе Солнца) он спешил на одну минуту. Какое значение астрономической единицы будет получено в результате работы экспедиций? Наклон орбиты Венеры и экватора Земли к эклиптике не учитывать, орбиты обеих планет считать круговыми.

Схема вступления Венеры на диск Солнца при наблюдении из разных областей Земли. К задаче "Прохождение Венеры – XVIII век".

Решение. При наблюдении из разных точек Земли Венера вступает на диск Солнца в разное время, и этот эффект может служить основой для определения параллакса Солнца или расстояния от Солнца до Земли. Предположим для простоты, что Венера и Земля обращаются вокруг Солнца в одной плоскости, содержащей также экватор Земли. Рассмотрим картину со стороны северного полюса эклиптики.



Пусть в некоторый момент T_1 прохождение Венеры по диску Солнца стало видно из одной точки Земли. Венера движется по орбите быстрее Земли, и прохождение будет вначале видно из восточной точки Земли, задней по отношению к ее орбитальному движению. При наблюдении из этой точки Солнце и Венера будут заходить за горизонт. В эту точку прибыла вторая экспедиция, описанная в условии задачи. Через некоторое время, в момент T_2 , прохождение станет видимым со всей дневной части поверхности Земли. Последними вступление Венеры на диск Солнца увидят наблюдатели с передней, западной окраины Земли, где

Солнце и Венера будут восходить над горизонтом.

Возьмем a_0 – искомое расстояние между Солнцем и Землей, а q – радиус орбиты Венеры в астрономических единицах. Расстояние между Солнцем и Венерой составляет qa_0 . Из третьего закона Кеплера можно получить соотношение орбитальных скоростей Венеры (v) и Земли (v_0):

$$v^2 q = v_0^2.$$

Обозначим перемещение Земли l_0 за интервал времени $(T_2 - T_1)$. Как видно из рисунка, Венера за это время переместится на расстояние

$$l = (l_0 + 2R)q.$$

Здесь R – радиус Земли. Учитывая соотноше-

ние скоростей, получаем:

$$\frac{l_0}{v_0} = \frac{l}{v} = \frac{q^{3/2}(l_0 + 2R)}{v_0}.$$

Отсюда

$$l_0 = \frac{2Rq^{3/2}}{(1 - q^{3/2})}.$$

Зная моменты времени T_1 и T_2 , можно определить величину орбитальной скорости Земли и далее – радиуса ее орбиты:

$$v_0 = \frac{l_0}{T_2 - T_1};$$

$$a_0 = \frac{v_0 T_E}{2\pi} = \frac{l_0 T_E}{2\pi(T_2 - T_1)} = \frac{Rq^{3/2} T_E}{\pi(1 - q^{3/2})(T_2 - T_1)}.$$

Здесь T_E – период обращения Земли вокруг

Солнца. Из последней формулы можно вычислить, что истинный промежуток времени ($T_2 - T_1$) составляет 11,4 мин. Однако из-за ошибки хода часов экспедиции, работавшей на заходе Солнца, вместо момента времени T_1 был зафиксирован момент $T_1 + \Delta T_1$. В результате ошибочное значение величины астрономической единицы получится равным

$$a' = \frac{Rq^{3/2}T_E}{\pi(1-q^{3/2})(T_2 - T_1 - \Delta T_1)} = a_0 \frac{T_2 - T_1}{T_2 - T_1 - \Delta T_1} = 164 \text{ млн км.}$$

III. Теоретический тур. 11 класс.

Прохождение Венеры – сквозь века (автор задания – О.С. Угольников).

4 июня 1769 г. в Санкт-Петербурге на специально построенной обсерватории российская императрица Екатери-

на II сначала наблюдала прохождение Венеры по диску Солнца, а затем (в тот же день!) частного солнечного затмения. Оцените, через сколько лет на нашей планете вновь можно будет наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца и солнечное затмение с интервалом менее одних суток.

Решение. Сначала необходимо определить условие, при котором Венера в нижнем соединении или Луна в новолунии будут проецироваться на диск Солнца при наблюдении хотя бы из одной точки Земли. Задача имеет оценочный характер и связана с анализом больших интервалов времени. Поэтому орбиты Венеры, Земли и Луны могут считаться круговыми.

На рисунке изображен предельный случай, при котором касательное явление (затмение или прохождение Венеры) видно в одной точке Земли. Обозначим расстояние от

Земли до Солнца через L , а расстояние от Земли до затмевающего объекта (Венеры либо Луны) через l . С учетом малости угловых размеров Солнца, Луны и Венеры можно записать выражение для максимального удаления Луны или Венеры от линии Солнце – Земля, при котором происходит явление:

$$h = R + l\gamma + r = R + r + \frac{R_0 - R}{L}l = R_0 \frac{l}{L} + R \frac{L - l}{L} + r.$$

Здесь R_0 , R и r – радиусы Солнца, Земли и Луны (Венеры) соответственно. Угол γ показан на рисунке. Движение Луны и Венеры происходит под небольшими углами к плоскости эклиптики, и величина h есть максимальное расстояние центра Луны (Венеры) от плоскости эклиптики в момент новолуния (нижнего соединения), при ко-

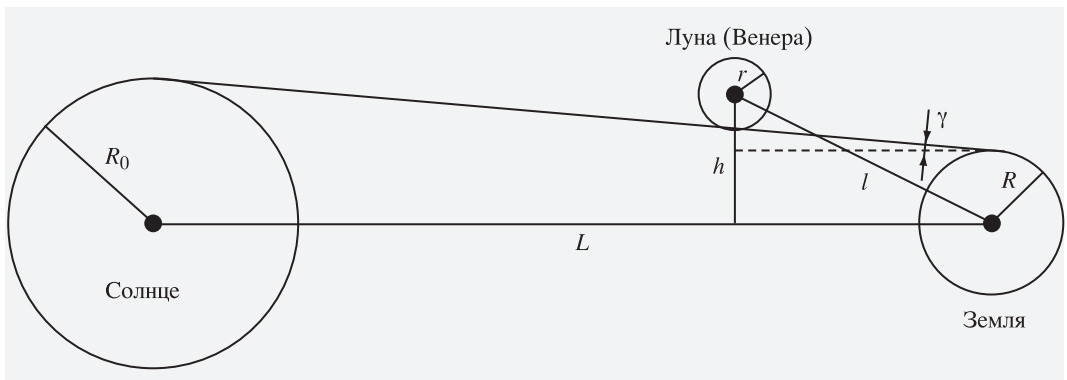


Схема расположения Солнца, Земли и Луны (Венеры), при котором наступает солнечное затмение или транзит Венеры. К задаче “Прохождение Венеры – сквозь века”.

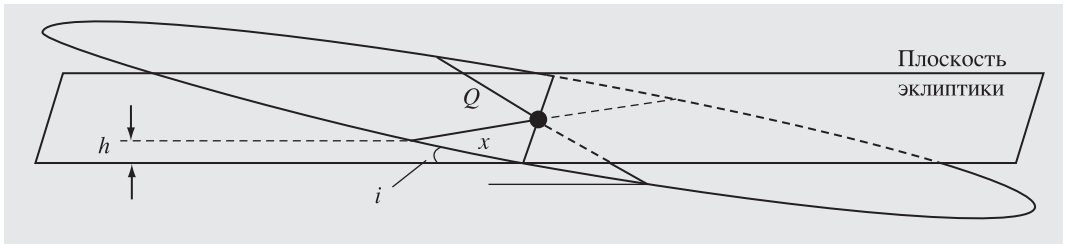


Схема расположения орбиты Луны (Венеры) по отношению к плоскости эклиптики и точек узлов. К задаче "Прохождение Венеры – сквозь века".

тором может произойти затмение (прохождение Венеры по диску Солнца). Значение этой величины составляет примерно 9900 км для Луны и 203 тыс. км для Венеры.

Определим, какая доля новолуний (нижних соединений Венеры) удовлетворяет данному условию. Для этого изобразим орбиту Луны (Венеры) и плоскость эклиптики.

Обозначим угол наклона плоскости орбиты к эклиптике через i , радиус орбиты – через Q . Величина h существенно меньше максимального удаления точки орбиты от плоскости эклиптики Qi (равного 35 тыс. км для Луны и 6,5 млн км для Венеры). Для того чтобы точка орбиты находилась не далее расстояния h от плоскости эклиптики, она должна быть удалена от узла орбиты не далее, чем на расстояние

$$x = \frac{h}{i}.$$

Мы учли, что наклонение орбит Луны и Венеры не очень велико. Данная точка орбиты может находиться с двух

сторон от каждого из двух узлов этой орбиты. В итоге доля всей длины орбиты, расположенная не далее расстояния h от плоскости эклиптики, составляет

$$P = \frac{2 \cdot 2x}{2\pi Q} = \frac{2h}{\pi Qi}.$$

Учтем, что для Луны (далее – индекс "L") величина Q равна расстоянию от Земли до Луны l_L , а для Венеры (индекс "V") она будет $L - l_V$. В итоге получаем:

$$P_L = \frac{2}{\pi i_L} \times \left(\frac{R_0}{L} + R \frac{L - l_L}{L l_L} + \frac{r_L}{l_L} \right) = \frac{2}{\pi i_L} \left(\rho_0 + \rho_L + R \frac{L - l_L}{L l_L} \right) = 0,182 \approx \frac{1}{5,5}.$$

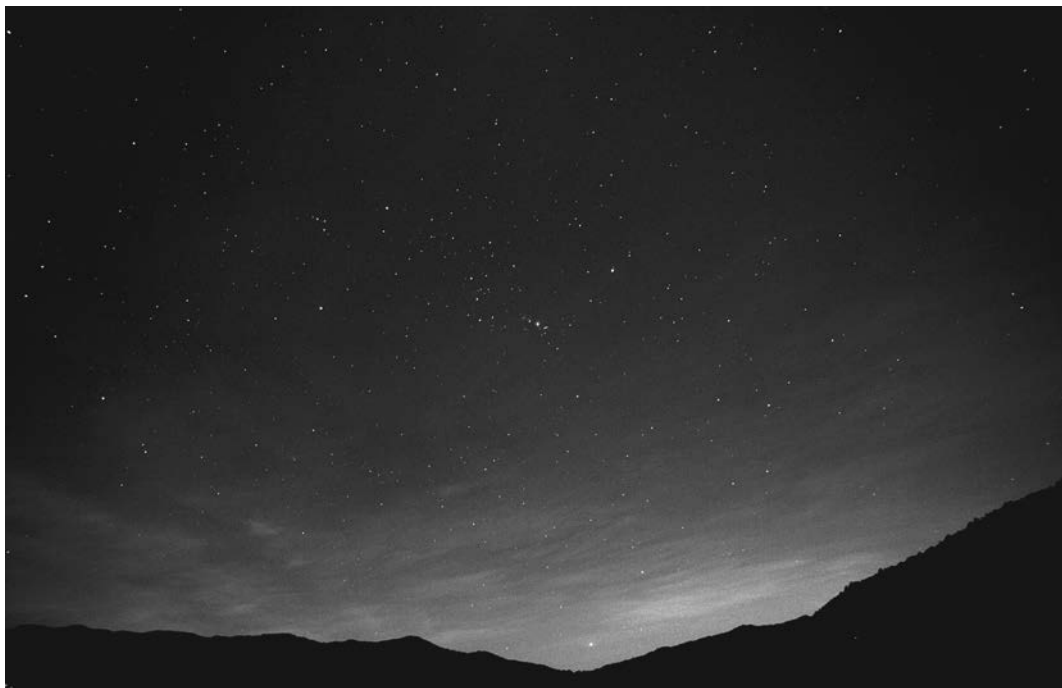
$$P_V = \frac{2}{\pi i_V} \times \left(R_0 \frac{l_V}{L(L - l_V)} + \frac{R}{L} + \frac{r_V}{L l_V} \right) = \frac{2}{\pi i_V} \left(R_0 \frac{L - Q_V}{L Q_V} + p_0 + p_V \right) = 0,0202 \approx \frac{1}{50}.$$

Здесь ρ_0 и ρ_L – видимые радиусы Солнца и Луны при наблюдении с Земли, а p_0 и p_V – экваториальные параллаксы Солнца при наблюдении с Земли и Венеры. Эти параллаксы значительно меньше другого слагаемого во второй формуле и могут не приниматься в расчет. Данные значения показывают, что в среднем только одно из 5,5 новолуний сопровождается солнечным затмением (для упрощения число 5,5 можно заменить на 6 и считать, что затмения происходят раз в полгода), а прохождение Венеры по диску Солнца происходит лишь однажды из 50 ее нижних соединений.

Обозначим синодические периоды Луны и Венеры как S_L и S_V . Средний промежуток времени между солнечными затмениями равен

$$T_L = \frac{S_L}{P_L} \approx 162 \text{ сут.}$$

Средний промежуток времени между двумя прохождениями Венеры



Участок звездного неба в Северном полушарии. К задаче "Горы и звезды".
Фото А.Б. Горшкова.

по диску Солнца составляет

$$T_V = \frac{S_V}{P_V} \approx 80 \text{ лет.}$$

Вероятность того, что за время t (одни сутки) до прохождения Венеры или за то же время после него произойдет солнечное затмение, составляет

$$q_t = \frac{2t}{T_L} = \frac{2tP_L}{S_L} \approx \frac{1}{81}.$$

Поэтому в среднем лишь каждое 81-е прохождение Венеры по диску Солнца может сопровождаться солнечным затмением в интервале ± 1 сутки. Среднее время между такими событиями

составляет

$$T = \frac{T_V}{q_t} = \frac{S_V S_L}{2t P_V P_L} \approx 6400 \text{ лет.}$$

Мы получили лишь характерное значение между подобными явлениями. В реальности после 1769 г. солнечные затмения и прохождения Венеры по диску Солнца не совпадут ни разу в течение 8 тыс. ближайших лет. Трижды за этот период солнечное затмение и прохождение Венеры будут разделены промежутком в два дня (затмение 20 июня и прохождение Венеры 22 июня 3462 г., затмение 22 июня и прохождение Венеры 24 июня 3956 г., затмение 26 июля

и прохождение Венеры 28 июля 7844 г.). Еще в одну дату, 8 июля 5657 г., состоится прохождение Венеры по диску Солнца и новолуние, при котором солнечное затмение будет наблюдаться в ближайших окрестностях Земли.

IV. Практический тур. 9 и 11 классы.

Горы и звезды (автор задания – А.М. Татарников).

Выданный вам снимок (автор – А.Б. Горшков) получен где-то в Северном полушарии. Оцените широту места наблюдения, азимут середины кадра, поглощение у горизонта (последнее – для

11 класса). При решении можно воспользоваться прилагаемой звездной картой той же области неба.

Решение. Центральную часть фотографии занимает восходящее созвездие Ориона, расположенное на небесном экваторе. Для ответа на вопрос задачи нужно найти на фотографии линию небесного экватора, пользуясь звездной картой и примечательными объектами, расположенными вблизи экватора (например, звездами Пояса Ориона). Можно также заметить, что в левом верхнем углу снимка, на границе созвездий Тельца и Близнецов, расположена точка летнего солнцестояния (S) – самая северная точка эклиптики. Участок эклиптики, проходящей через

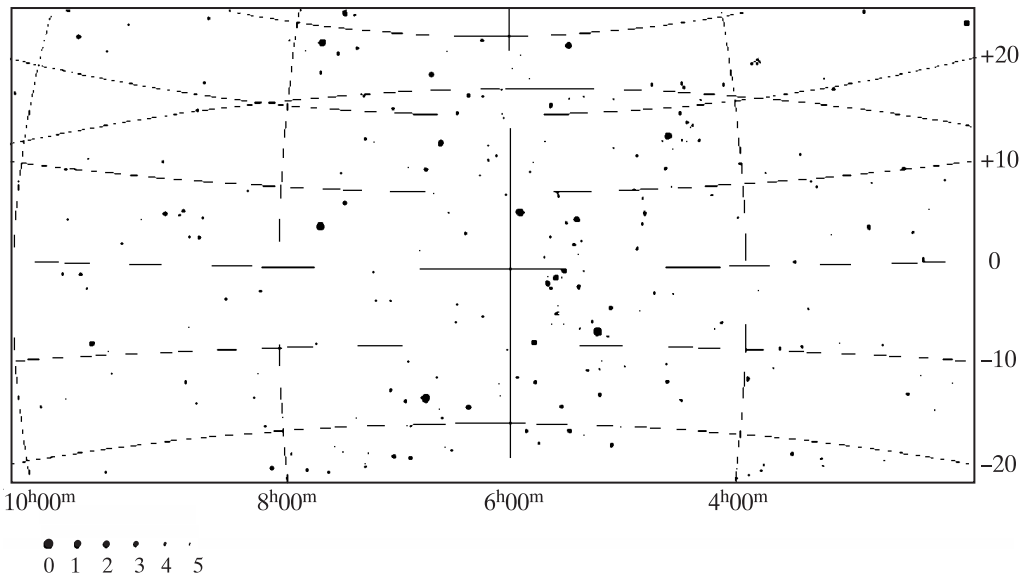
эту точку, параллелен небесному экватору, располагаясь на угловом расстоянии $23,4^\circ$ от него. Это расстояние обозначим как ε .

Проведем вертикальную линию, проходящую через центр фотографии. Эта линия образует с небесным экватором угол φ , равный 26° . Очевидно, это и есть широта места наблюдения. Будем считать, что математический горизонт совпадает с нижним краем снимка. Отложим отрезок горизонта между точками пересечения с вертикальной линией и небесным экватором. Обозначим его как a . Соответствующее угловое расстояние можно определить, сравнив отрезок a с каким-либо другим известным отрезком, например отрезком

ε между экватором и эклипстикой. Угловое расстояние a составляет 16° . Точка пересечения горизонта и небесного экватора – точка востока с азимутом -90° . Соответственно азимут центра фотографии равен

$$A = -90^\circ + a = -74^\circ.$$

Поглощение у горизонта можно также определять разными способами. Основой для этого можно взять звезду Сириус, восходящую между горами. Сириус – самая яркая звезда ночного неба с блеском около $-1,5^m$. Тем не менее она выглядит на фотографии слабее Ригеля (β Ориона, около 0^m), примерно так же, как Бетельгейзе (α Ориона, около $0,5^m$). Поэтому можно оценить по-



Карта участка звездного неба в Северном полушарии. К задаче "Горы и звезды".

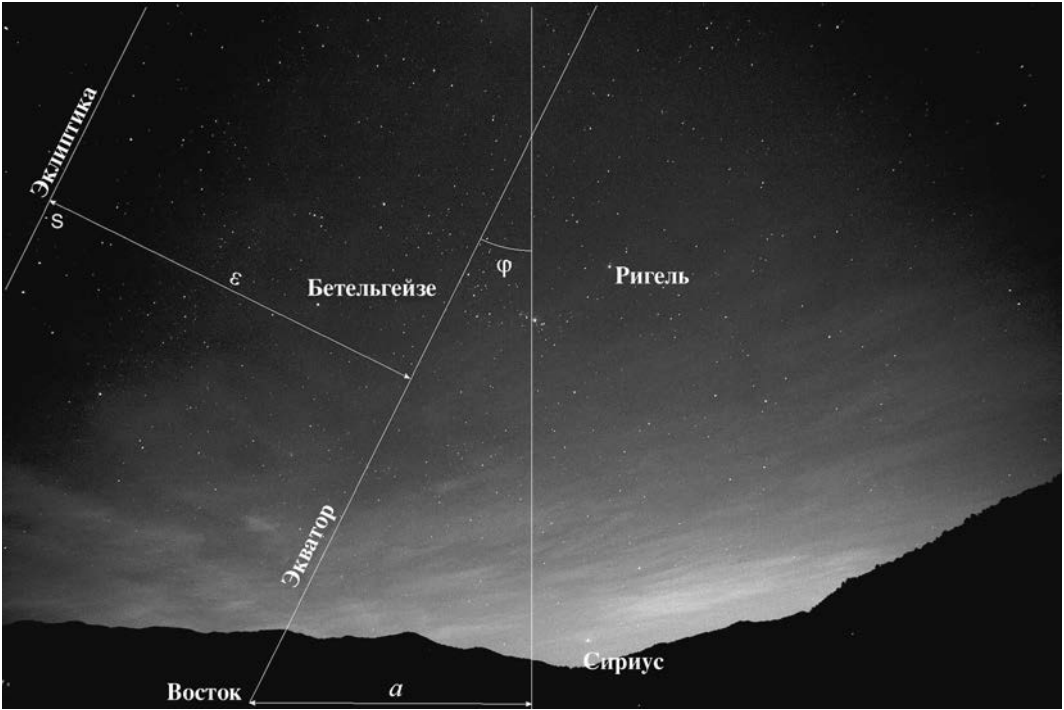


Схема решения задачи “Горы и звезды”.

глощение у горизонта рядом с Сириусом в 2^m .

Если значения блеска звезд неизвестны, то можно использовать и другие методы. Возьмем квадратный участок небесной сферы рядом с Сириусом (квадрат 1) и такой же по размеру квадрат на большой высоте над горизонтом (квадрат 2). Важно, что данные квадраты располагаются на одинаковом угловом расстоянии от Млечного Пути, проходящего через созвездие

Ориона. Поэтому можно считать, что при отсутствии поглощения число звезд, видимых в этих квадратах, будет одинаковым. Их примерный подсчет на реальном снимке дает $N_1 = 40$ для первого квадрата и $N_2 = 100$ для второго квадрата. Считая, что число звезд с яркостью, большей некоторой величины j , пропорционально $1/j$ (что весьма близко к действительности), получаем, что звезды в

квадрате 1 ослаблены в 2,5 раза, то есть на 1^m .

Разница результатов двух методов вычисления поглощения не должна вызывать удивления. Первый метод относится к Сириусу, только появившемуся у горизонта, а второй – усредняет данные по квадрату, центр которого находится на $4-5^\circ$ выше Сириуса. Очевидно, что значение поглощения вблизи горизонта существенно зависит от высоты.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: июль – август 2013 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Июль		
5	15	Земля в афелии
9	4	Сатурн переходит от попятного движения к прямому
8	7	Новолуние
9	18	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
16	3	Луна в первой четверти
17	23	Уран переходит от прямого движения к попятному
20	17	Меркурий переходит от попятного движения к прямому
21	20	Луна в перигее
22	7	Марс проходит в 47' севернее Юпитера
22	13	Венера проходит в 1°05' севернее звезды Регул (α Льва)
22	18	Полнолуние
29	17	Луна в последней четверти
30	9	Меркурий в наибольшей западной элонгации (20°)
Август		
3	9	Луна в апогее
6	21	Новолуние
11	–	<i>Максимум метеорного потока Персеиды</i>
13	6	Луна проходит в 3° южнее Сатурна
14	10	Луна в первой четверти
19	1	Луна в перигее
21	1	Полнолуние
24	21	Меркурий в верхнем соединении с Солнцем
27	1	Нептун в противостоянии с Солнцем
28	9	Луна в последней четверти
30	23	Луна в апогее

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

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°		
	На 0 ч текущей эпохи (UT)				восход	заход	восход	заход	восход	заход	
	ч	м	°	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	
Июль	1	06	40	+23	07	04:18	19:54	03:26	20:45	01:15	22:56
	11	07	21	+22	08	04:25	19:50	03:37	20:38	01:45	22:30
	21	08	01	+20	31	04:34	19:43	03:51	20:26	02:19	21:57
	31	08	41	+18	19	04:45	19:32	04:08	20:09	02:55	21:22
Август	10	09	19	+15	38	04:56	19:18	04:26	19:49	03:29	20:46
	20	09	57	+12	31	05:08	19:03	04:44	19:27	04:02	20:09
	30	10	33	+09	08	05:20	18:45	05:03	19:02	04:33	19:32

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить момент восхода Солнца в Москве 17 июля (широта $55^{\circ}45'$; долгота $2^{\circ}30^M$; 2-я часовая зона – московское время UT + 4^ч). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 17 июля, получаем $3^{\circ}40^M$. Вычтем из него долготу места, прибавим 4^ч, получим $5^{\circ}10^M$.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период*	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Меркурий												
Июль	1	07	33,7	+18	30	3,2	11,4	0,07	–	–	–	
	11	07	10,2	+17	34	5,4	11,6	1,01	–	–	–	
	21	06	55,6	+18	41	2,1	9,6	0,13	–	–	–	
	31	07	18,0	+20	26	0,0	7,5	0,41	0,6	–	–	Утро
Август	10	08	19,2	+20	08	-1,0	5,8	0,77	0,7	–	–	Утро
	20	09	39,3	+15	48	-1,7	5,1	0,98	–	–	–	
	30	10	54,3	+08	40	-1,4	4,9	0,99	–	–	–	
Венера												
Июль	1	08	26,1	+20	52	-3,8	11,2	0,90	1,6	1,1	–	Вечер
	11	09	15,6	+17	39	-3,9	11,6	0,88	1,5	1,0	–	Вечер
	21	10	02,8	+13	39	-3,9	12,0	0,86	1,5	0,9	–	Вечер
	31	10	48,1	+09	06	-3,9	12,6	0,83	1,5	0,8	–	Вечер
Август	10	11	31,9	+04	09	-3,9	13,2	0,80	1,4	0,7	–	Вечер
	20	12	14,7	-00	59	-4,0	13,9	0,77	1,4	0,7	–	Вечер
	30	12	57,2	-06	07	-4,0	14,8	0,74	1,4	0,7	–	Вечер

Таблица III (окончание)

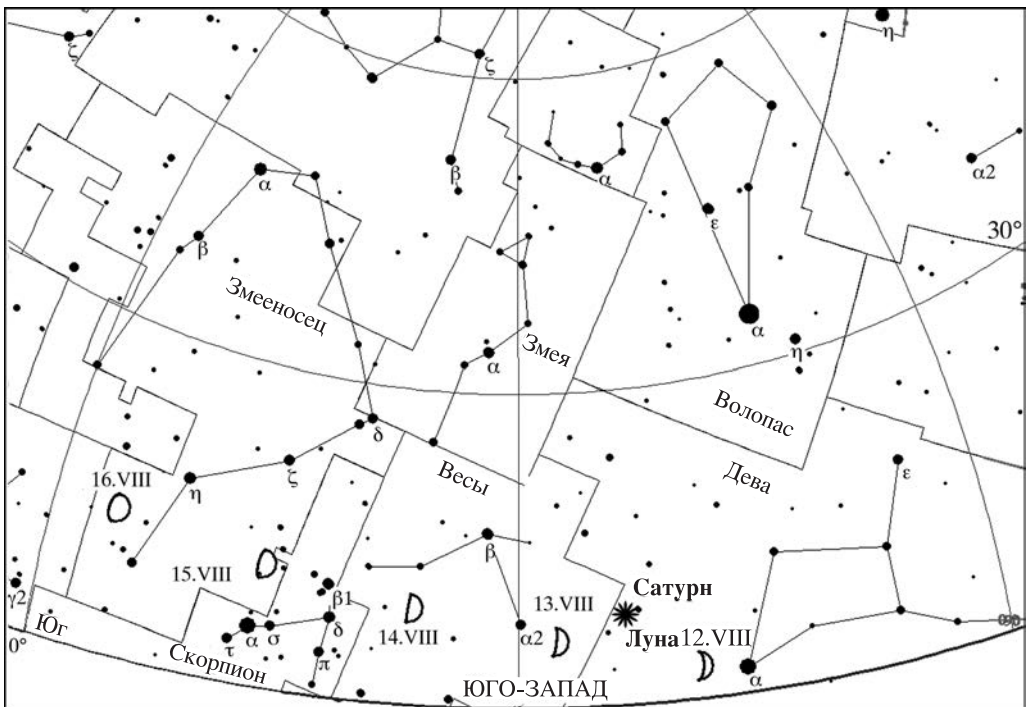
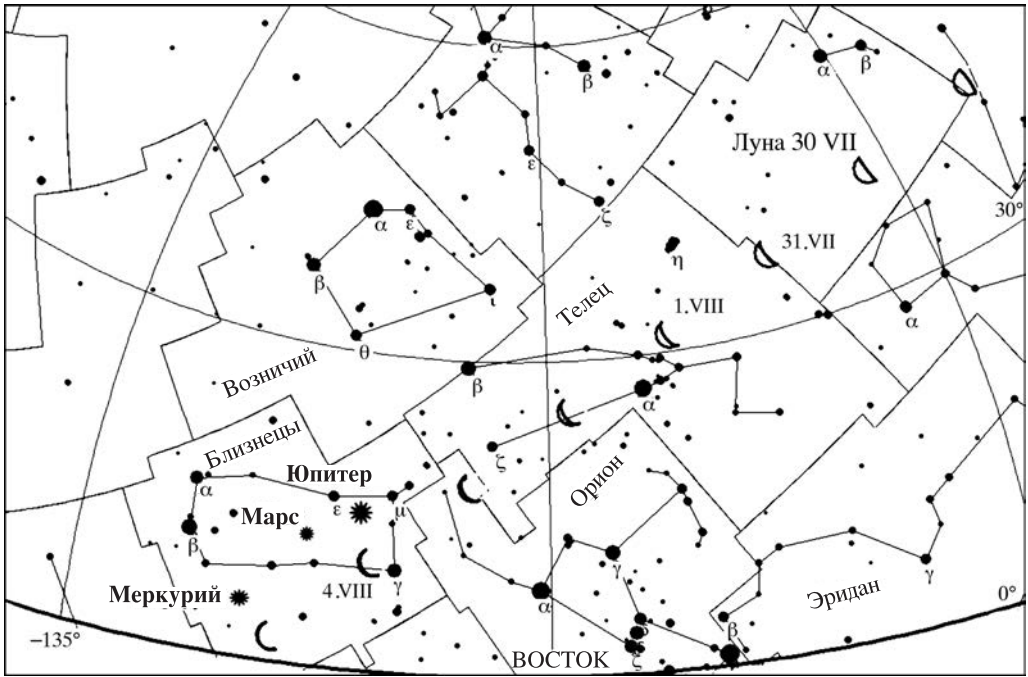
Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период*	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Марс												
Июль	1	05	21,8	+23	32	1,5	3,8	0,99	–	–	–	
	11	05	51,6	+23	55	1,6	3,8	0,99	–	–	–	
	21	06	21,1	+23	57	1,6	3,9	0,98	0,8	–	–	Утро
	31	06	50,3	+23	38	1,6	3,9	0,98	1,3	0,7	–	Утро
Август	10	07	18,9	+23	00	1,6	3,9	0,97	1,7	1,6	–	Утро
	20	07	46,8	+22	04	1,6	4,0	0,97	2,1	2,2	1,7	Утро
	30	08	13,9	+20	53	1,6	4,1	0,97	2,5	2,6	3,0	Утро
Юпитер												
Июль	1	06	04,1	+23	13	–1,8	32,1	1,00	–	–	–	
	11	06	13,9	+23	12	–1,8	32,3	1,00	0,4	–	–	
	21	06	23,6	+23	09	–1,8	32,5	1,00	1,6	1,3	–	Утро
	31	06	33,0	+23	03	–1,8	32,9	1,00	2,4	2,5	1,5	Утро
Август	10	06	42,0	+22	56	–1,8	33,4	1,00	3,1	3,4	3,6	Утро
	20	06	50,5	+22	48	–1,8	33,9	1,00	3,9	4,3	5,1	Утро
	30	06	58,4	+22	38	–1,9	34,6	0,99	4,7	5,2	6,5	Утро
Сатурн												
Июль	1	14	13,0	–10	43	0,5	17,8	1,00	4,6	3,0	–	Вечер
	11	14	12,8	–10	45	0,6	17,5	1,00	4,0	2,5	–	Вечер
	21	14	13,2	–10	50	0,6	17,2	1,00	3,4	2,0	–	Вечер
	31	14	14,3	–10	58	0,6	16,9	1,00	2,9	1,6	–	Вечер
Август	10	14	15,9	–11	09	0,7	16,7	1,00	2,5	1,3	–	Вечер
	20	14	18,1	–11	23	0,7	16,4	1,00	2,1	1,0	–	Вечер
	30	14	20,9	–11	39	0,7	16,2	1,00	1,7	0,6	–	Вечер

Примечание. Координаты даны на момент 0^ч по Всемирному времени, F – фаза планеты, * – период видимости планет.

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий будет виден в конце июля и в первой декаде августа по утрам. Планету можно заметить на рассвете у самого горизонта на северо-востоке в созвездии Близнецов в южных широтах нашей страны. Примерно в 6° выше располагаются Юпитер и Марс. Достигнув 30 июля наибольшей западной элонгации, Меркурий к середине второй декады августа исчезает в лучах Солнца. Его видимый диаметр уменьшается с 10" до 5", а блеск возрастает до –1,5^м.

Венера видна по вечерам у самого горизонта в западной части неба очень непродолжительное время (менее часа) и только в южных и средних широтах нашей страны. Впрочем, благодаря большому блеску ее можно попытаться увидеть невооруженным глазом сразу после захода Солнца в северо-западной части неба. Заметить же ее прохождение вблизи рассеянного звездного скопления Ясли 3 июля и яркой звезды Регул 22 июля можно только в южных широтах нашей страны.



Марс и **Юпитер** можно наблюдать в первой декаде июля на утренней заре, их видимость к августу постоянно улучшается. Эти планеты расположатся в восточной части небосвода невысоко над горизонтом в созвездии Близнецов. 22 июля Марс пройдет всего в 47' севернее Юпитера и с этого дня будет заметен по утрам ниже этой планеты-гиганта. В августе Марс и Юпитер более 3 ч сияют на предутреннем темном небе. Луна окажется вблизи Марса утром 6 июля (Юпитер еще не виден), вблизи Марса и Юпитера – утром 4 августа.

Видимость **Сатурна** в течение июля и августа вечером уменьшается. Он ви-

ден в юго-западной части неба невысоко над горизонтом близ границы созвездий Девы и Весов. 16 июля и 13–14 августа вечером Сатурн окажется рядом с Луной.

Уран (блеск $-5,8^m$) в июле и августе можно заметить утром в созвездии Рыб. Лучшее время для его наблюдений – осень 2013 г.

27 августа **Нептун** (блеск $-7,8^m$) окажется в противостоянии с Солнцем и будет виден практически всю ночь, расположившись в созвездии Водолея. Для наблюдений планеты необходим сильный бинокль или телескоп. Из-за слабого блеска во время соединений с Луной он не заметен.

Таблица IV

ЭФЕМЕРИДА НЕПТУНА

Дата	α		δ		m	d "
	ч	м	°	'		
Июль 1	22	28,5	-10	17	7,9	2,5
Июль 31	22	26,4	-10	30	7,8	2,5
Август 30	22	23,4	-10	48	7,8	2,5
Сентябрь 29	22	20,5	-11	04	7,8	2,5
Октябрь 29	22	18,7	-11	14	7,9	2,5
Ноябрь 28	22	18,6	-11	14	7,9	2,4

НЕБЕСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Август – месяц наибольшей активности сразу нескольких метеорных потоков, главнейший из которых – Персеиды. Его максимум ежегодно приходится на 11–12 августа, но поток хорошо заметен уже с конца июля примерно до 17 августа. В июле – августе под утро может достичь наибольшего блеска яркая долгопериодическая переменная звезда о Кита. Блеск в максимуме иногда достигает 2^m .

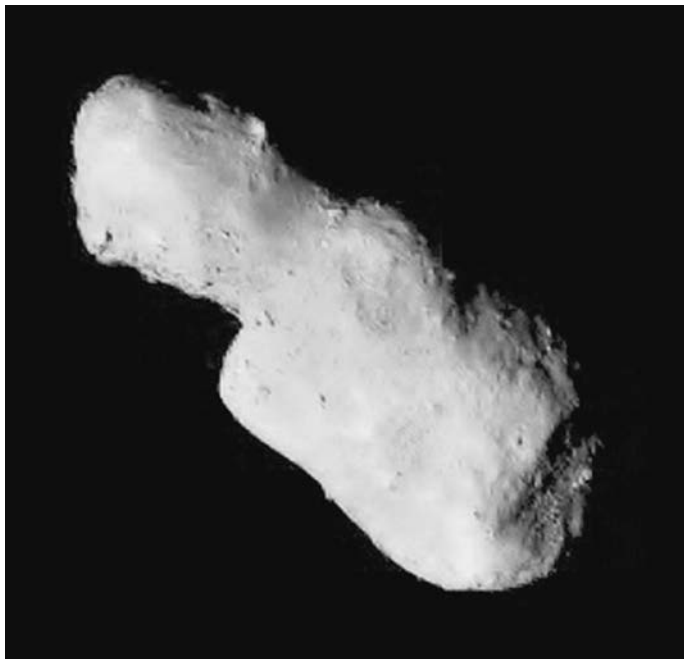
В.И. ЩИВЬЁВ
г. Железнодорожный (Московская обл.)

Исследование астероида Трутатис

13 декабря 2012 г. китайская АМС “Чанъэ-2” (“Chang’e-2”; запущена в октябре 2010 г.; Земля и Вселенная, 2011, № 2, с. 110), созданная Китайским национальным космическим управлением (CNSA), совершила пролет со скоростью 10,73 км/с мимо астероида (4179) Трутатис, который сутками ранее миновал Землю. АМС “Чанъэ-2” смогла его сфотографировать в момент максимального сближения, когда космический аппарат и небесное тело разделяли 3,2 км. Фотокамеры “Чанъэ-2” сделали великолепные снимки малой планеты с разрешением 10 м.

Миссия “Чанъэ-2” во многом уникальна, ее основная задача – съемка лунной поверхности с селеноцентрической орбиты. После того как это было успешно сделано, а ресурс аппарата еще позволял использовать его, было решено поместить “Чанъэ-2” в точку Лагранжа L2. В точку L2 АМС прибыла 25 августа 2011 г. и несколько месяцев проводила наблюдения Луны, Земли и межпланетного пространства. Весной 2012 г. полет станции продлили. Новой целью исследований стал астероид Трутатис, к нему “Чанъэ-2” устремилась 15 апреля 2012 г. (Земля и Вселенная, 2012, № 6, с. 34)

Астероид Трутатис (Toutatis), названный в честь кельтского бога Тевта-



Астероид (4179) Трутатис. Снимок сделан 13 декабря 2012 г. китайской АМС “Чанъэ-2”. Фото CNSA.

та, впервые был обнаружен 10 февраля 1934 г. и впоследствии потерян. Тогда ему дали обозначение 1934 ST. 4 января 1989 г. астероид переткрыли.

Трутатис ($1,9 \times 2,4 \times 4,6$ км) имеет неправильную форму и перемычку. Он относится к группе Аполлона, орбита которого находится в резонансах 3:1 с Юпитером и 1:4 с Землей. Из-за малого наклона его орбиты ($0,47^\circ$) и периода обращения (4,026 года) Трутатис часто сближается с Землей, причем минимально возможное на данный момент расстояние составляет 0,006 а.е. (в 2,3 раза больше расстояния до Луны). 29 сентября 2004 г. астероид пролетел на расстоянии в 0,0104 а.е. от Земли (1,5 млн км), дав

хорошую возможность для наблюдений (Земля и Вселенная, 2005, № 1, с. 79). 12 декабря 2012 г. в 6 ч 40 мин по Гринвичу астероид в очередной раз пролетел вблизи Земли. Вращение Трутатиса состоит из двух периодических движений, вследствие чего кажется хаотическим. Если находиться на поверхности астероида, будет казаться, что Солнце всходит и заходит за горизонт в случайных местах и в случайное время. Гравитационные возмущения ведут к хаотическому поведению орбиты Трутатиса, из-за чего нельзя предсказать изменения его орбиты более чем на 50 лет вперед.

По материалам Информ-агентства Синьхуа, 15 декабря 2012 г.

Американские лунные станции завершили полет

18 декабря 2012 г. американские ИСЛ “Грейль-А” и “Грейль-Б” (“GRAIL-A” и “GRAIL-B”) упали в районе северного полюса Луны в кратер Голдшмидт (Goldschmidt; 75,62° с.ш. и 26,63° з.д.). В момент удара скорость аппаратов составляла около 1,7 км/с. Склон горы, на котором разбились автоматические станции “Грейль”, назван в честь первой американской женщины-астронавта Салли Райд (Sally Ride Impact Site), скончавшейся в июле 2012 г. В результате падения станций получены сведения о запасах водяного льда в этом кратере. Программа “GRAIL” (Gravity Recovery and Interior Laboratory – лаборатория изучения гравитационного поля) по картографированию гравитационного поля Луны, исследованию ее внутреннего строения и тепловой истории успешно завершилась.

Напомним, что обе автоматические станции “Грейль” были запущены 10 сентября 2011 г. (Земля и Вселенная, 2012, № 2, с. 35–36). Станции получили собственные имена: “Грейль-А” – “Эбб” (“Ebb”, прилив) и “Грейль-Б” – “Флоу” (“Flow”, отлив). При полете станций к Луне использовалась схема баллистического захвата с прохождением точки либрации L1, которая не требует большого тормозного импульса возле Луны (поряд-

ка 800 м/с), но увеличивает время полета с 3 суток до 3,5 месяца. Станции пролетели более 4 млн км. 1 и 2 января 2012 г. они вышли на околополярную эллиптическую орбиту высотой 90 × 8360 км с периодом обращения 11,5 ч, чтобы исследовать видимую и обратную стороны Луны. С марта 2012 г. они выполняли научную программу на круговой окололунной орбите высотой 55 км, находясь друг от друга на расстоянии 175–225 км. На заключительном этапе полета высота орбиты снизилась до 23 км.

С помощью станций обнаружено, что толщина лунной коры (34–43 км) на 10–20 км меньше зарегистрированной сейсмографами, установленными астронавтами по программе “Аполлон”. Лунная кора имеет значительно меньшую плотность, чем считалось ранее, и содержит множество пустот. Известно, что на Луне присутствуют крупные гравитационные аномалии, источники которых – масконы. Например, в самом крупном ударном кратере Солнечной системы Бассейне Южный полюс – Эйткен (South Pole-Aitken basin; диаметр – 2500 км, глубина – около 13 км) на обратной стороне Луны обнаружена высокая средняя плотность гравитации, что указывает на ее богатый железом состав грунта. Он близок к земным породам. Это подтверждает гипотезу о формировании Луны из вещества Земли, выброшенного в космос в результате столкновения нашей планеты с гигантским небесным телом размером с Марс. Ученые сделали вывод, что обратная сторона Луны эволюционировала после этого

катастрофического события, поэтому там почти не осталось морских районов.

По данным станций “Грейль” составлена карта аномалий гравитационного поля Луны в соответствии с топографической картой Луны, созданной на основе снимков, полученных ИСЛ “Лунный орбитальный разведчик” (“LRO”; Земля и Вселенная, 2009, № 6; 2012, № 6, с. 33). Новая карта имеет азимутальную проекцию Ламберта и покрывает 75% лунной поверхности, она превосходит по точности аналоги в три-четыре раза (см. стр. 3 обложки внизу). На карте видны следы древних ударов метеоритов, разломы, которые уходят вглубь до нижних слоев коры и, возможно, даже до мантии. По-видимому существуют линейные гравитационные аномалии длиной в сотни километров, крест-накрест пересекающие поверхность. Они указывают на присутствие валов или длинных и тонких фрагментов застывшей магмы в подповерхностном слое, возможно самых древних геологических образований на Луне. Сведения о лунной гравитации помогут ученым выяснить детали внутреннего строения естественного спутника Земли, а также проверить некоторые гипотезы о рождении и эволюции Луны.

С помощью четырех фотокamer высокого разрешения MoonKAM (разработаны под руководством Салли Райд), установленных на станциях, студенты Калифорнийского университета и школьники делали снимки участков лунной поверхности.

Пресс-релиз NASA,
18 декабря 2012 г.

Магнитная аккреция в пульсарах

Сотрудники Главной (Пулковской) астрономической обсерватории РАН (Санкт-Петербург) обнаружили свидетельства существования сильного магнитного поля в аккреционном потоке, применив к нейтронным звездам сценарий магнитной аккреции, ранее разработанный в отношении черных дыр.

В 1971 г. советский физик В.Ф. Шварцман первым показал, что присутствие сильного магнитного поля в веществе, захватываемом черной дырой, может существенно изменить весь процесс аккреции. Собственное магнитное поле потока при определенных условиях способно остановить процесс падения вещества на значительном расстоянии от черной дыры (радиус Шварцмана). Развивая эту идею, в 1974 г. доктора физико-математических наук Г.С. Бисноватый-Коган и А.А. Рузмайкин пришли к выводу, что влияние сильного поля аккреционного потока приводит к образованию вокруг черной дыры магнитной пластины, напоминающей аккреционный

диск, но практически не вращающейся. Многочисленные попытки обосновать присутствие аккреционного диска в модели магнитной аккреции оказались тщетными. Положение радикально изменилось, когда в Пулковской обсерватории впервые в мире была предпринята попытка моделирования магнитной аккреции на нейтронные звезды, находящиеся в составе массивных двойных систем и проявляющие себя как рентгеновские пульсары. Однако природа этих систем до сих пор неизвестна.

Возможную магнитную аккрецию в рентгеновских пульсарах астрофизики Пулковской обсерватории наблюдали в тесной двойной системе GX 301-2. Объяснить феномен быстрого торможения вращения нейтронной звезды GX 301-2 в рамках стандартных моделей (сферической или дисковой аккреции) можно, лишь предположив, что магнитное поле звезды превосходит 200 ГГс. Величина магнитного поля циклотронной линии в рентгеновском спектре этого объекта оказалась в 100 раз меньше. В 2011 г. был обнаружен рентгеновский пульсар SXP 1062 со схожим поведением – “заторможенный” остаток сверхновой. При относительно юном возрасте (всего 20 тыс. лет) эта нейтронная звезда вращается с удивительно долгим периодом (17 мин 42 с), эпизодически увеличивающимся.

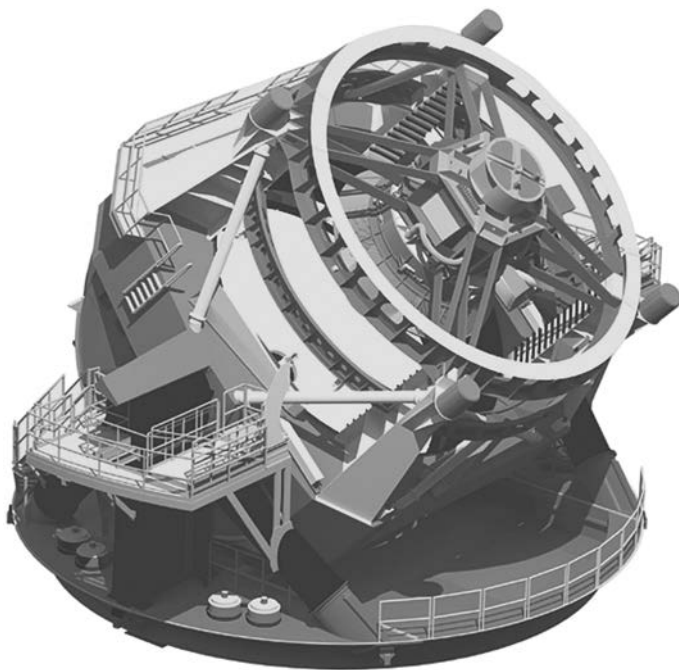
Объяснить происхождение и поведение пульсара в рамках стандартной модели невозможно. Но подходит сценарий магнитной аккреции, в рамках которого появление такого пульсара, скорее, закономерно. Магнитная аккреция в рентгеновских пульсарах проявляется в том случае, если радиус Шварцмана превосходит Альвеновский радиус нейтронной звезды. Это происходит потому, что влияние магнитного поля аккреционного потока приводит к изменению не только его структуры, но и механизма взаимодействия падающего вещества с магнитным полем самой звезды. Вещество на внутреннем радиусе магнитной пластины накапливается до тех пор, пока его отток из пластины в магнитосферу вследствие диффузии и перезамыканий силовых линий магнитного поля не сравняется с притоком газа, захватываемым звездой из своего окружения. Возникает большая плотность плазмы на границе магнитосферы, и значительно увеличивается темп торможения вращения нейтронной звезды.

Выводы можно сделать после измерения магнитного поля массивных компаньонов нейтронных звезд и изучения свойств аккреционного канала у их поверхности методами рентгеновской спектроскопии.

Пресс-релиз ФИАН,
4 декабря 2012 г.

Строительство мощного наземного телескопа

В США идет строительство широкоугольного обзорного телескопа-рефлектора LSST (Large Synoptic Survey Telescope – большой синоптический телескоп обзора неба) на пике Эль-Пеньон горы Серо-Пачон (высота – 2682 м) в области Кокимбо в северной части Чили рядом с Обсерваторией Мауна Кеа (телескопы Джемини) и Южной астрофизической обсерваторией (Southern Astrophysical Research Telescope – южный телескоп для астрофизических исследований). Слово “синоптический” в названии телескопа означает по-



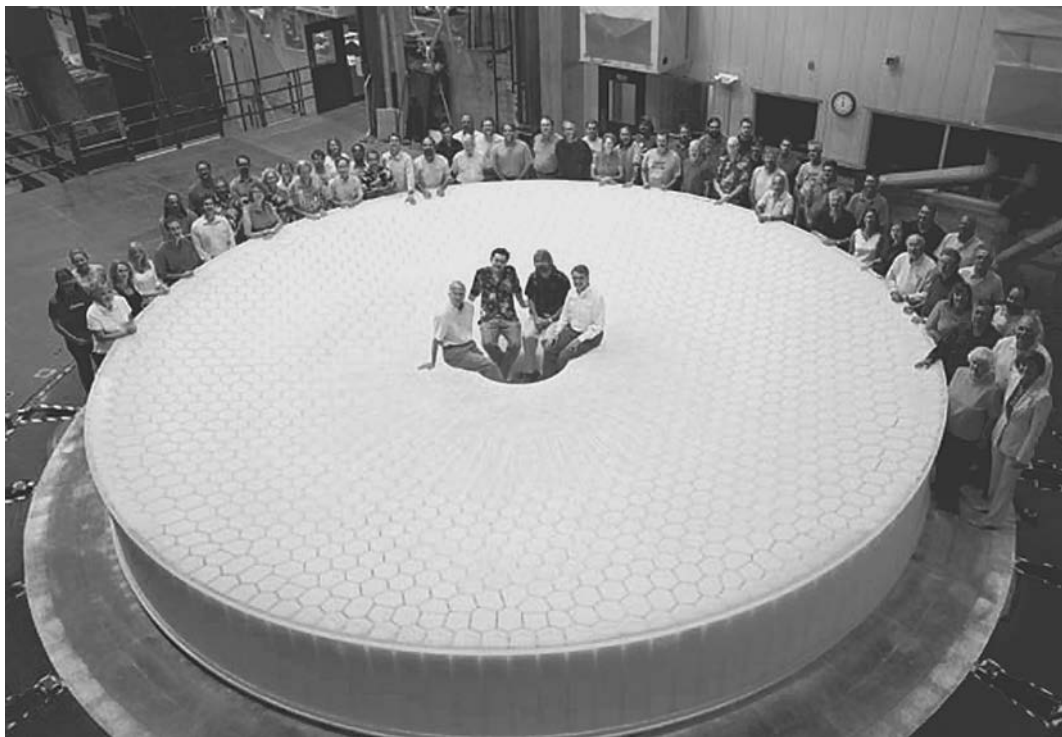
Проект широкоугольного обзорного телескопа-рефлектора LSST с главным зеркалом диаметром 8,4 м. Рисунок Обсерватории LSST.

лучение изображений одновременно большой площади неба. Телескоп предназначен для проведения обзор-

ных наблюдений: за 3–4 ночи он будет просматривать все небо, что позволит фиксировать объекты



Место строительства телескопа LSST на горе Серо-Пачон в Чили рядом с Обсерваториями Мауна Кеа и Южной астрофизической. Фото Обсерватории LSST .



Главное зеркало телескопа LSST диаметром 8,4 м и массой 26 т в лаборатории Университета штата Аризона (США). 2009 г. Фото Обсерватории LSST.

блеском до $24,5^m$. В 2015 г. он должен увидеть первый свет, функционировать начнет в 2018 г. Суммирование всех изображений одной области за все время обзора (2020–2030 гг.) позволит столь же точно измерять объекты уже до $27,5^m$. В ходе эксплуатации телескопа предполагается решить следующие научные задачи: измерение слабого гравитационного линзирования в глубоком космосе, чтобы обнаружить признаки темной энергии и темной материи; картографирование нашей Галактики, малых тел Солнечной системы, особенно околоземных астероидов и объектов пояса Койпера; обнаруже-

ние кратковременных оптических событий, таких как новые и сверхновые звезды.

Архитектура LSST уникальна для крупных телескопов и выполнена по трехэлементной схеме Пауля – Бейкера. Такая конструкция способна обеспечить очень широкое поле зрения – $9,6$ квадратного градуса, что в 40 раз больше площади полной Луны. В сочетании с большой апертурой и лучшей способностью собирать свет это даст невероятно большой охват неба. Для достижения столь широкого неискаженного поля зрения требуется три зеркала вместо двух, используемых большинством телескопов. Диаметр главного

зеркала – $8,4$ м, второго – $3,4$ м и третьего – 5 м, фокусное расстояние – $10,31$ м. Большое отверстие снижает площадь сбора света главного зеркала до 35 м², что эквивалентно диаметру целого зеркала $6,68$ м. Главное и третье зеркала создаются из монолитного стекла в лаборатории по изготовлению зеркал для телескопов при Университете штата Аризона (США). Цифровая фотокамера с матрицей $3,2$ гигапикселя будет делать каждые 20 с делать 15 -секундные экспозиции. С учетом технического обслуживания, плохой погоды и других факторов фотокамера, как предполагается, будет делать около 200 тыс. фотографий за год,

что намного больше, чем может быть изучено людьми. Поэтому анализ огромного количества данных на выходе телескопа, как ожидается, будет наиболее технически сложной частью проекта. Первоначальные требования к вычислительному центру оцениваются в 100 терафлопс вычисли-

тельной мощности и 15 петабайт для хранения данных с увеличением по мере получения новой информации.

Завершено проектирование строений, обслуживающих телескоп (купол, технические помещения, комната управления и система энергообеспечения), проработа-

ны и значительно улучшены подсистемы телескопа (система поддержки зеркала, защитные экраны и экран калибровки). В 2014 г. построят помещения для установки телескопа и его обслуживания.

Пресс-релиз Обсерватории LSST,
16 ноября 2012 г.

Информация

Иран запустил в космос обезьяну

28 января 2013 г. Иран запустил в космос обезьяну. Ракета “Кавошгар-5” (“Kavoshgar-5”) совершила полет по суборбиталь-

ной траектории на высоту 120 км, после чего капсула “Пишгам” (первопроходец) с обезьяной благополучно приземлилась, доставив примата в целости и сохранности. Запуск животного в космос является подготовкой Ирана к запуску своего астронавта, намеченному на 2021 г. Исследуя обезьяну, иранские ученые намерены изучить работу живого организма в условиях невесомости.

Полет обезьяны намечался на 2011 г., но не состоялся. При этом иранские власти утверждали, что кос-

мическая программа страны носит исключительно мирный характер. По данным иранского Института аэрокосмических исследований, эксперименты, в том числе с использованием животных, должны открыть Ирану дорогу к пилотируемым космическим полетам. Следует отметить, что в 2010 г. Иран уже отправлял в космос червей, черепаху и крысу.

По материалам информ-агентства IRNA,
28 января 2013 г.

Дорогие читатели!

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

Заведующая редакцией Г.В. Матророва
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин

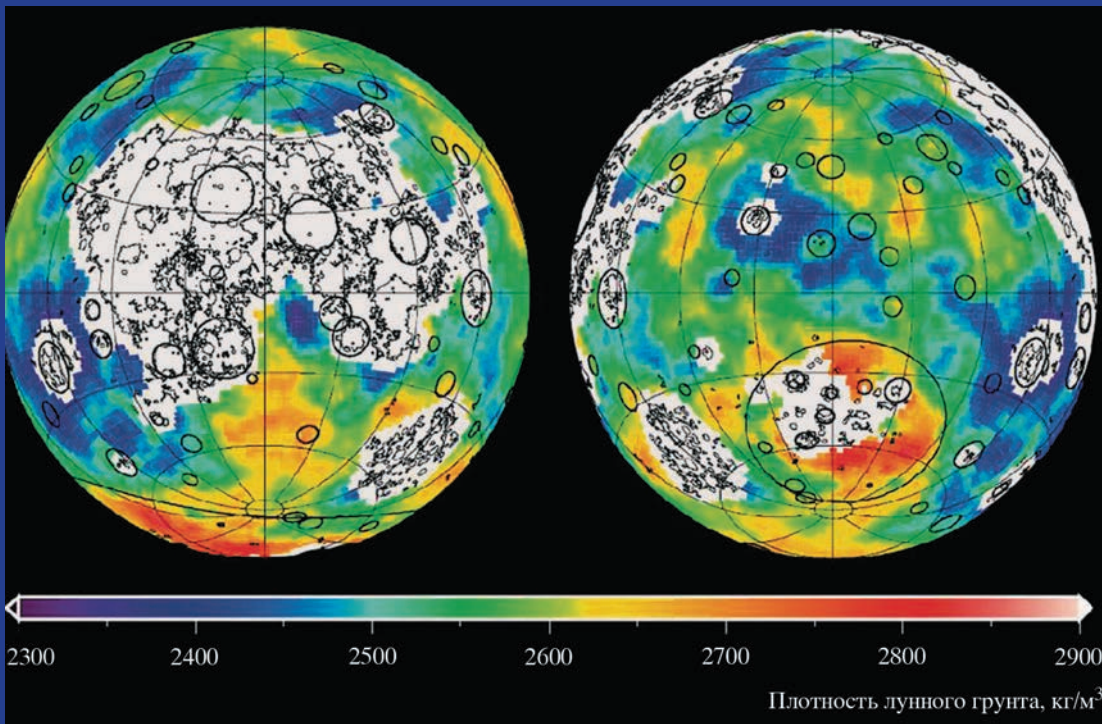
Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 06.03.2013. Подписано в печать 13.05.2013. Дата выхода в свет 13 нечет.

Формат $70 \times 100^{1/16}$ Цифровая печать
Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отг. 3,2 тыс. Бум.л. 3,5
Тираж 343 Зак. 1161 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