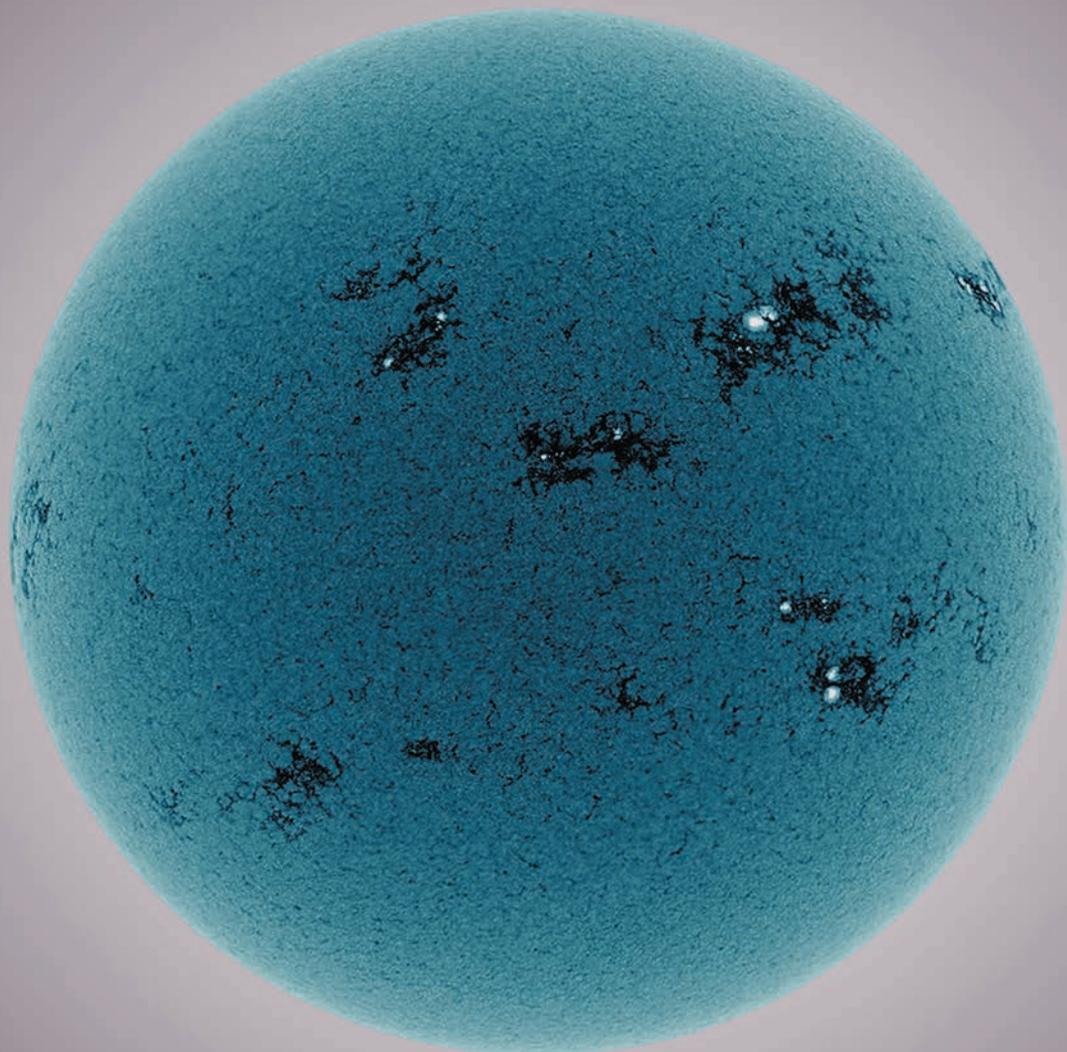


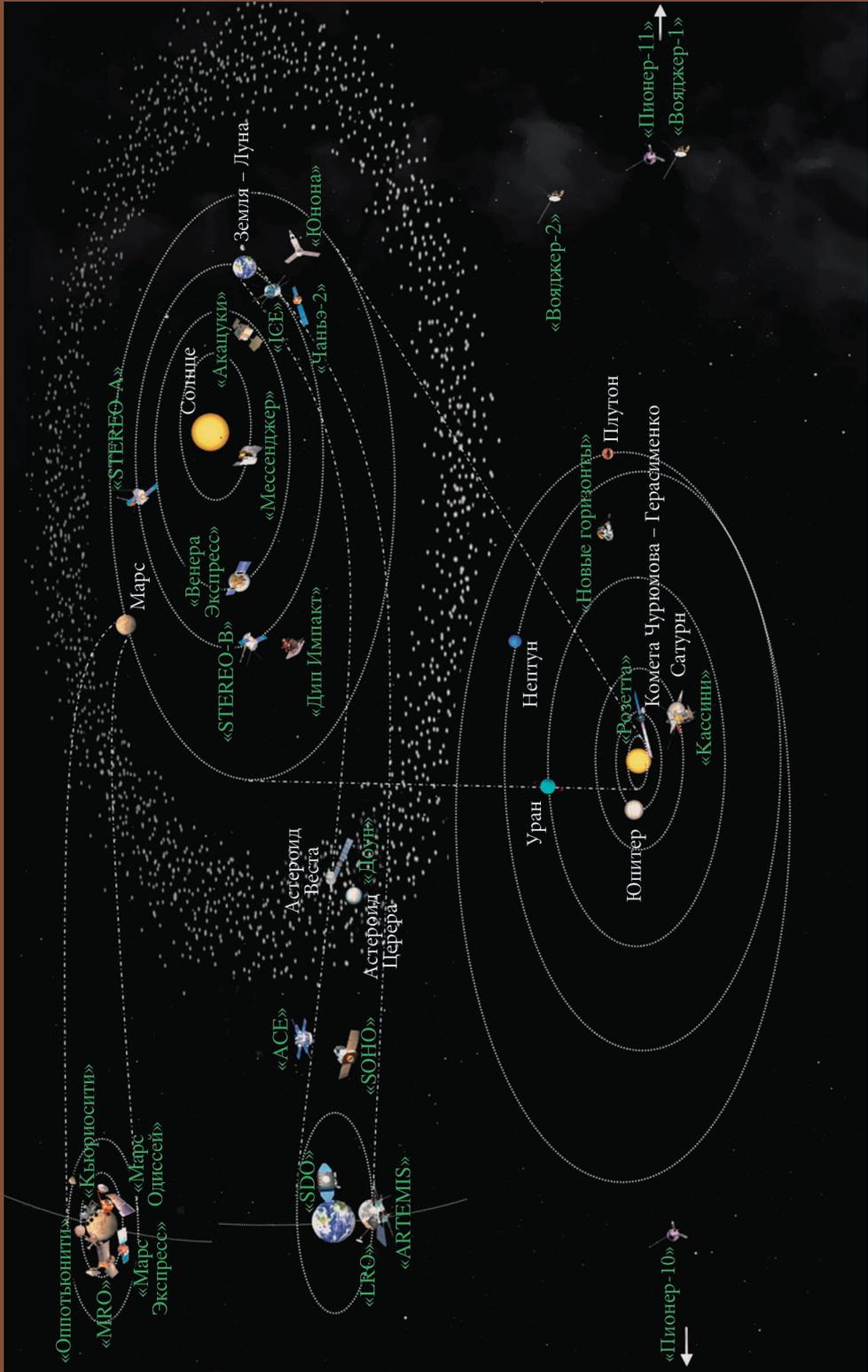
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ

5/2013





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



Земля и Вселенная

5/2013



Новости науки и другая информация: Солнце в апреле – мае 2013 г. [16]; Кольцевое солнечное затмение [19]; Черные дыры средней массы [45]; Свидетели рождения сверхновых [75]; “Нустар”: “заснувшая” черная дыра [89]; Поглощение планеты черной дырой [96]; Первые изображения черной дыры [105]; Таинственные частицы [104]; Кинофильм о Юрии Гагарине [106]; Пятый полет китайских космонавтов [107]; Проект “Марс один” [108].

Новые книги:

Астрономическая энциклопедия (Большая энциклопедия астрономии) [105]

В номере:

- 3 БОГАЧЁВ С.А., КИРИЧЕНКО А.С. Солнечные вспышки
20 ГЕРАСЮТИН С.А. Полеты автоматических межпланетных станций

ЛЮДИ НАУКИ

- 38 САПОЖНИКОВ И.Н. Виктор Иванович Кузнецов (к 100-летию со дня рождения)
46 ВАРТБАРОНОВ Р.А., ЖДАНЬКО И.М., ХОМЕНКО М.Н. Владимир Иванович Яздовский (к 100-летию со дня рождения)

ОБСЕРВАТОРИИ, ИНСТИТУТЫ

- 56 КОРОТЕЕВ А.С., ГАФАРОВ А.А., АКИМОВ В.Н. От РНИИ до Центра Келдыша

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 66 ЛАВРОВА О.Ю., МИТЯГИНА М.И. Юбилейная конференция “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 76 КЛОЧКОВА В.Г., ПАНЧУК В.Е., ЯКШИНА Т.А. Оптические телескопы в истории отечественной астрономии

ПЛАНЕТАРИИ

- 90 КИСЛИЦЫНА М.А., ЖБАННИКОВА Т.В. Кировский планетарий

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 97 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: ноябрь – декабрь 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: Солнечная хромосфера в жестких УФ-лучах (линия KCall, $\lambda = 3933 \text{ \AA}$) в максимуме 24-го цикла. В середине мая 2013 г. произошло несколько мощных вспышек, их черные следы видны на Солнце. Фото А. Фридмана (к статьям С.А. Богачёва, А.С. Кириченко и В.Н. Ишкова).

На стр. 2 обложки: Схема полетов 19 АМС, из них уже не функционируют "ICE", "Пионер-10 и -11". На Марсе работают два американских марсохода, в точке L1 – КА "ACE", на окололунной орбите – два КА "ARTEMIS", в межпланетном пространстве – четыре космические солнечные обсерватории. Рисунок О. Фрон, NASA (к статье С.А. Герасютина).

На стр. 3 обложки: Галактики M106 (NGC 4258), NGC 4248 (справа), NGC 4231/2 (справа ниже), NGC 4217 и NGC 4226 (внизу) в Гончих Псах. Расстояние до M106 (диаметр 80 св. лет) – 23,5 млн св. лет, она входит в состав местной группы Гончих Псов II, содержащей 28 галактик. Снимок сделал в 2013 г. астроном-любитель П.В. Каравацкий с помощью телескопа "Sky-Watcher SKP 250/1000" на монтировке NEQ6-W PRO SynScan, ПЗС-камеры QHY8L, экспозиция – 22 кадра по 10 мин.

На стр. 4 обложки: Туманность Конская Голова (Барнард 33) в Орионе, расположенная в 1600 св. годах. Плотные газопылевые облака подсвечены излучением ионизованного водорода, хорошо видны молодые звезды и яркая отражательная туманность NGC 2023 (внизу). Снимок сделан в апреле 2013 г. широкоугольной камерой высокого разрешения в близком ИК-диапазоне KTX. Фото NASA.

In this issue:

- 3 BOGACHEV S.A., KIRICHENKO A.S. Solar Flares
20 GERASYUTIN S.A. Flights of Automatic Interplanetary Stations

PEOPLE OF SCIENCE

- 38 SAPOZHNIKOV I.N. Victor Ivanovich Kuznetsov (to the 100th Anniversary of Birth)
46 VARTBARONOV R.A., ZHDAN'KO I.M., KHOMENKO M.N. Vladimir Ivanovich Yazdovskiy (to the 100th Anniversary of Birth)

OSBERVATORIES, INSTITUTES

- 56 KOROTEYEV A.S., GAFAROV A.A., AKIMOV V.N. From RNII to Keldysh Center

SYMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 66 LAVROVA O.Yu., MITYAGINA M.I. Jubilee Conference "Modern Problems of Remote Sensing of the Earth from Space"

HISTORY OF SCIENCE

- 76 KLOCHKOVA V.G., PANCHUK V.E., YAKSHINA T.A. Optical Telescopes in the History of Native Astronomy

PLANETARIA

- 90 KISLITSYNA M.A., ZHBANNIKOVA T.V. Kirov Planetarium

AMATEUR ASTRONOMY

- 97 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: November-December 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

Солнечные вспышки

С.А. БОГАЧЁВ,
доктор физико-математических наук
А.С. КИРИЧЕНКО
Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

Солнце – центральное тело нашей планетной системы, источник жизни на Земле. С помощью космических обсерваторий ученые исследуют процессы на Солнце, принципиально недоступные для наблюдения на какой-либо иной звезде. Многие явления на других звездах, такие как вспышки или изменения светимости, связанные с появлением пятен, невозможно было бы понять, если бы не полученные знания о нашей звезде. Наиболее мощным проявлением солнечной активности считаются вспышки (Земля



и Вселенная, 2013, № 3). Хотя их обнаружили почти 150 лет назад, до сих пор многое остается загадочным. Неожиданности приносят

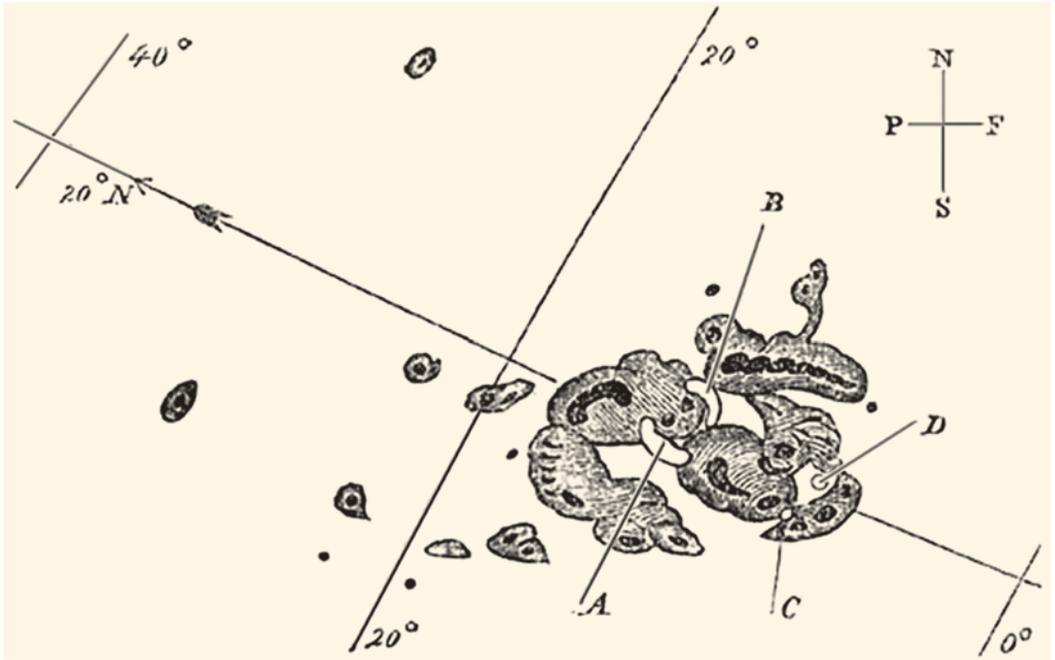
и новые наблюдения последних лет, в которых начинает открываться ранее скрытый от нас мир солнечных микро- и нановспышек.

ПЕРВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВСПЫШЕК

1 сентября 1859 г. знаменитый английский астроном Ричард Кристофер Кэррингтон, наблюдая в телескоп крупную группу пятен, расположенную в цен-

тре солнечного диска, обнаружил необычное явление. На яркой поверхности Солнца неожиданно сформировались светящиеся структуры в форме лент и отдельных ядер. Это продолжалось около 10 мин, после чего все следы события исчезли с

солнечного диска. Ученый сообщил о наблюдении коллегам, которые не придали этому большого значения по той причине, что суммарная яркость обнаруженных структур составляла лишь ничтожные доли процента от полной светимости Солнца.



Возможно, этот факт так и остался бы лишь незначительным эпизодом истории, если бы не события, последовавшие за ним. Уже на следующий день приборы зарегистрировали сильнейшее возмущение магнитного поля Земли. Полярные сияния наблюдались по всему земному шару, вплоть до широт Кубы, Карибских и Гавайских островов. Свечение ночного неба было столь сильным, что превышало яркость полной Луны и позволяло читать газеты. Телеграфные системы вышли из строя по всей Европе и Северной Америке, приводя в замешательство операторов связи, не понимающих причины аварии. Эта геомагнитная буря, как мы сейчас называем данные события, до сих

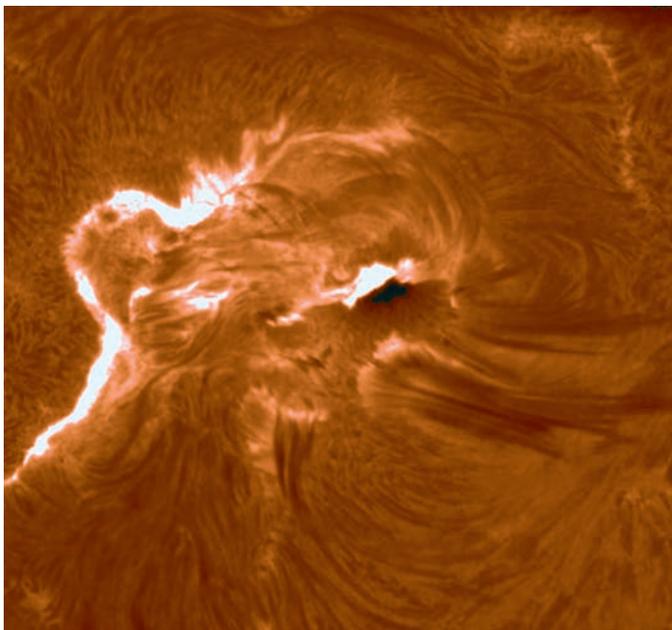
пор относится к крупнейшим. Так в историю человечества и науки вошли солнечные вспышки.

Впереди еще был долгий путь к пониманию того, что же наблюдал Р. Кэррингтон и как столь ничтожное с точки зрения внешних проявлений солнечное событие смогло вызвать катастрофическую реакцию на Земле. Прежде всего, довольно быстро обнаружилось, что солнечные вспышки не такие уж редкие события. Первые же исследования Солнца с применением фильтров показали, что если в видимом оптическом диапазоне, где лежит основное излучение нашего светила, "поймать" вспышку почти невозможно, то в отдельных спектральных линиях Солнце вспыхивает почти непрерывно,

Группа солнечных пятен 1859 г. Зарисовка, сделанная Р. Кэррингтоном. Журнал "American Scientist", том 95, 2007 г.

иногда по несколько раз в день. Особенно удачной для наблюдения оказалась линия водорода H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$), формирующаяся в хромосфере – очень тонком (около 2 тыс. км) слое, расположенном непосредственно над видимой поверхностью Солнца и наблюдаемом во время солнечных затмений как ярко-красный обод вокруг солнечного диска. При этом выяснилось, что почти перед каждой геомагнитной бурей, за два-три дня до нее, на Солнце возникает загадочное увеличение ярко-

Солнечная хромосферная вспышка, по наблюдениям в линии водорода H α . Снимок получен 5 ноября 1998 г. с помощью 1,6-м телескопа солнечной обсерватории "Big Bear" (Калифорния, США).



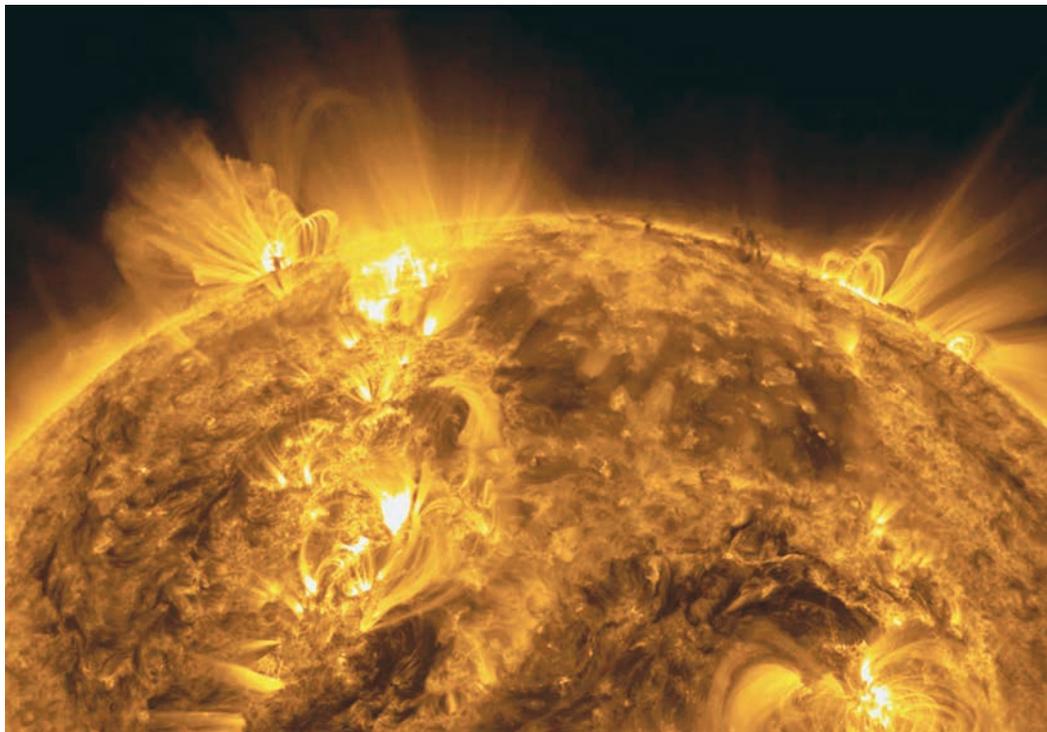
сти – солнечные вспышки (Земля и Вселенная, 2006, № 4; 2007, № 2; 2011, № 1). Тот факт, что вспышки особенно хорошо наблюдаются в хромосфере, тогда как на расположенной ниже видимой поверхности они почти не заметны, привел к мысли, что вспышка – это хромосферное явление. Увеличение яркости поверхности Солнца происходит очень редко, лишь во время крупнейших событий. В учебники и научную литературу в результате надолго вошел термин “хромосферная вспышка”. Потребовались десятилетия лет, чтобы понять, что никакого отношения к хромосфере вспышки не имеют. Их эпицентр и источники энергии находятся в ином месте – в короне Солнца.

КОРОНА СОЛНЦА

Корона – внешняя протяженная часть солнечной атмосферы, наблюдающаяся во время затмений в те минуты, когда Солнце полностью закрывается Луной. Яркость видимой части ко-

роны примерно сравнима с яркостью полной Луны. Корона распространяется на расстояние 15–20 млрд км до внешних границ гелиосферы. При этом оптическое излучение короны прослеживается примерно на 10–20 R $_{\odot}$ (десятки миллионов километров). При столь огромных размерах полная масса короны удивительно мала и заметно уступает даже массе атмосферы Земли. В наиболее плотных областях короны находится около миллиарда частиц в 1 см 3 , что в 10 млрд раз меньше, чем в окружающем нас воздухе! При удалении от поверхности Солнца концентрация частиц быстро падает. На высоте миллион километров она уменьшается в 1000 раз, а на уровне орбиты Земли в каждом кубическом сантиметре

остается только около 10 частиц. Если рассматривать солнечную корону как плазменный слой, то на первый взгляд кажется совершенно невероятным, что в ней могут формироваться солнечные вспышки. Дело в том, что полная тепловая энергия короны меньше, чем энергия некоторых вспышек. То есть если бы корона отдала всю свою энергию, то ее могло бы не хватить на производство вспышки. Парадокс этот, однако, легко разрешается при взгляде на современные космические снимки Солнца. На них хорошо видно, что корона пронизана линиями магнитного поля, часть которых замыкается в петли, а часть уходит в межпланетное пространство. Если посчитать, сколько в единичном объеме коронального ве-



щества содержится разных видов энергии (тепловой, гравитационной и кинетической), то окажется, что энергия магнитного поля превышает все остальные в десятки и сотни раз. Магнитное поле Солнца, как и звезд солнечного типа, – резервуар, из которого черпают энергию все процессы и явления солнечной активности.

ВСПЫШКА – ВЗРЫВ НА СОЛНЦЕ

Вспышка на Солнце – это взрыв, но не вполне обычный. “Взрываются” здесь электрические поля и токи, то есть вспышка имеет исключительно электрическую природу. Самый близкий аналог солнеч-

ной вспышки – взрыв бытовой электрической лампочки. Заменяем провода на гигантские замкнутые токи, текущие в солнечных магнитных конфигурациях, лампочку – на особую точку, где сходятся несколько магнитных потоков, а переключатель – на запускающий процесс саморазрушения данной конфигурации. Перед нами – солнечная вспышка.

Механизм солнечных вспышек, если предельно упростить его, выглядит следующим образом. В силу уравнений Максвелла при изменении магнитного поля в плазме должно формироваться электрическое поле, вдоль которого начинают двигаться

Солнечная корона в спектральной линии железа Fe IX ($\lambda = 171 \text{ \AA}$). Снимок получен космической “Солнечной динамической обсерваторией”. Фото NASA.

заряженные частицы – возникает электрический ток. Разреженная плазма в солнечной короне не способна оказывать сколько-нибудь серьезное сопротивление движению токов. Такое явление называется бесконечной проводимостью. В результате токи в короне могут вырастать до 10–100 В/см, а связанная с ними энергия – достигать 10^{30} – 10^{33} эрг. Эта энергия заключена в кинетической энергии движущихся частиц и, что



Солнечная вспышка в упрощенном представлении. Стрелками показаны потоки магнитного поля Солнца, пунктиром – нейтральная линия поля, разделяющая потоки противоположной полярности. Солнечная вспышка возникает в области пересечения магнитных потоков. Рисунок NASA.

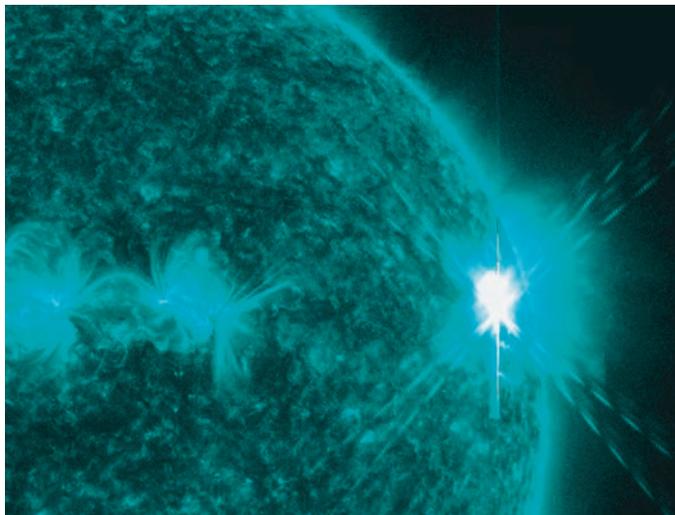
особенно важно, в энергии магнитного поля, создаваемой током. Представим себе, что какая-то сила способна за короткое время, доли секунды, прервать течение этого тока. Иными словами, вообразим исполинские ножницы, которые перерезают “провод”

с током. Получится тот самый триггер вспышки, поиск которого – одна из главных проблем физики Солнца. Очевидно, что при этом ток обратится в ноль и, соответственно, нулю станут равны кинетическая энергия частиц тока и энергия его магнитного поля. Конечно, энергия бесследно не исчезает, а лишь преобразуется в иные виды. Именно это и происходит на Солнце. Магнитная конфигурация за доли секунды избавляется от накопившихся в ней токов, возвращаясь в потенциальное состояние с минимальной энергией, а энергия токов переходит во вспышечные проявления: ускорение частиц,

увеличение температуры короны в области вспышки до 10^6 – 10^8 К, выбросы целых областей солнечной атмосферы в межпланетное пространство.

ВСПЫШЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ

Солнечные вспышки, вероятно, в любом случае привлекали бы внимание ученых из-за масштаба высвобождающейся в них энергии, однако вряд ли стали бы столь важной частью нашей повседневной жизни, если бы не их влияние на Землю. Именно вспышки на Солнце, дающие в сумме ничтожные доли процента в общую энергетику Солнца, тем не менее оказываются



Солнечная вспышка высшего балла X в спектральной линии железа Fe XXII ($\lambda = 131 \text{ \AA}$). Расходящиеся радиальные лучи – оптический эффект, возникающий из-за дифракции излучения на фильтре телескопа. Снимок получен 9 августа 2011 г. космической “Солнечной динамической обсерваторией”. Фото NASA.

главным фактором космической погоды (Земля и Вселенная, 2000, № 3).

Действительно ли вспышки производят так мало энергии в относительном исчислении? В международной классификации солнечные вспышки обозначаются рентгеновской классификацией – А, В, С, М и Х, каждый последующий класс вспышек обладает примерно в 10 раз большим энерговыделением. Полная энергия таких событий – около 10^{33} эрг, она высвобождается за 100–1000 с, то есть со средним темпом 10^{30} – 10^{31} эрг в секунду. Сравнивая ее с полной энергией, излучаемой Солнцем за секунду ($3,8 \times 10^{33}$ эрг), легко убедиться, что даже крупнейшие вспышки увеличивают солнечную светимость не более чем на доли процента. Поэтому солнечную вспышку невозможно заметить невооруженным глазом или в оптические телескопы.

Исключением могут быть крупные события – “белые вспышки”, к которым относится и уникальная вспышка Кэррингтона.

Если так, то тем более непонятно, как столь незначительные явления катастрофически влияют на Землю вплоть до полного подавления высокочастотной радиосвязи, выхода из строя спутников и участков электрических сетей. Именно такие воздействия теоретически способны оказывать крупные солнечные события. Причина в том, что до сих пор ничего не говорилось о структуре вспышечного энерговыделения. Если же посмотреть на солнечную вспышку под этим углом, многое проясняется. Основное энерговыделение вспышек лежит не в оптическом диапазоне, а в области высоких энергий. Так, в УФ-диапазоне ($\lambda = 1000 \text{ \AA}$) потоки солнечного излучения во время вспышек увеличиваются на 1–10%.

В более энергичной вакуумной УФ-области ($\lambda = 100 \text{ \AA}$) излучение может возрастать уже в несколько раз, а в области мягкого рентгеновского излучения ($\lambda = 10 \text{ \AA}$) потоки во время крупных вспышек увеличиваются на несколько порядков. Что касается жесткого рентгеновского и гамма-излучения, то спокойное Солнце вообще не формирует излучений этих энергий, и они образуются исключительно во время вспышек. К этому следует добавить потоки ускоренных частиц, по большей части тяжелых – протонов и ионов, а также облака плазмы – корональные выбросы массы, распространяющиеся из области вспышки в межпланетное пространство и влияющие на радиационную обстановку в окрестностях Земли.

ВЛИЯНИЕ ВСПЫШЕК НА ЗЕМЛЮ

Жесткое УФ- и рентгеновское излучение вспышек – основной фактор, ответственный за формирование ионосферы



Полярное сияние – одно из красивейших земных проявлений солнечных вспышек. Зеленое свечение создается атомарным кислородом на длине волны 557,7 нм, возбужденным вследствие бомбардирования верхних слоев атмосферы Земли потоками заряженных частиц. Фото NASA.

Земли, способный также существенно менять свойства верхней атмосферы Земли, ее размеры и плотность. Известна зависимость продолжительности функционирования спутников на низкой орбите от фазы солнечного цикла. В периоды активного Солнца плотность верхней атмосферы Земли существенно повышается, что ведет к быстрой дегра-

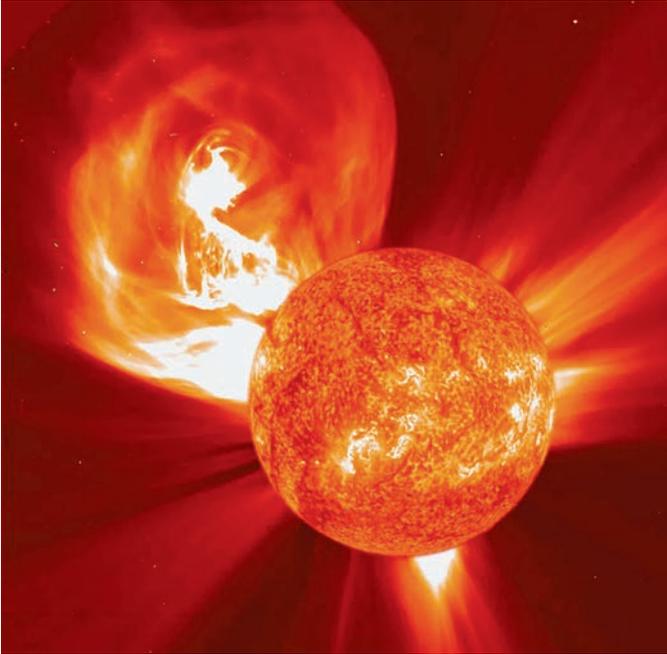
дации орбиты спутников. Во время особенно крупных вспышек ИСЗ снижается со скоростью до километра в сутки, поэтому все время приходится поддерживать высоту орбиты МКС.

Потоки заряженных частиц от Солнца насыщают радиационные пояса Земли. На высоких широтах возникают удивительные по красоте панорамные полярные сияния, но заметно ухудшается радиационная обстановка на околоземной орбите. Сейчас изменение фона частиц на околоземной орбите имеет огромное значение, аспект воздействия Солнца на Землю рассматривается как ключевой.

Наиболее медленная компонента солнечной активности (нетрудно по-

считать, что на преодоление расстояния от Солнца до Земли ей требуется 1–4 сут), влияющая на нашу планету, – плазменные облака, выбрасываемые во время вспышек в межпланетное пространство со скоростью от 500 до нескольких тысяч километров в секунду. В плазменных облаках сосредоточено до 50–90% энергии солнечных вспышек (Земля и Вселенная, 2002, № 6; 2005, № 2).

Вернемся к вспышке Кэррингтона. Проходят сутки, наступает 2 сентября 1859 г., Солнце давно успокоилось, потоки излучения вернулись к прежнему уровню, восстановилась магнитная конфигурация, и вдруг на Земле начинается сильнейший геомагнитный шторм. Что произошло?



Один из крупных корональных выбросов массы из атмосферы Солнца. Снимок получен приборами LASCO и EIT космической солнечной обсерватории "SOHO". Фото ESA.

К Земле добрались облака плазмы. Основное воздействие плазменных солнечных облаков – корональных выбросов массы – носит ударный характер. Выброс доходит до магнитосферы Земли и наносит по ней лобовой или касательный удар. Проникнуть к поверхности Земли плазма не может – препятствует магнитный щит Земли (радиационные пояса). Но выброс выводит магнитосферу из состояния равновесия и заставляет ее колебаться, начинается магнитная буря.

Магнитная буря – это возмущения магнитного поля Земли, вызываемые приходом к нашей планете крупных масс вещества, выброшенных солнечной вспышкой. Она происходит на 1–4-е сут после вспышки, для

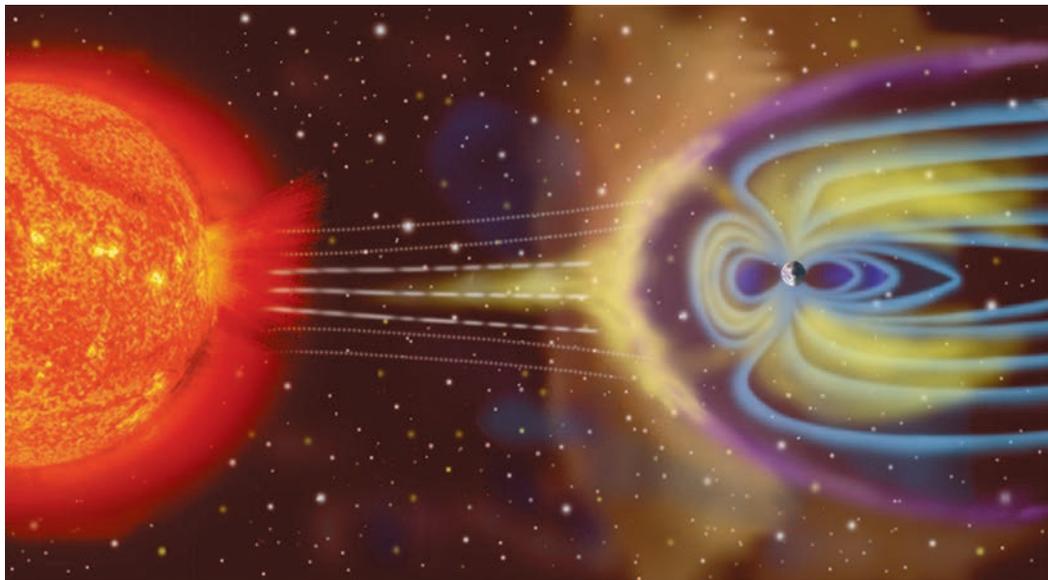
большинства событий на третьи сутки. Буря – минимальная из бед, которыми Земля платит за соседство с Солнцем. Гораздо более серьезные последствия бывают на Венере и Марсе, не обладающих собственным магнитным полем. Еще более сильное воздействие оказывают удары корональных выбросов массы на Луну, у которой нет магнитного поля и атмосферы.

Колебания магнитного поля около поверхности Земли во время бурь относительно невелики: их амплитуды лежат в диапазоне 10–1000 нТл, что даже для крупнейших событий не превышает 1% от напряженности фонового поля. Такие величины могли бы не приниматься во внимание, если бы не их

масштаб, носящий планетарный характер. Магнитные бури каким-то образом влияют на технику и биологические объекты – это предмет исследований. Для понимания всей сложности вопроса достаточно сказать, что человек, вообще говоря, не ощущает постоянное магнитное поле, в котором живет. Переменное же магнитное поле такое воздействие оказывает за счет того, что наводит дополнительные токи в замкнутых проводящих контурах. Применительно к технике это сети электропередачи и трубопроводы. Современные системы защиты этих систем, впрочем, намного превышают по своим возможностям те, которые были во времена Кэррингтона, и массовый выход из строя наземных систем связи маловероятен. В организме человека теоретически можно выделить как минимум два замкнутых контура – система кровообращения и нервная система (Земля и Вселенная, 2009, № 3).

ПРОГНОЗ ВСПЫШЕК

Наиболее ярко физика вспышек проявляется в их прогнозировании, где



Воздействие корональных выбросов массы из атмосферы Солнца на магнитосферу Земли. Рисунок NASA.

фундаментальная наука фактически обслуживает прикладные отрасли знаний. Проблема прогноза вспышек не только возникает в связи с предсказанием природных явлений, но и имеет более глубокие основания. В настоящее время обсуждаются вопросы организации пилотируемых полетов на астероиды, Луну и Марс. Во время межпланетных экспедиций экипаж корабля оказывается за пределами защитного поля Земли. Вопрос защиты экипажа от солнечной радиации приобретает чрезвычайное значение. Необходимо также своевременно информировать экипаж о предстоящих измене-

ниях радиационной обстановки. В перспективе актуальным становится решение проблемы краткосрочного прогноза солнечной активности.

Какова текущая ситуация в области прогноза солнечных вспышек? Прочитав материал, выпущенный Лабораторией рентгеновской астрономии Солнца ФИАН накануне ожидавшейся 22 сентября 2012 г. мощной солнечной вспышки: «Наиболее интересным является вопрос, насколько точно можно прогнозировать силу солнечной вспышки и можно ли это сделать с точностью до дня. Если обратиться к профессиональным ресурсам, которые дают прогноз событий на Солнце, например к ресурсам NASA, то нетрудно заметить, что прогноз этот дается на очень короткий срок, от 1 до 3 дней, и всегда в про-

центах. В спокойные дни на Солнце вероятность сильной вспышки обычно указывается в диапазоне 1–5%, а в активные периоды этот порог возрастает до 30–40%. В целом, такая цифра может вызвать улыбку, так как интуитивно кажется, что вероятность прогноза никак не может быть ниже 50% (вспышка либо будет, либо нет). Тем не менее в действительности прогноз с вероятностью 30% – это очень высокий показатель. Причина в том, что крупные вспышки – это очень редкие события. В частности, в 2012 г. за прошедшие с начала года 265 дней на Солнце произошло только 6 вспышек высшего балла X. Таким образом, если каждый день наугад говорить, случится вспышка или нет, то вероятность случайно угадать крупное событие составляет всего 1%. Если

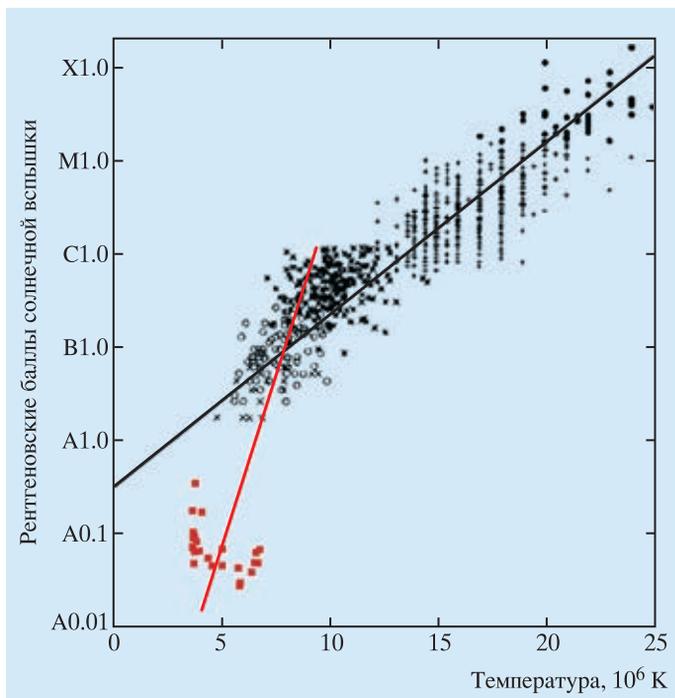


График зависимости температуры вспышечной плазмы от рентгеновского класса вспышки. Черные фигуры – старые данные, предсказывающие невозможность нагрева плазмы во вспышках уровня А и ниже. Квадраты красного цвета – новые данные, полученные в эксперименте на российской космической обсерватории “Корона-Фотон” (прибор ТЕСИС).

же ученые прогнозируют большую вспышку с вероятностью 30%, это значит, что, по современным представлениям, в трех случаях из 10 в схожей ситуации на Солнце в течение суток происходит крупное событие, а в оставшихся семи случаях оно не случается. Тем не менее, хотя научный подход и позволяет существенно увеличить точность по сравнению со случайным киданием монетки (до 30–40% против 1%), все же ошибка достаточно велика. Все это говорит о том, насколько мало мы еще знаем о Солнце”.

Почему современный прогноз настолько короткий, и можно ли спрогнозировать вспышечную активность за месяц или за год? К сожалению, дол-

госрочный прогноз вспышек невозможен, и вот почему. Такие взрывные события не возникают на пустом месте, они черпают свою энергию из магнитного поля Солнца. На основе анализа магнитных полей дается современный прогноз. Ученые оценивают общую силу магнитного поля Солнца и запасенную в нем энергию, условия для вспышки в ближайшие дни. Магнитная структура Солнца очень неустойчива, из его глубин постоянно всплывают новые магнитные “потоки”, энергия которых затем “сжигается” во вспышках. Старые же магнитные области, отдавшие свою энергию, либо разрушаются, либо погружаются обратно в глубину. В результате даже за два-три дня си-

туация на Солнце может измениться очень сильно, а за периоды в несколько недель и месяцев преобразуется до неузнаваемости. Именно потому специалисты не рискуют оценивать вероятность солнечной вспышки даже за неделю до нее: невозможно заранее знать, как распределяются магнитные поля на Солнце.

СОЛНЕЧНЫЙ МИКРОМИР

Существуют ли какие-то особенности современной физики вспышек, отличающие ее от состояния 20–30-летней давности? Речь о приоритетах сегодняшней науки по сравнению с состоянием 1980–1990-х гг. Как это ни парадоксально звучит, особенности состоят в том, что ученых перестали интересовать крупные события.

Попробуем разобраться. Примем энерговыделение во вспышках класса X за условную единицу и посмотрим, сколько вспышек такого

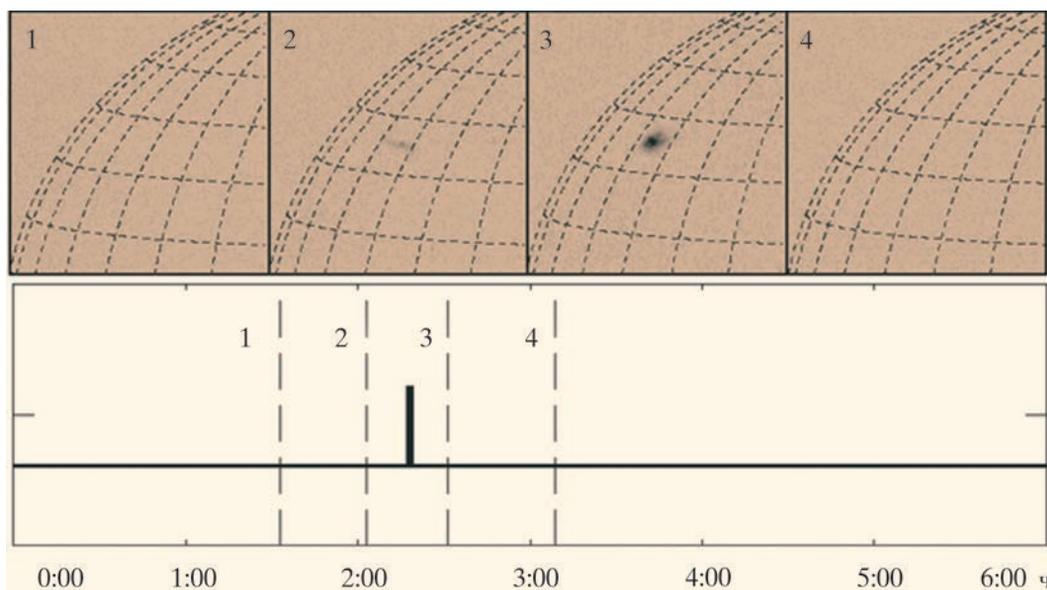
уровня произошло, например, в 2012 г. Их было семь, а суммарное энерговыделение в них в принятых единицах также равно семи. В каждой из вспышек класса М высвобождается 0,1 энергии вспышки X класса. Таких вспышек в 2012 г. было 130, а их суммарное энерговыделение в тех же условных единицах равнялось 13. Следующий класс С производит энерговыделение 0,01 единицы на событие, состоялось 1600 вспышек, их полная энергия – 16 единиц. Таким образом, в 2012 г. во вспышках уровня С, М и X было высвобождено 36 единиц энергии, из которых только семь, то есть 20%, пришлось на вспышки высшего класса, 35% – среднего М, остальные 45% – на самые слабые из рассмотренных вспышки класса С.

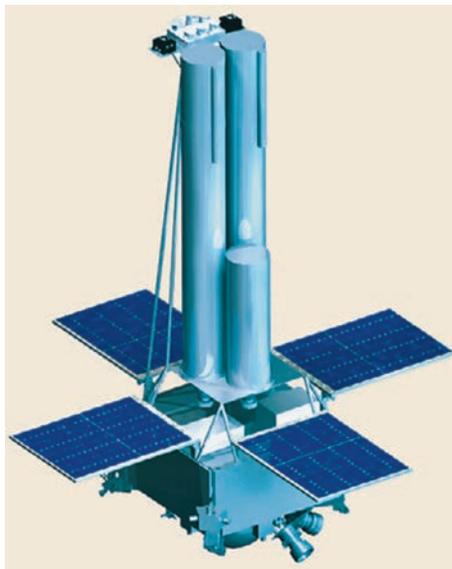
Возникает вопрос: а что будет, если мы пойдем в область еще более низких энергий? Сохранится ли эта тенденция? Ответить на этот вопрос не просто, так как вспышки уровня ниже С трудно наблюдать, поэтому возникают пробелы в статистике. Общепринятым считается следующий тезис: основная вспышечная энергия Солнца заключена не в крупных вспышках, а в событиях предельно низких классов – микровспышках и нановспышках, происходящих вблизи порога чувствительности современных научных инструментов. Под микровспышками понимаются события с полной энергией 10^{27} – 10^{30} эрг, то есть от одной миллионной до одной тысячной части энергии большой вспышки. Нановспышки на три порядка более слабые и

лежат в области энергий 10^{24} – 10^{27} эрг.

Причины, по которым возник интерес к слабым событиям, связан с тем, что содержащаяся в них “скрытая” энергия может стать ключом к объяснению ряда фундаментальных загадок Солнца и солнечной активности. Решить их не удастся уже около полувека. Прежде всего, это проблема существования у Солнца (и звезд солнечного типа) горячей

Солнечная микровспышка класса A0.38, зарегистрированная российской космической обсерваторией “Коронас-Фотон” (прибор ТЕСИС). Внизу – отсчет времени одновременных наблюдений потока рентгеновского излучения Солнца, выполненного метеоспутником “GOES-14” (NASA). Рисунки.





короны с температурой 10^6 К, существенно превышающей температуру поверхности – 5800 К. Корона остыла бы за время меньше часа! Механизм, способный обеспечить такой нагрев с требуемой эффективностью, по-прежнему остается загадкой, так же как резервуар, откуда он черпает энергию для нагрева. В наши дни все больше людей полагают, что это микро- и нановспышки.

Второй вопрос, который может быть связан с активностью Солнца на микроуровне, – это формирование и ускорение солнечного ветра. Солнечный ветер – непрерывно истекающий от Солнца поток плазмы, достигающий скорости около 400 км/с в районе Земли. В 1958 г. его теоретически предсказал американский астроном Юджин Паркер,

исходя из данных о поведении хвостов комет при их пролете вблизи Солнца. Солнечный ветер хорошо описывается гидродинамическими моделями за исключением его ускорения, особенно вблизи Солнца, превышающего теоретическое значение. Что-то передает ветру дополнительную энергию и увеличивает его скорость. Еще более важным считается иной аспект. Солнечный ветер, непрерывно выводя вещество из короны Солнца, должен приводить к ее быстрому истощению. Тем не менее этого не происходит: вещество короны восполняется каким-то механизмом, работающим на очень малых масштабах.

СОЛНЕЧНЫЙ МИКРОМИР

Исследование микровспышек хорошо иллюстрирует общие тенденции

Российские космические обсерватории “Арка” (запуск в 2015 г.) и “Интергелиозонд” (2018). Рисунки ИЗМИРАН.

в современной астрофизике. Почти все новые результаты в наше время получают на грани чувствительности научной аппаратуры. В качестве примера можно представить данные российской космической солнечной обсерватории “Коронас-Фотон” (Земля и Вселенная, 2009, № 3), впервые в мире получившей изображения солнечных микровспышек рентгеновского класса ниже А. С этой целью потребовалось провести их обработку, в ее ходе последовательно удалены все артефакты, вплоть до треков заряженных частиц. Только после этого

сигнал от микровспышки составил около 0,1% от суммарного сигнала на фотографии, зарегистрированный на статистически достоверном уровне. По сведениям, полученным космической обсерваторией “Коронас-Фотон”, поставлен вопрос о возможности формирования в микровспышках плазмы высоких температур. Действительно, если микроактивность Солнца связана с нагревом короны, то мало показать, что суммарная энергия микро- и нановспышек достаточна для нагрева. Требуется еще доказать, что эта энергия действительно высвобождается в виде горячей плазмы. Из наблюдения больших вспышек следовало, что температура плазмы в них прямо зависит от силы вспышки: чем она выше, тем сильнее греется плазма. Весьма простой факт, но он приводил к выводу, что микровспышки не способны в принципе греть плазму. Этот вопрос удалось решить экспериментально на обсерватории “Коронас-Фотон”. Впервые в мире было достоверно

установлено существование в микровспышках плазмы с температурой не менее 5×10^6 К, в пять раз превышающей температуру спокойной короны!

БИТВА ЗА КОСМОС

Сейчас в физике Солнца играют роль микрособытия, приводящие к настоящей гонке за максимально высокое пространственное разрешение наблюдений. Так, в начале 2000-х гг. хорошим показателем для космических солнечных обсерваторий считалось угловое разрешение 2", то есть около 1500 км. Таким разрешением, в частности, обладают телескопы европейской космической солнечной обсерватории “SOHO” (Земля и Вселенная, 1997, № 2, с. 41–42; 2003, № 3). К 2010 г. новые стандарты заданы космической “Солнечной динамической обсерваторией” (“SDO”, NASA; Земля и Вселенная, 2010, № 6), получающей снимки короны с точностью 0,6", что соответствует деталям на Солнце раз-

мером 450 км. В настоящее время этот порог могут перекрыть сразу три космические солнечные обсерватории. В 2015 г. планируется запустить российскую космическую солнечную обсерваторию “Арка”, оснащенную телескопами с угловым разрешением 0,1" (детали размером 70 км). На 2017 г. намечен старт “Солар Орбитер” (“Solar Orbiter”, ESA), благодаря подлету к Солнцу на расстояние около 42 млн км она сможет передать снимки с разрешением около 100 км. В 2018 г. предполагается вывести на орбиту “Интергелиозонд” (Россия); приблизившись к Солнцу, обсерватория будет его фотографировать с разрешением 200 км.

Можно пожелать успеха этим миссиям, а также высказать надежду, что с их запуском мир солнечной микроактивности перестанет быть таким загадочным. Возможно, исследуя физику микровспышек, мы лучше поймем процессы, управляющие крупномасштабной активностью Солнца.

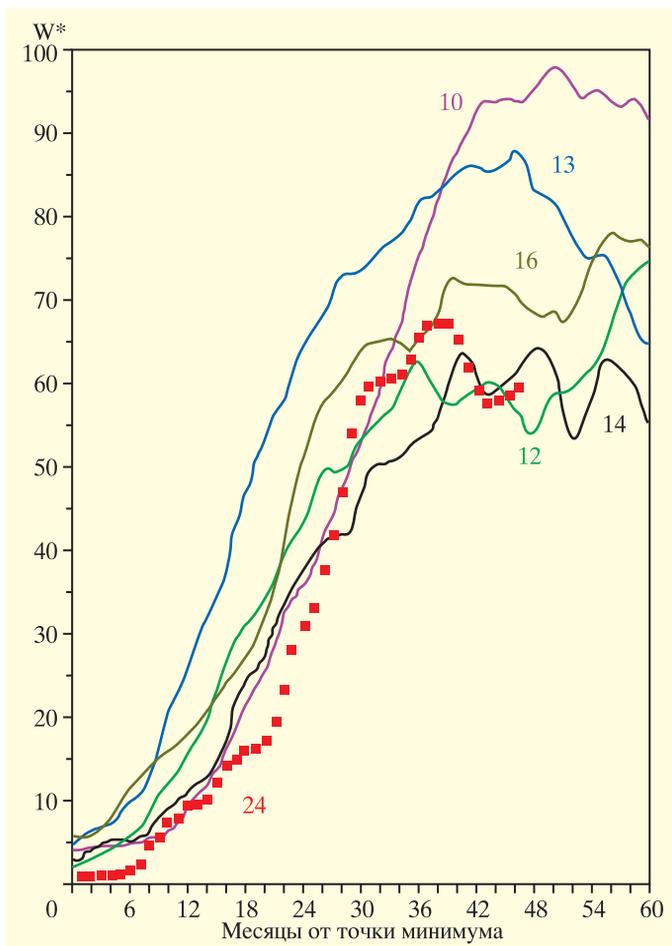
Солнце в апреле – мае 2013 г.

Солнечная активность в последние месяцы весны 2013 г., оставаясь в основном на среднем уровне, постепенно увеличивалась. Число групп пятен на видимом диске Солнца менялось от 5 до 10. В подавляющем большинстве они были небольшими и спокойными, и лишь две группы достигли среднего размера ($300 \leq Sp < 500$ м.д.п.) и три – большого ($Sp \geq 500$ м.д.п.). Всего же из 46 групп солнечных пятен 26 появились в Южном полушарии. Медленный рост сглаженных за год значений относительного числа пятен Солнца после июля 2012 г. продолжается. Если этот пик будет больше предыдущего (февраль 2012 г.), он станет формаль-

ным максимумом текущего цикла. Среднемесячные значения чисел Вольфа $W_{\text{апр.}} = 72,4$ и $W_{\text{май}} = 78,7$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в апреле и мае 2012 г. составило $W^* = 58,6$ и $59,7$ соответственно. Напомним, что пиковое значение текущего цикла отмечено в феврале 2012 г. – $W^* = 66,9$, а самый низкий из достоверных, 14-й, $W^* = 64,2$.

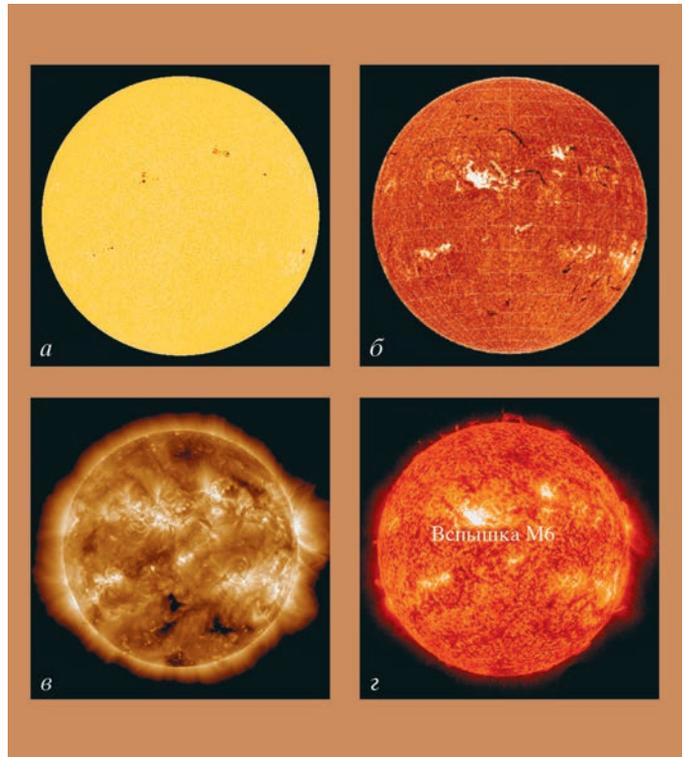
В **апреле** относительное число солнечных пятен оставалось на среднем уровне, в отдельные дни повышаясь до высокого (8, 9

и 30 апреля). Минимальное значение ежедневного относительного числа пятен отмечено 22 апреля ($W = 55$), максимальное – **30 апреля ($W = 97$)**. В Северном полушарии появилось 12 групп пятен, в Южном – 11. Вспышечная активность отмечена на высоком уровне 11 апреля, когда осуществилась большая солнечная вспышка в группе пятен центральной зоны Северного полушария. В околоземном пространстве от этой вспышки зарегистрировано солнечное протонное событие умеренной интенсивности. Солнеч-

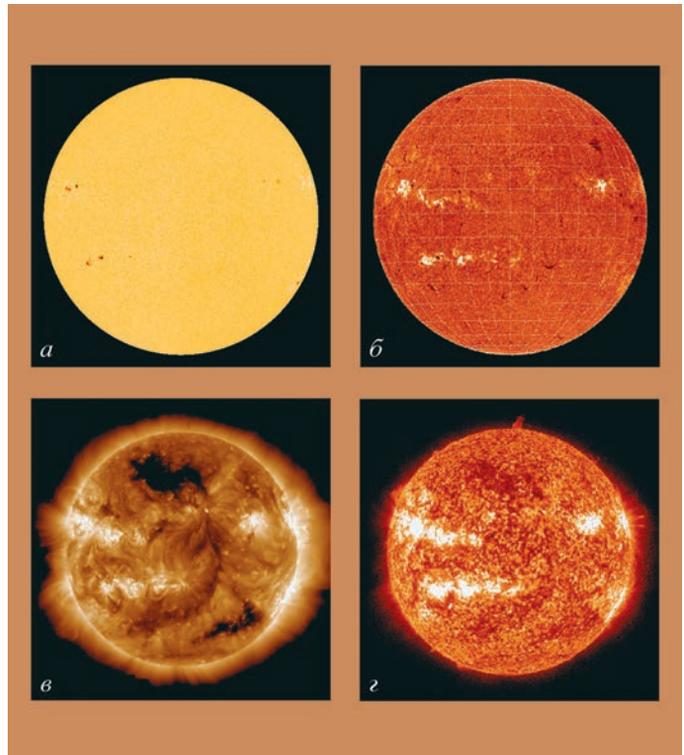


Ход развития (46 месяцев) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов, W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

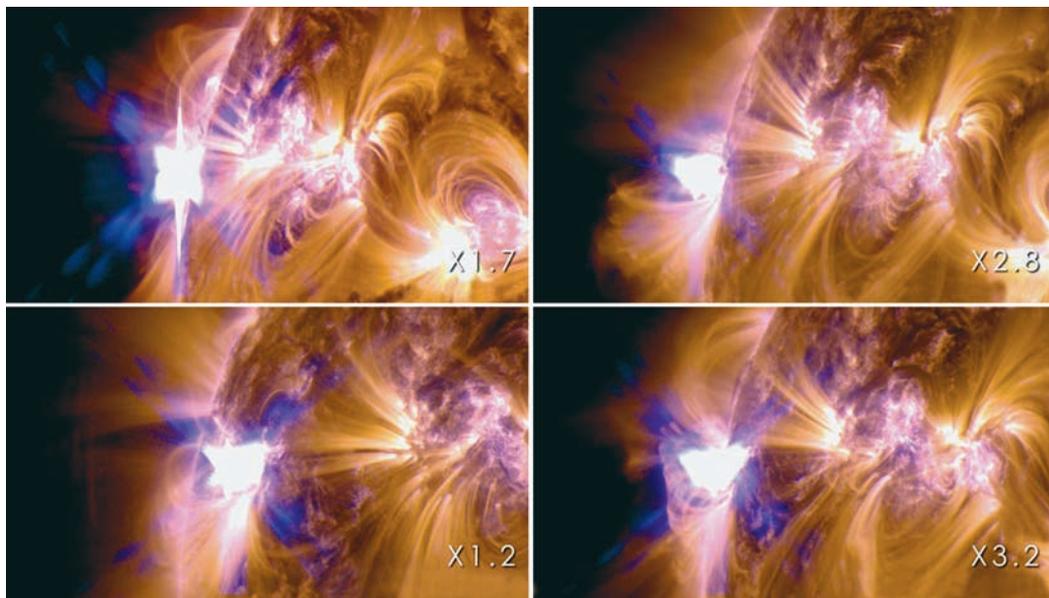
Солнце 11 апреля 2013 г.:
 а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$);
 б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолета $Fe\ XII$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$); г) в линии крайнего ультрафиолета $He\ II$ ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Снимки сделаны космической "Солнечной динамической обсерваторией", NASA (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).



ные вспышки среднего балла отмечены 5, 12, и 22 апреля. В остальные дни вспывшечная активность была на низком уровне. Выбросы солнечных волокон произошли 1, 4, 6, 7 (2), 8, 9 (3), 11, 13, 15, 18, 19 (2), 20 (3), 21, 25, 26 и 29 апреля. Коронграфы космической обсерватории "SOHO" зарегистрировали 196 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых один был типа "гало", четыре – типа "частичное гало III" (угол раствора 180° – 270°) и 15 – типа "частичное гало II" (угол раствора 90° – 180°). Три рекуррентные и шесть корональных



Солнце 13 мая 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) в линии крайнего ультрафиолета $Fe\ XII$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$, SDO); г) в линии крайнего ультрафиолета $He\ II$ ($\lambda = 304 \text{ \AA}$). Снимки сделаны космической "Солнечной динамической обсерваторией", NASA.



дыр проходили по видимому диску Солнца. Это не отражалось на геомагнитном поле, остававшемся спокойным, лишь два дня были с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах 12 сут (1–8 и 28–30 апреля) наблюдался очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ. Они совпадали с рекуррентным (повторяющимся) проходом Земли через высокоскоростной поток одной из рекуррентных корональных дыр Южного полушария Солнца.

В мае уровень пятнообразовательной активности устойчиво находился на среднем уровне, иногда повышаясь до высокого. 16–17 мая отмечены одни из самых высоких значений относительных чисел пятен в текущем цикле солнечной активности. На видимом диске Солнца наблюдалось от 5 до 11 групп солнечных

пятен, среди них 3 были большими. В Южном полушарии появилось 12 групп солнечных пятен и 11 – в Северном. Максимальное за сутки наблюдаемое число солнечных пятен отмечено **16 мая (W = 127)**, минимальное – 26 мая (W = 55). Во вспыхежном отношении май оказался одним из самых активных месяцев 24-го цикла: высокий уровень вспышечной активности отмечен 3, 13, 15 и 22 мая, средний – 2, 5, 10, 12, 16, 17 и 20 мая. 13 мая в Северном полушарии в небольшой группе пятен (270 м.д.п.) со сложной конфигурацией магнитного поля произошли три большие вспышки рентгеновского балла X1.7, X2.8/1N и X3.2/2B, 15 мая еще одна – X1.2/2N. Уже 16 мая эта активная группа пятен, вызвавшая вспышку среднего балла, стала довольно быстро разваливаться и за западный лимб ушла одиночным не-

Четыре большие вспышки 13 и 15 мая 2013 г. в максимальной фазе развития, произошедшие вблизи восточного лимба Солнца. Север вверху, восток слева. Снимки сделаны в линиях крайнего УФ-излучения космической “Солнечной динамической обсерваторией”, NASA (<http://www.solarmonitor.org/index.php>).

большим пятном. Большая протонная вспышка балла 3N/M5.0 произошла в активной области вблизи западного лимба Солнца. Она сопровождалась динамическими явлениями в радиодиапазоне и корональным выбросом вещества типа “гало”. В околосолнечном космическом пространстве отмечены большое протонное событие 22–25 мая и малая магнитная буря. Она началась с прихода межпланетной ударной волны и продолжалась 25–26 мая. Выбросы

солнечных волокон случились 3, 8, 10 (2), 11 (3), 15, 20, 23 и 24 мая. Волокно 20 мая спровоцировало извержение коронального вещества типа “частичное гало III”, что вызвало в околоземном космическом пространстве 24–25 мая малую магнитную бурю. Четыре рекуррентные и три корональные дыры значимых геомагнитных возмущений не вызвали, однако усилили возмущения от выбросов солнечных волокон и, вероятно, способствовали возникновению малых маг-

нитных бурь 1–2, 24–25 и 25–26 мая. Всего в мае зарегистрировано 7 сут с возмущенной геомагнитной обстановкой. Корonoграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 219 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди которых по три – типа “гало” и “частичное гало III”, 10 – типа “частичное гало II”. На геостационарных орбитах 3–4, 24–29 мая зафиксирован очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ.

Все они – следствие прохождения Земли через высокоскоростные потоки рекуррентных корональных дыр.

Текущее состояние солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/services/saf/>). Страница обновляется каждый понедельник. Каждый первый понедельник месяца дается обзор развития текущего цикла солнечной активности.

*В.Н. Ишков
ИЗМИРАН*

Информация

Кольцевое солнечное затмение

9–10 мая 2013 г. над южной частью Тихого океана произошло кольцевое солнечное затмение. Луна закрыла Солнце почти на 95% его диска. Затмение могли наблюдать жители островов Кирибати, крайних западных и северных районов Австралии. В крупнейших городах Австралии – Аделаиде, Мельбурне и Сиднее – можно было наблюдать, как Луна закрыла треть Солнца. Частные фазы наблюдались также в Новой

Зеландии и Индонезии. Тень прошла 13 300 км и накрыла 0,5% поверхности Земли. Кольцевые затмения случаются в пять раз реже полных. В среднем за 100 лет совершается 237 солнечных затмений, из них на кольцевые приходится только 14, остальные – частные (160) и полные (63). Следующее такое астрономическое явление ожидается в 2035 г.

Путь кольцевой тени начался 9 мая в 22 ч 33 мин (здесь и далее время по Гринвичу) в Западной Австралии. Двигаясь со скоростью 0,98 км/с на северо-восток, тень быстро прошла через северные районы Австралии, где затмение длилось 3 мин 04 с. Затем тень пересекла залив Карпентария, достигла полуострова Кейп-Йорк и в 22 ч 58 мин

покинула Австралию в национальном парке Лейк-филд. В 23 ч 00 мин она коснулась восточной части Папуа – Новой Гвинеи. Далее тень переместилась на Соломоновы острова, длительность кольцевой фазы там составила 5 мин 16 с при высоте Солнца 49° над горизонтом. 10 мая атолл Тарава, относящийся к островам Гилберта (Республика Кирибати), в течение 6 мин находился в тени. Здесь максимум затмения был в 0 ч 26 мин 20 с, его фаза достигла 0,9544, ширина полосы – 174 км при высоте Солнца 74° над горизонтом. Тень пробежала над океаном и в 2 ч 20 мин покинула Землю.

По материалам ИТАР-ТАСС,
11 мая 2013 г.

Полеты автоматических межпланетных станций*

В 2012–2013 гг. 18 автоматических межпланетных станций США, ESA, Японии и Китая исследовали Луну, Меркурий, Венеру, Марс, систему Сатурна и малые тела Солнечной системы (см. стр. 2 обложки). В обзор вошли важные открытия, сделанные в ходе полетов АМС, и новые сведения о природе небесных тел.

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

окончательно покинули Солнечную систему. 28 июля 2012 г. “Вояджер-1” вошел в новую область пространства. В ней силовые линии магнитного поля солнечного ветра претерпевают пересоединение с полем межзвездной среды, позволяя частицам солнечного ветра улетать в межзвездное пространство, а звездному ветру – входить внутрь Солнечной системы. Формирование ударной волны и переходного слоя на границе магнитосферы аналогично тому, как происходит обтекание солнечным ветром магнитосферы Земли. Те же процессы характерны для мощных магнитосфер планет-гигантов. Структура пересоединения постоянно изменяется, только 25 августа 2012 г. она полностью стабилизировалась, что и зафиксировал “Вояджер-1” (Земля и

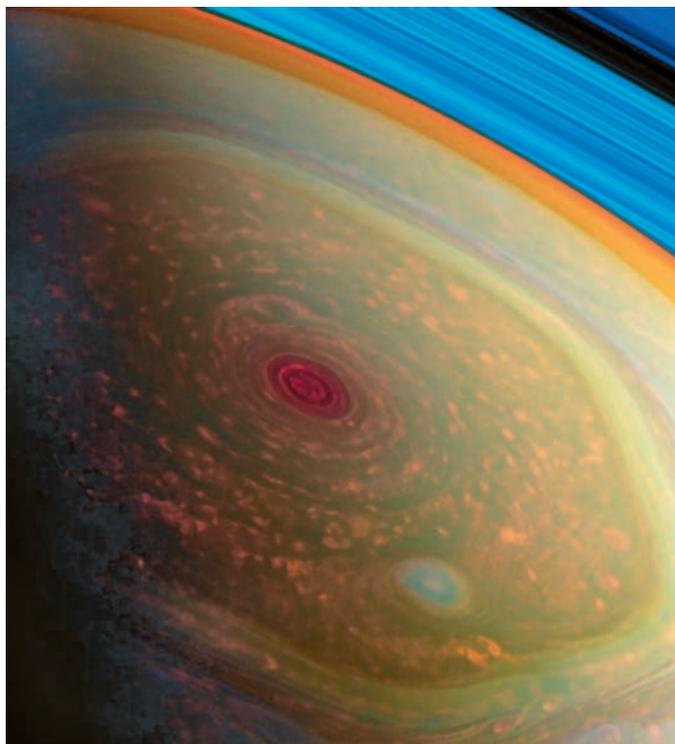
Вселенная, 2013, № 2, с. 108–109).

“Вояджер-1” вскоре окончательно выйдет за пределы гелиосферы и окажется в межзвездной среде. Обе станции продолжают удаляться за пределы Солнечной системы со скоростью 17,08 км/с (“Вояджер-1”) и 15,52 км/с (“Вояджер-2”). Они движутся все быстрее, понемногу ускоряясь. В середине 2013 г. “Вояджер-1” находился от Земли на расстоянии 18,5 млрд км (123,6 а.е.), сигнал от него идет 17 ч 08 мин, “Вояджер-2” – 15,05 млрд км (101,17 а.е.) и 14 ч 01 мин соответственно. С обеими станциями поддерживается связь, они передают информацию со скоростью 160 бит/с.

“Кассини-Гюйгенс” (“Cassini-Huygens”, NASA – ESA). 15 октября 1997 г. АМС стартовала,

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

Фрагмент сильнейшего урагана на северном полюсе Сатурна, охватывающий область размером более 300 км. “Глаз” урагана – темно-красный, вокруг бушуют желтовато-зеленые струящиеся облака. Лежащие ниже оранжевые шестиугольные облака кружатся в вихре. Справа – часть колец Сатурна. Снимок сделан 29 апреля 2013 г. АМС “Кассини” с использованием фильтров с расстояния 419 тыс. км. Фото NASA.



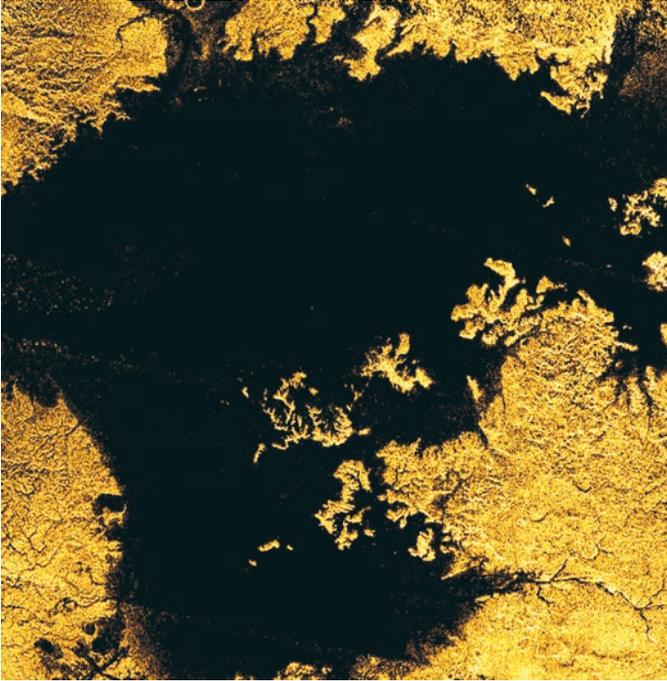
1 июля 2004 г. вышла на орбиту искусственного спутника Сатурна, после чего станция передала на Землю около 0,5 млн фотографий и много научной информации. В 2013 г. параметры орбиты станции составили: апоцентр – 1,1–3,86 млн. км, перицентр – 376 тыс. – 1,21 млн км, период обращения – 8,5–28 сут. К сентябрю 2013 г. АМС совершила 196 оборотов вокруг Сатурна. В 2013 г. (178–200-й витки) исследовали в основном Титан (89–96-й облеты) и малые спутники Сатурна, полярные области планеты, ее кольца и магнитосферу.

В 2012–2013 гг. АМС “Кассини” продолжила изучение и съемку мощнейшего и длительного, колоссального по масштабам урагана на Сатурне, начавшегося в конце 2010 г. и охватившего большую часть планеты (Земля и Вселенная, 2012,

№ 1, с. 107–108). Основное отличие урагана на Сатурне от земных – огромные размеры (около 2 тыс. км) и очень высокая скорость вращения облаков (540 км/ч и более). Ураган сходен с земными стихиями: у него тоже есть центр вихря, в котором безоблачно и тихо. Впечатляющие снимки уникального явления удалось сделать АМС “Кассини”. На Сатурне иногда дуют сильные ветры, скорость воздушных потоков достигает местами 1800 км/ч, что значительно больше, чем на Юпитере. Во время шторма повышается электрическая активность в атмосфере. Чаше стали воз-

никать сильные грозы и яркие полярные сияния, наблюдаемые над северным полюсом Сатурна, они окрашены в голубой цвет, а лежащие внизу облака – в красный. Замечено, что за 9 лет исследований “Кассини” динамика атмосферы Сатурна сильно повысилась.

До августа 2013 г. АМС “Кассини” пять раз облетела Титан (диаметр – 5150 км): 17 февраля, 5 апреля, 23 мая, 10 и 26 июля, ей предстоят еще пролеты 12 сентября, 14 октября и 1 декабря. Станция продолжает накапливать сведения о динамике атмосферы и строении поверхности Титана. Исследования подтверди-



Море Лигеи (Ligeia Mare) размером 420 км на Титане. Видны отмели и русла рек. Радарное изображение получено 22 мая 2013 г. АМС "Кассини" с расстояния 1 тыс. км от Титана. Фото NASA.

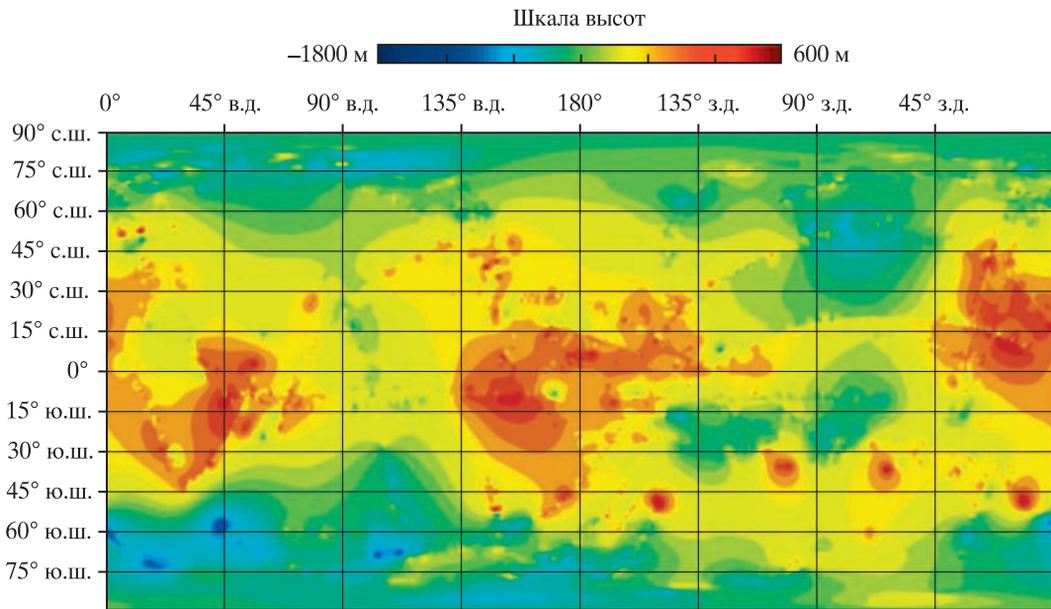
ли, что оранжево-коричневый туман, окутывающий Титан на высоте 300 км, содержит кристаллики метана и частицы аэрозолей сложных ароматических углеводородов. В его азотной атмосфере найдены следы кислорода и воды. Тяжелые аэрозоли углеводородов постепенно дрейфуют в нижние слои атмосферы и там накапливаются, а затем выпадают в виде осадков на поверхность Титана. Метан на Титане играет роль, подобную роли воды на Земле, и составляет около 2% его атмосферы. Дымка метана по своей структуре сходна со смогом, в безветренные дни скапливающимся над круп-

ными мегаполисами. Новые данные проливают свет на то, как сложные молекулы углеводородов формируются из простых молекул. Солнечное излучение и энергичные частицы магнитного поля Сатурна в верхних слоях атмосферы Титана (1 тыс. км) вызывают цепочку химических реакций, производя из азота и метана углеводороды. Теперь "Кассини" будет следить за сезонными изменениями концентрации и состава аэрозолей.

В одном из сближений станция сделала снимок северной полярной области Титана. Там обнаружено море Лигеи (Ligeia Mare) протяженностью 420 км – второе по вели-

чине на этом спутнике. Оно заполнено жидким этаном и метаном температурой $-179\text{ }^{\circ}\text{C}$, как и другие водоемы на Титане. Во время следующих сближений с крупнейшим спутником Сатурна "Кассини" попытается сделать снимки лучшего разрешения, чтобы отыскать следы волн и другие особенности этого моря.

В течение 8 лет в ходе 80 пролетов АМС вблизи Титана ИК-спектрометр VIMS картографировал его поверхность, а также велась съемка и радарное зондирование. В 2013 г. на их основе составлена топографическая карта Титана. Она показывает различия в составе пород и разнообразие ландшафтов на Титане, такие как дюны, озера метана, холмы высотой до 520 м и низменности глубиной до 1700 м. Пока на карте довольно много пробелов: ученые признаются, что у них есть снимки только половины поверхности спутника. Большая часть топографических данных (89%) рассчитана с помощью математической модели, которая



Топографическая карта Титана, созданная на основе радарных изображений и снимков АМС “Кассини”, сделанных в 2004–2012 гг. NASA.

соединила между собой области с усредненными значениями. Несмотря на это, карта важна для понимания гидрологии Титана, моделирует его климат и погоду.

В конце 2012 г. – 2013 г. получены новые фотографии Титана, Реи, Дионы, Энцелада, Мимаса, Тефии. 9 марта 2013 г. АМС “Кассини” облетела Рею (1528 км) на самом близком расстоянии (997 км) и сфотографировала ее поверхность. 12 апреля 2013 г. станция пролетела

на расстоянии 115 тыс. км от крошечного спутника Полидевк. Наблюдались спутники-пастухи, влияющие на структуру колец, например Прометей, Пандора и Пан.

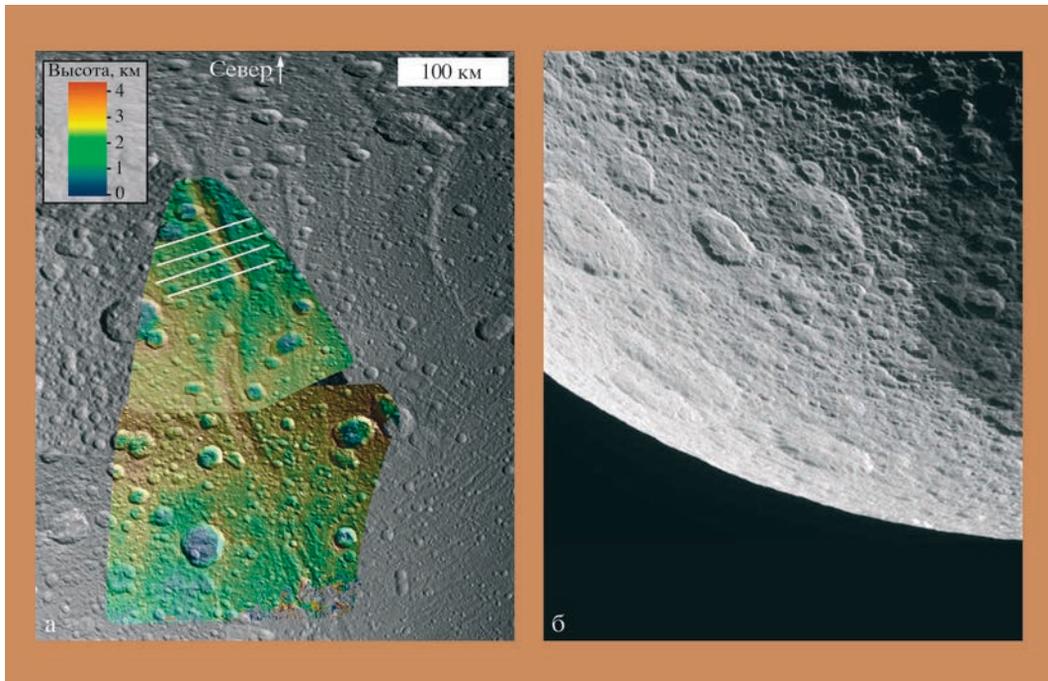
Изучая хребет Яникул (Janiculum Dorsa) высотой до 2 км и длиной 800 км на Дионе (1123 км), АМС “Кассини” зарегистрировала исходящий из этого района слабый поток частиц воды. Получены доказательства, что под ледяной корой Дионы может находиться жидкий океан. На ее поверхности обнаружены параллельные трещины, похожие на те, через которые бьют водяные струи со льдом на Энцеладе. В этом месте образовалась складка высотой более 500 м, под ней, возможно, находится озеро. Ранее подповерх-

ностные водоемы были обнаружены на Энцеладе и спутниках Юпитера Европе и Ганимеде.

Работу “Кассини” продолжили до сентября 2017 г.

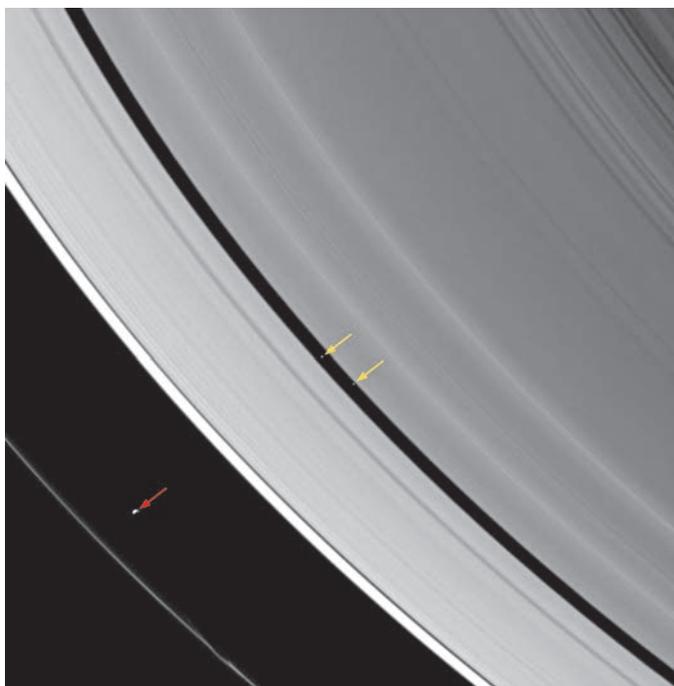
3. “Марс Одиссей” (“Mars Odyssey”, США). 7 апреля 2001 г. АМС запущена, 24 октября 2001 г. она вышла на орбиту искусственного спутника Марса. В течение 10 лет станция картографировала поверхность Марса, собирала научные данные о климате, геологии и минералогии, радиационной обстановке. С ее помощью составлены карты полярных ледяных шапок Марса и отдельных образований со следами воздействия воды.

Продолжаются исследования залегания водяного льда под поверхностью планеты с использова-

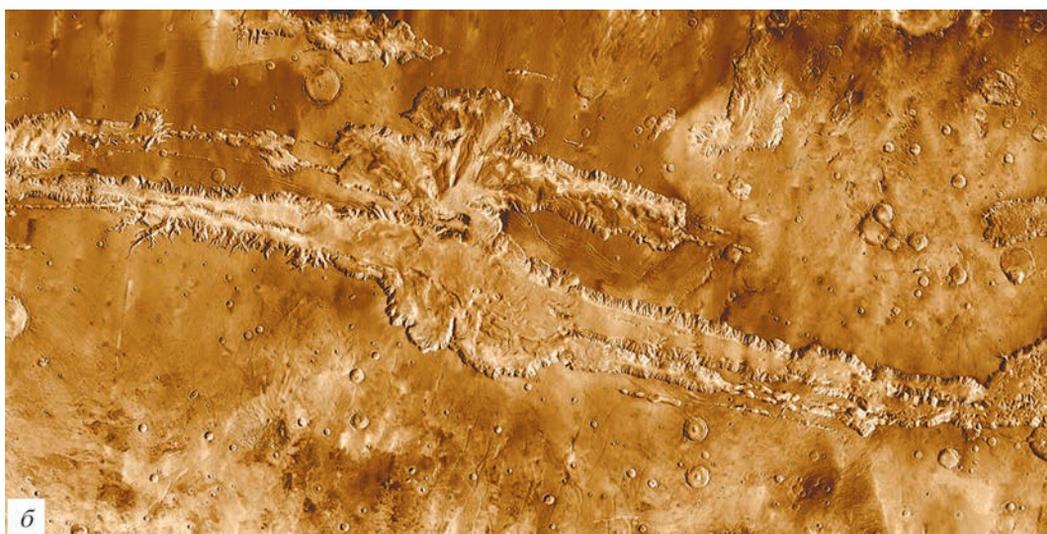
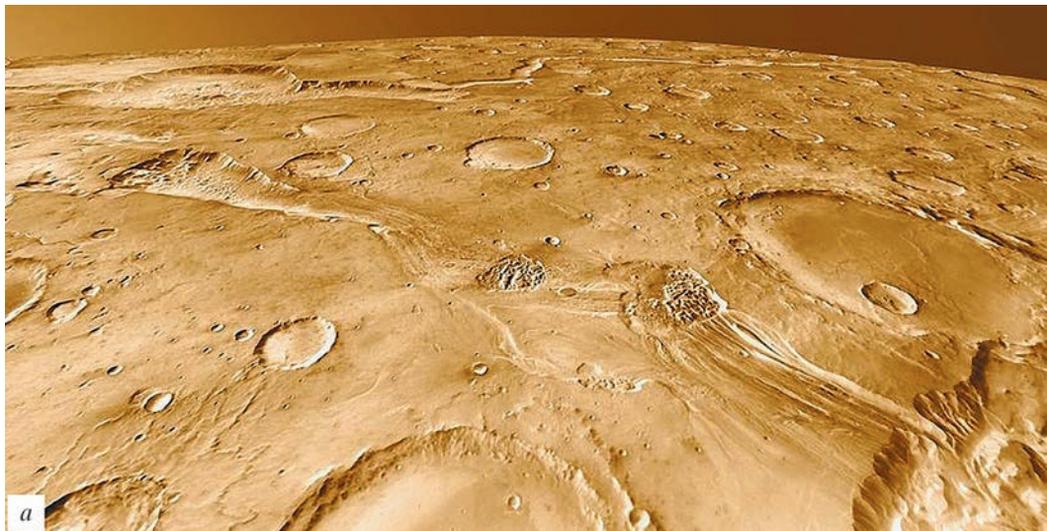


нием российского ней- энергия THEMIS сдела-
 тронного спектрометра ла ИК-снимки отдель-
 HEND. Камера тепловой ных участков Марса. На-

Ландшафты крупных спут-
 ников Сатурна: а) хребет
 Яникул (*Janiculum Dorsa*)
 высотой 1–2 км на Дионе;
 б) участок поверхности Реи,
 покрытый многочисленными
 кратерами. Снимки сдела-
 ны 29 мая и 9 марта 2013 г.
 АМС “Кассини” с расстоя-
 ния 45 тыс. км от Дионы и
 62 880 км от Реи (разреше-
 ние – 0,5–1 км). Фото NASA.



Кольца Сатурна. Неболь-
 шой спутник Пандора
 (80×90×110 км) вращает-
 ся вблизи внешней границы
 кольца F (указана красной
 стрелкой). В делении Энке
 расположены спутники-па-
 стухи 100-км Прометей и
 28-км Пан (желтые стрел-
 ки). Снимок сделан 21 янва-
 ря 2013 г. АМС “Кассини” с
 расстояния 135 тыс. км и на
 29° ниже колец (разреше-
 ние – 0,9 км). Фото NASA.



Фрагменты марсианской поверхности: а) область Земли Ксанфа (Xanthe Terra) размером 200 км в районе 3° с.ш. и 312° в.д. Видны кратеры, трещины и русла рек; б) Долина Маринера (Valles Marineris), протянувшаяся почти на 3 тыс. км, местами глубиной 8 км. Стереоскопические изображения составлены на основе снимков, сделанных в 2013 г. АМС "Марс Одиссей". Фото NASA.

пример, было создано стереоизображение Долины Рави (Ravi Vallis) длиной 200 км, находящейся в области Хаоса Ароматов (Aromatum Chaos), где расположено и плато Земля Ксанфа (Xanthe Terra), – все они имеют признаки древнего наводнения. На другом стереоизображении, собранном из 500 ИК-

снимков, запечатлен колоссальный по размерам каньон Долина Маринера (Valles Marineris) длиной 4,5 тыс. км, шириной 200 км и глубиной до 11 км, достигающий Лабиринта Ночи (Noctis Labyrinthus). Каньон возник приблизительно 3,5 млрд лет назад и за 1,5 млрд лет претерпел значительные геологиче-

ские изменения из-за деятельности вулканов в области Фарсида (Tharsis). В настоящее время случаются оползни, расширяющие каньон. Несмотря на огромную площадь изображения, на нем можно различить самые маленькие детали размером 100 м.

Станция переведена на новую орбиту, чтобы обеспечить прием информации с марсохода “Кьюриосити”. Кроме того, такая орбита позволяет изучать области около полюсов планеты. Работа АМС “Марс Одиссей” продлена до 2016 г.

24. “Марс Экспресс” (“Mars Express”, ESA). АМС стартовала 2 июня 2003 г., а 25 декабря того же года вышла на орбиту искусственного спутника Марса. Работа АМС в области метеорологии, геологии и геохимии, рассчитанная на марсианский год (687 земных суток), продолжается.

В день 10-летия старта станции выпущена серия новых глобальных минералогических карт Марса. Уникальный атлас содержит карты распределения минералов, сформировавшихся в присутствии воды, под действием работы вулканов и выветривания. Благодаря этому ученые могут разобраться с геологическими процессами, происходившими на Марсе, понять, как

формировался нынешний облик планеты.

Напомним, что с июня 2011 г. радар MARSIS просвечивает северную полярную область Марса. Из семи приборов, установленных на аппарате, три (спектрометры OMEGA, PFS и SPICAM) изготовлены российскими специалистами. Важнейшие данные, полученные с их помощью, касаются геохимии и атмосферной химии. К ним относятся филлосиликаты (сорт глин, формирующийся в воде) и сульфаты (образуются в кислой и сухой среде).

Благодаря данным прибора OMEGA удалось уточнить датировку важнейших событий марсианской эволюции. Хронология различает три эпохи Марса: ноахийскую (4,6–3,7 млрд лет назад), гесперийскую (3,7–3 млрд лет назад) и нынешнюю, амазонийскую. Первые две характеризуются высокой вулканической активностью и катастрофическими наводнениями. Наиболее благоприятный для возникновения жизни период раннего теплого Марса мог закончиться в конце гесперийской эпохи. В дальнейшем облик планеты формировали относительно медленные процессы окисления и выветривания.

Информация о составе атмосферы, в частности о распределении водяного

пара и свечении молекулярного кислорода, важны для понимания климата Марса. С помощью спектрометра SPICAM удалось обнаружить необычное явление – авроральное свечение. По своей природе оно аналогично полярному сиянию на Земле. Так как у Марса нет магнитного поля, то заряженные частицы “выпадают” в атмосферу в районах магнитных аномалий. Свечение возникает вследствие соединения ионов кислорода и азота на дневной стороне на высоте 80 км под действием солнечных лучей (процесс фотодиссоциации).

Ученые открыли озоновые слои в атмосфере Марса. Один озоновый слой расположен на высоте 30 км, другой – на высоте 30–60 км. Количество озона сильно меняется и связано с особенностями циркуляции атмосферы и влиянием рельефа. Максимум озона в полярных широтах приходится на зиму – раннюю весну. Летом озон почти исчезает, а в экваториальных областях его мало. Удалось обнаружить водяной пар в перенасыщенном состоянии: его количество превышает нормальное для данной температуры. Это открытие важно для понимания сегодняшнего круговорота воды на Марсе в последний миллиард лет, поскольку прямо



На краю мыса Кейп-Йорк на Марсе, где остановился марсоход "Оппортюнити". Снимок сделан 15 мая 2013 г. Фото NASA.

связано с процессами формирования облаков. Кроме того, позволяет понять, как Марс терял воду.

В марсианской атмосфере есть парниковый газ метан, но пока неясен его источник: свидетельствует ли он о продолжающейся геологической активности или служит признаком жизни?

В декабре 2013 г. "Марс Экспресс" пролетит на

самом близком расстоянии (45 км) от Фобоса, в октябре 2014 г. предполагаются наблюдения кометы C/2013 A1 (Siding Spring), которая пролетит на рекордно близком расстоянии от Марса. Исследования Марса продлены до 31 декабря 2014 г.

5. "МЭР-1 и -2" ("MER-1/2", США). Марсоходы запущены 10 июня и 25 июня 2003 г.; 4 января "Спирит" ("Spirit") и 25 января 2004 г. "Оппортюнити" ("Opportunity") совершили мягкую посадку на Марс. В марте 2010 г. "Спирит" завершил работу. "Оппортюнити" продолжает исследова-

ния уже более 9 лет, к июлю 2013 г. он прошел 35,8 км!

В сентябре 2012 г. "Оппортюнити" направился на юг кратера Индевор (диаметр – 22 км), исследуя холм Матиевича в поисках минерала филлосиликат. Научная работа марсохода включает в себя проверку различных гипотез о происхождении сферических включений в марсианском грунте, их концентрация намного выше, чем в кратере Игл (Земля и Вселенная, 2013, № 1, с. 97). 10 декабря 2012 г. он определил химический состав и свойства образца породы, похожей на земную гли-

ну с оксидами кремния и алюминия, в которой присутствует вода. Примечательно, что в исследованных ранее породах кислотный и солевой уровень воды был достаточно высок, а в найденной глине вода сравнительно чиста и нейтральна. Получены доказательства существования в древности пригодной для жизни марсианской природной среды, в то время вода была пресной.

В начале 2013 г. “Оппотьюнити” находился на краю мыса Кейп-Йорк, его следующая цель – добраться к двум холмам, находящимся в 2 км. 14 мая 2013 г. он отправился в путешествие к холму Соландер (Solander Point), где находится обнажение пород с большим количеством слоев, интересных с геологической точки зрения. Здесь марсоход проведет шестую марсианскую зиму. Несмотря на сбои в бортовом компьютере, работа марсохода “Оппотьюнити” продлена до конца 2014 г.

6. “Розетта” (“Rosetta”, ESA). АМС запущена 2 марта 2004 г. “Розетта” уже прошла 7,2 млрд км, двигаясь по гелиоцентрической орбите: расстояние от Солнца – $2,43 \times 3,41$ а.е., наклонение – $1,5^\circ$, период обращения – 5,0 г. Напомним, что “Розетта” более 7 лет совершает полет по ге-

лиоцентрической орбите (Земля и Вселенная, 2004, № 4, с. 47–49), уже исследованы астероиды Штейнс (5 сентября 2008 г.) и Лютеция (10 июля 2010 г.; Земля и Вселенная, 2009, № 2, с. 86; 2010, № 6, с. 67). Затем АМС была переведена в “спящий” режим, 20 января 2014 г. планируется ее “разбудить”.

Анализируются морфология Северного полушария Лютеции, состав пород и внутренняя структура, раскрывающие ее геологическую историю. Идентифицированы и даны названия восьми областям, 20 кратерам, трем провалам, двум бороздам, трещинам, уступам и грядам на поверхности. Например, область Норика (Noricum Regio) слагают древние породы возрастом 3,4–3,7 млрд лет. Самый крупный на Лютеции ударный кратер Массалия (Massilia) диаметром 61 км, расположенный в молодом регионе Нарбоники (Narbonensis Regio), образовался при столкновении с астероидом диаметром 7,5 км. Самый молодой участок поверхности Лютеции – область Бетика, расположенная в непосредственной близости от северного полюса. В этом регионе множество вторичных кратеров, в том числе три диаметром более 10 км. Они образовались совсем недав-

но – в течение последних сотен миллионов лет. Кроме того, здесь разбросано множество крупных валунов размером до 300 м, не улетевших в космос, значит, Лютеция обладает немалой силой притяжения. Помимо кратеров о прошлом астероида рассказывают линейные разломы длиной до 80 км, многие из них – результат сейсмической активности. Состав грунта и высокая плотность астероида указывает на его частично дифференцированную структуру недр. У Лютеции, вероятно, металлическое ядро с примитивной хондритной корой, как и у астероида Веста.

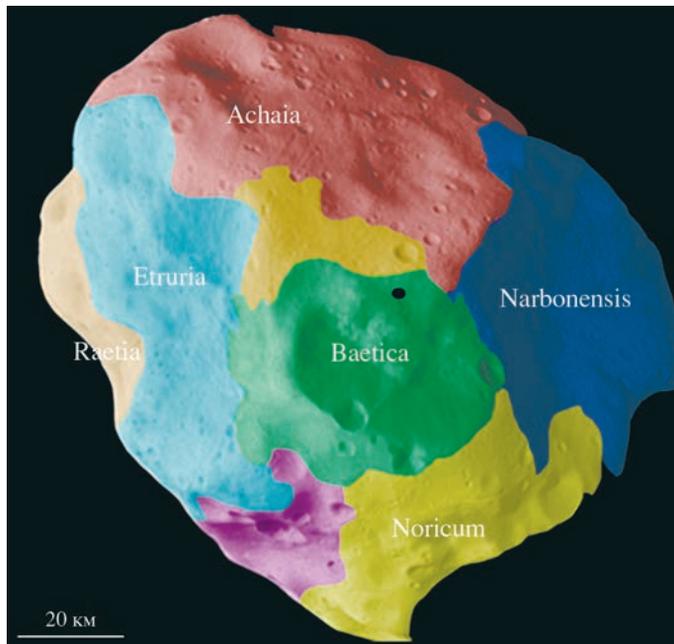
“Розетта” летит к главной цели программы – комете Чурюмова – Герасименко, к которой приблизится в мае 2014 г. Ее исследования продлятся до декабря 2015 г., затем 10 ноября 2014 г. спускаемый аппарат “Филай” должен совершить посадку на ядро этой кометы.

7. “Мессенджер” (“Messenger”, США). АМС запущена 3 августа 2004 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 6; 2005, № 2). Напомним, что 18 марта 2011 г. АМС вышла на орбиту вокруг Меркурия, став первым искусственным спутником этой планеты (Земля и Вселенная, 2012, № 2, с. 41). За 2,5 года работы

Карта геологических образований на астероиде Лютеция. Создана в 2013 г. на основе снимков, полученных АМС "Розетта". Фото ESA.

на орбите она детально исследовала поверхность, атмосферу и магнитосферу Меркурия. После коррекции орбиты, проведенной 20 апреля 2012 г., станция делает по три оборота вокруг Меркурия в сутки. К 22 мая 2013 г. АМС совершила 2 тыс. оборотов вокруг планеты. Находясь в перигентре орбиты над северной околополярной областью, она сближается с поверхностью Меркурия до 447 км. Основная научная программа была выполнена к 17 марта 2012 г., еще год станция работала по расширенной программе.

Снимки показывают, что Меркурий испещрен "оспинами" – яркими небольшими понижениями (депрессиями) неясной природы. На Луне таких структур не обнаружено. Похоже, относительно недавно поверхность планеты располагала большими, локально сконцентрированными массами летучих веществ, позднее испарившихся. Под действием чего? Если Солнца, то почему они не улетучились раньше? Вероятно, в прошлом Мер-

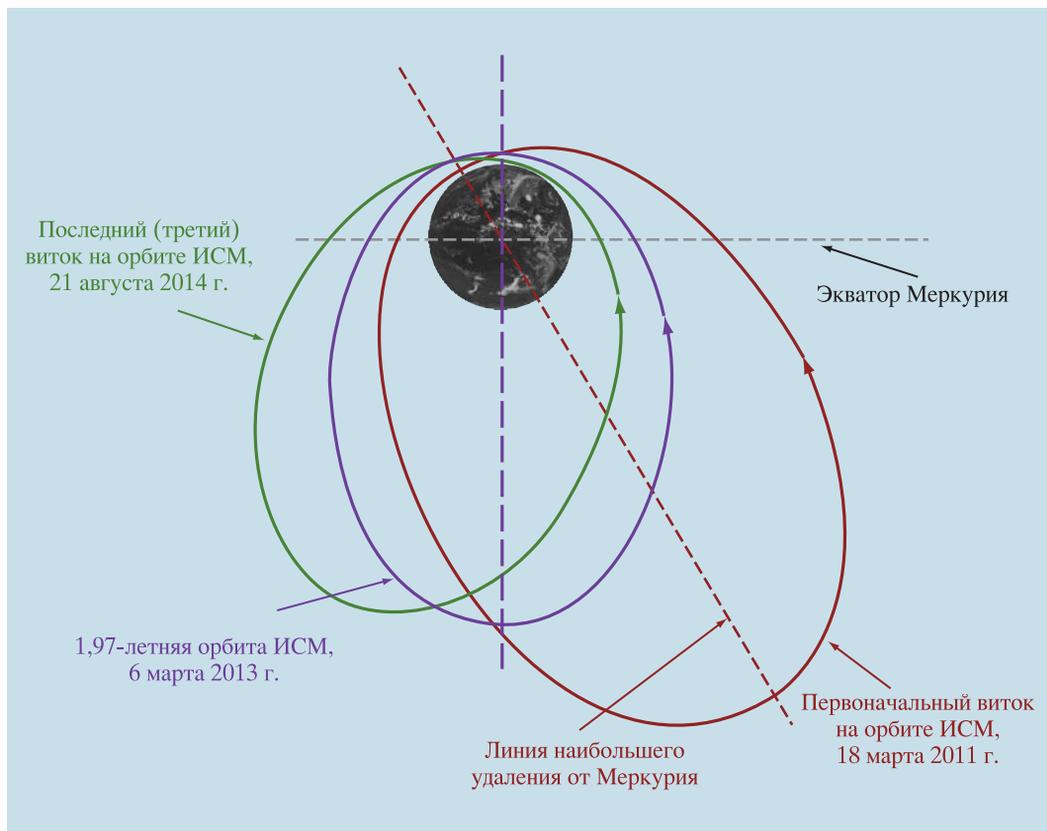


курий был спутником Венеры. Согласно данным АМС, под скалистой корой планеты есть три слоя: мантия, состоящая из сульфидов железа, затем идет слой фаялита, окружающий железное ядро. С помощью спектрометра обнаружено изобилие радиоактивного калия-40. Такое строение слоев и их состав не имеют ничего общего с теорией формирования Меркурия вблизи Солнца. Ведь тогда никаких четких, несмешанных слоев не могло быть. Можно объяснить подобное строение и "оспины" формированием планеты в более прохладных условиях. Небольшой дефицит легких элементов на поверхности Меркурия

вызван их испарением по мере нагрева светилом.

Один из главных сюрпризов – открытие класса небольших с неправильной формой депрессий или провалов на Меркурии. Сотрудники Массачусетского технологического института объяснили это тем, что кора Меркурия более 4 млрд лет была покрыта огромным океаном магмы.

В приполярных областях планеты в "холодных ловушках" найден лед (Земля и Вселенная, 2013, № 1). Считается, что это материал комет, сохранившийся едва ли не чудом, когда его часть попала в глубокие кратеры у полюсов. На поверхности кратеров замечена тонкая корка толщиной



15–20 см из смеси грунта и сложных органических молекул, доля воды в ней не выше 25%. По расчетам ученых, кратеры Меркурия могут содержать 10^{10} – 10^{12} т воды. Например, в кратерах Кандинского и Прокофьева температура близка к 100 К, этого достаточно для сохранения залежей льда, погребенных под слоем пыли.

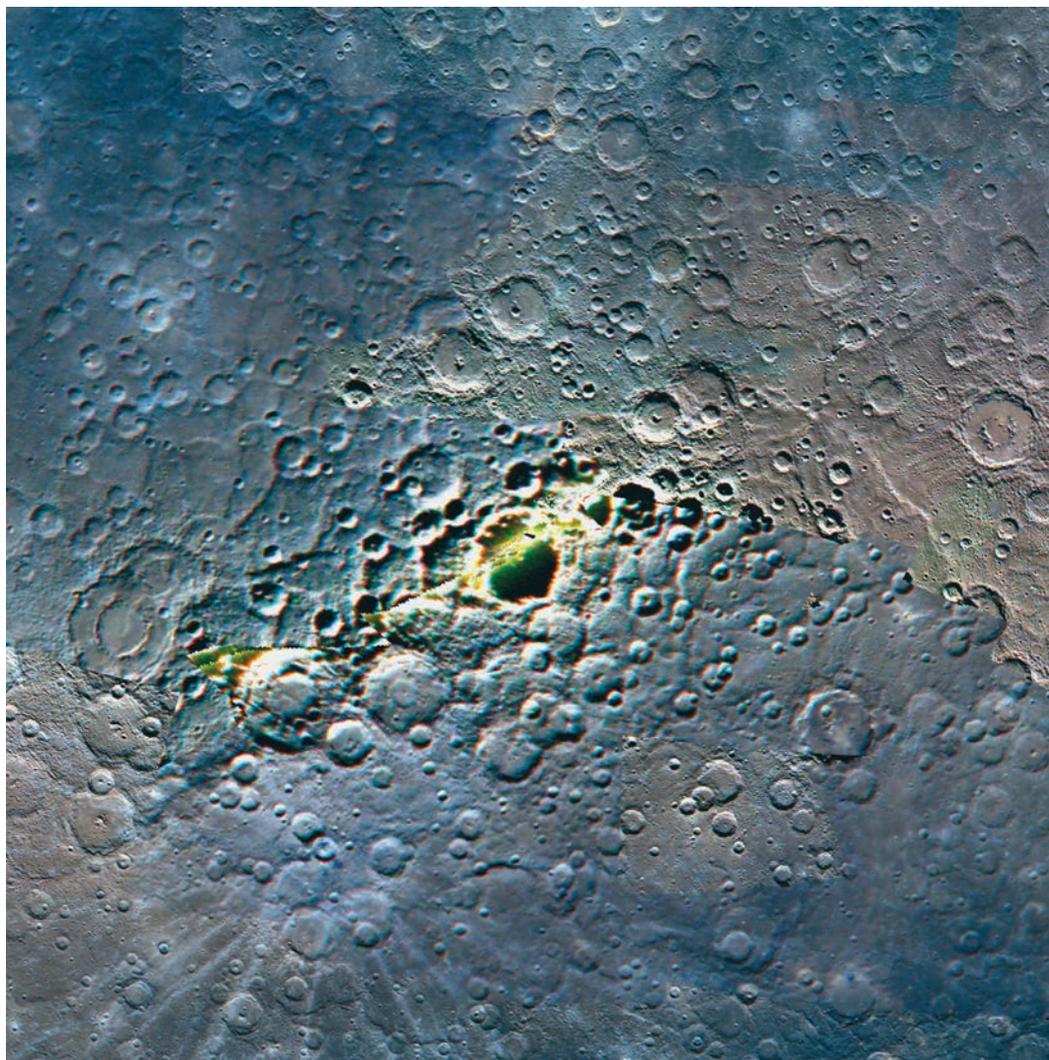
На основе данных лазерного высотомера MLA, измеряющего рельеф поверхности планеты, создана полная топографическая карта Меркурия с разрешением 15–100 м.

Поверхность оказалась ровной, перепад высот составляет 6 км. На карте отмечены новые области и типы геологических образований, в частности ложины (впадины), изображение регионов, ранее нанесенных на карты, имеют лучшее разрешение. Один из бассейнов, кратер Радитлади (Raditladi Basin) диаметром 263 км в районе южного полюса Меркурия, с геологической точки зрения относительно молод, ему меньше 1 млрд лет. Об этом свидетельствуют хорошо сохранившиеся кромки кратера и его

Схема полета АМС “Мессенджер” по орбите искусственного спутника Меркурия. Приведены три орбиты станции. На третьей орбите станция завершит работу 21 августа 2014 г. Рисунок NASA.

достаточно гладкое дно. В кратере замечены кольцевой пик диаметром 125 км и концентрические ложбины – грабены, образованные при стягивании поверхности в момент ее остывания.

20 апреля 2014 г. АМС “Мессенджер” сделает 3 тыс. оборотов вокруг



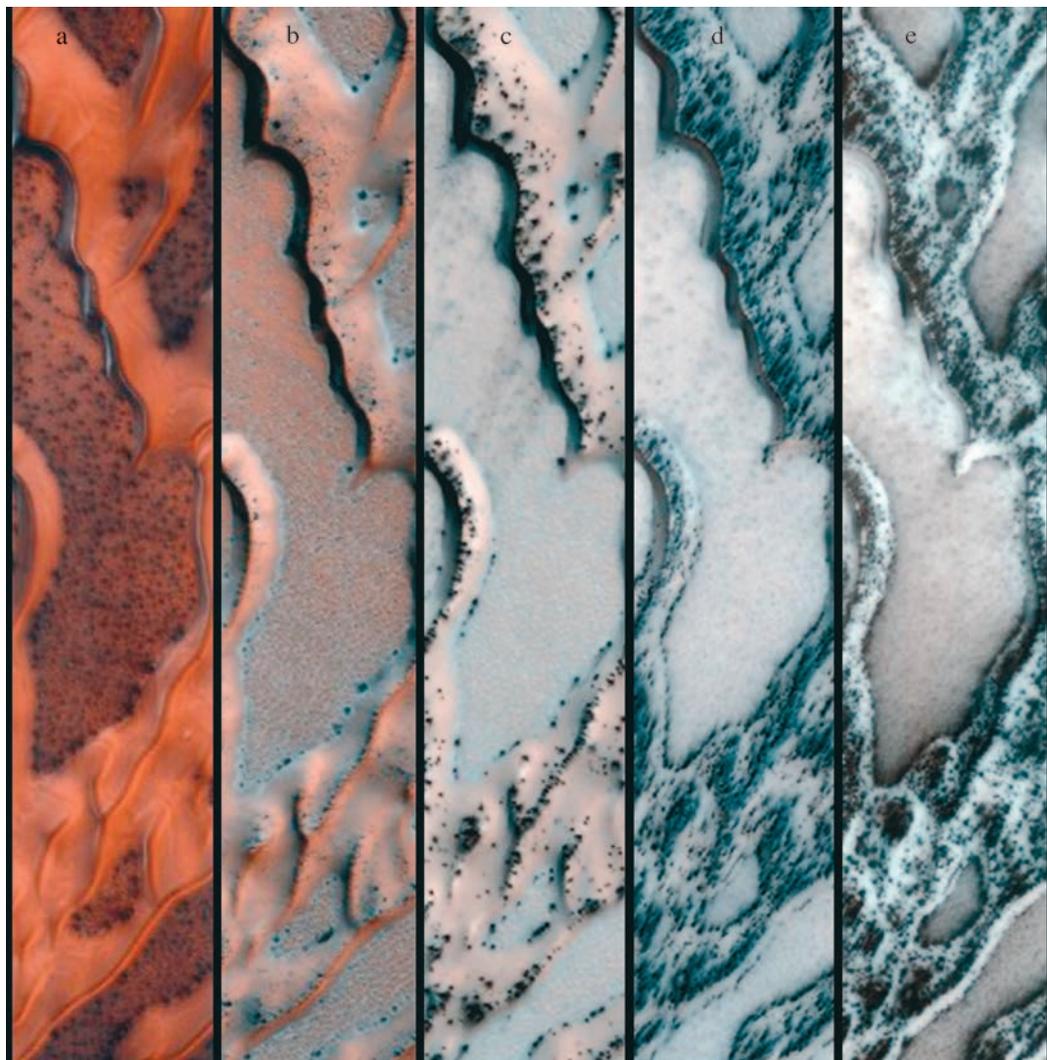
Ударный бассейн Радитлади (Raditladi Basin; 27,28° с.ш. и 240,93° з.д.) в районе южного полюса Меркурия. Цвета ударных кратеров показывают различия в химическом составе поверхности. Темно-синий материал был выброшен из глубины при их формировании. Снимок сделан 8 марта 2013 г. АМС "Мессенджер" с расстояния 870 км. Фото NASA.

Меркурия, продолжая его исследования.

8. "Дип Импакт" ("Deep Impact", США). АМС запущена 12 января 2005 г. (Земля и Вселенная, 2005, № 5). Станция обращается по гелиоцентрической орбите: афелий – 0,91 а.е., перигелий – 1,09 а.е., наклонение – 4,2°; период обращения – 365,4 сут. Напомним, что 4 ноября

2010 г. АМС пролетела около ядра кометы Хартли-2 (103P/Hartley 2) и передала снимки и спектры ядра кометы (Земля и Вселенная, 2011, № 2). После исследования кометы "Дип Импакт" занимается поисками астероидов по дополнительной программе "Deep Impact/EPOXI".

9. "Марсианский орбитальный разведчик"



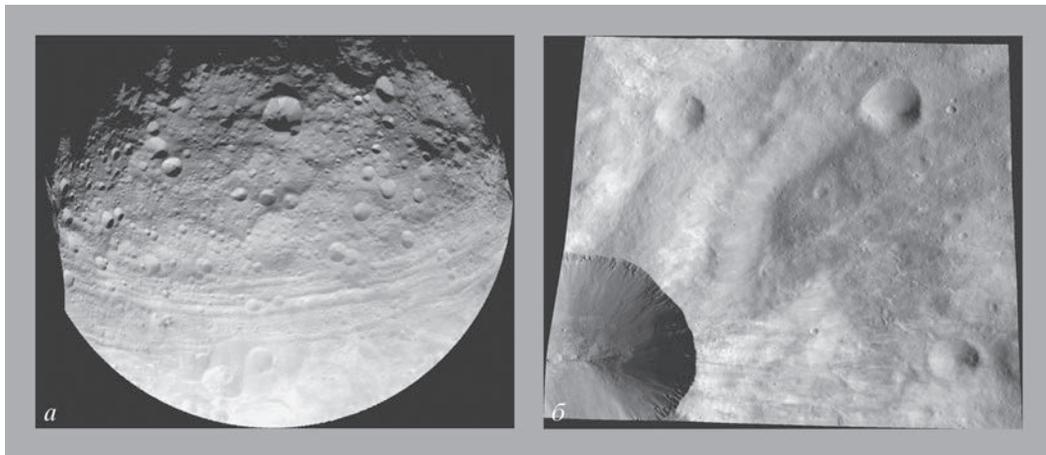
(“Mars Reconnaissance Orbiter”, США). АМС стартовала 12 августа 2005 г., вышла на орбиту искусственного спутника Марса в октябре 2006 г. Станция передала более 2 тыс. метеорологических данных, 220 тыс. снимков Марса, созданы карты минерального состава и проведена радиолокационная съемка полярных шапок и подпо-

верхностных слоев грунта. АМС продолжает работу на круговой орбите высотой 300 км, наклоном $89,2^\circ$ и периодом обращения 62 мин (Земля и Вселенная, 2012, № 2, с. 110–111). С помощью радара получены новые данные о ландшафте северной полярной шапки.

Ученые сопоставили снимки одних и тех же регионов, сделанных ка-

Фрагмент северной полярной шапки на Марсе (80° с.ш и $122,5^\circ$ в.д.). Хорошо видны изменения рельефа поверхности льда. Ширина каждого из пяти снимков – 1,3 км. Съемка велась с 12 августа 2012 г. по 13 января 2013 г. АМС “Марсианский орбитальный разведчик”. Фото NASA.

мерой HiRISE с разницей в несколько лет, и обнаружили 248 свежих кра-



Участки поверхности астероида Веста: а) район самого крупного каньона Борозда Дивалии (*Divalia Fossa*) длиной 465 км, шириной 22 км и глубиной 5 км; б) ударный кратер Канулейя (*Canuleia*) диаметром 12 км, около него расположены холмистая область и мелкие кратеры. Снимки получены 26 сентября – 31 октября 2012 г. АМС “Доун” с расстояния 5200 км от Весты. Фото NASA.

теров, возникших менее чем за 10 лет. Диаметр самых маленьких из них – 3–4 м, они образовались при падении астероидов размером 1 м. Исследователи сделали вывод, что на Марс в год падает около 200 астероидов размером 0,5–20 м. В течение полугода наблюдали за изменениями в северной полярной шапке. Съемку начали в начале весны, когда марсианский грунт покрыт слоем сухого льда толщиной 0,6 м. При потеплении возник-

ают трещины, обнажая песок дюн. Затем ветер разносит песок и покрывает пылью остаток ледяной корки, который летом полностью испаряется.

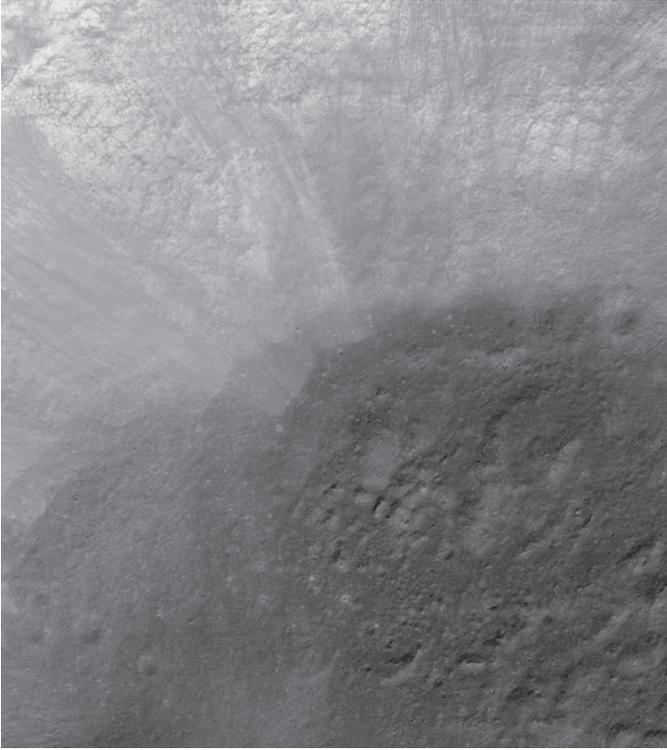
Программа исследований АМС рассчитана до конца 2015 г.

10. “Венера Экспресс” (“Venus Express”, ESA). АМС запущена 9 ноября 2005 г., вышла на орбиту искусственного спутника Венеры 16 апреля 2006 г. После нескольких маневров перешла 7 мая 2006 г. на рабочую орбиту высотой $250 \times 66\,000$ км, наклонением 89° , периодом обращения 24 ч. АМС продолжила исследование динамических и термохимических процессов облачного покрова планеты, геологического строения поверхности планеты, минерального состава, измеряла температуру поверхности.

С помощью спектрометра SPICAV зафиксировано постоянное падение концентрации

сернистого газа (SO_2) в верхних слоях атмосферы Венеры. По мнению специалистов, это говорит о том, что незадолго до прилета АМС на орбиту Венеры в августе 2006 г. на Венере произошли мощные извержения. Выделилось большое количество SO_2 , часть его просочилась выше плотного слоя облаков и быстро окислилась. Поэтому к 2011 г. концентрация SO_2 в верхних слоях атмосферы Венеры упала в 20 раз. Проанализировав эти данные, ученые сделали вывод, что на Венере примерно раз в десятилетие происходят вулканические извержения, при которых SO_2 выбрасывается в верхние слои атмосферы планеты и затем постепенно исчезает.

В верхней атмосфере Венеры обнаружены магнитные жгуты, по этим магистралям передается перегретая плазма – результат соединения линий магнитного поля.



Кратер Дженссена (Janssen Crater) диаметром 2 км на Луне. На стенках видны следы осыпи. Стереоснимок сделан 30 мая 2013 г. АМС "Лунный орбитальный разведчик". Фото NASA.

За счет солнечного ветра в относительно медленной ионосфере Венеры формируются магнитные жгуты (несколько километров в поперечнике). Они простираются на сотни километров, почти на всю глубину ионосферы. Установлено, что эти гигантские магнитные жгуты формируются под действием солнечных частиц на противоположной стороне от Солнца, то есть в магнитном хвосте. Когда магнитные поля жгутов свиваются, они протягиваются от экваториальной области к полюсам. По-видимому, появление жгутов связано с магнитным пересоединением линий магнитного поля. На Земле этот процесс проявляется как полярное сияние. Такие магнитные жгуты наблюдались только в Южном полушарии Марса.

Скорость ветра в низких широтах Южного полушария Венеры по неизвестным причинам

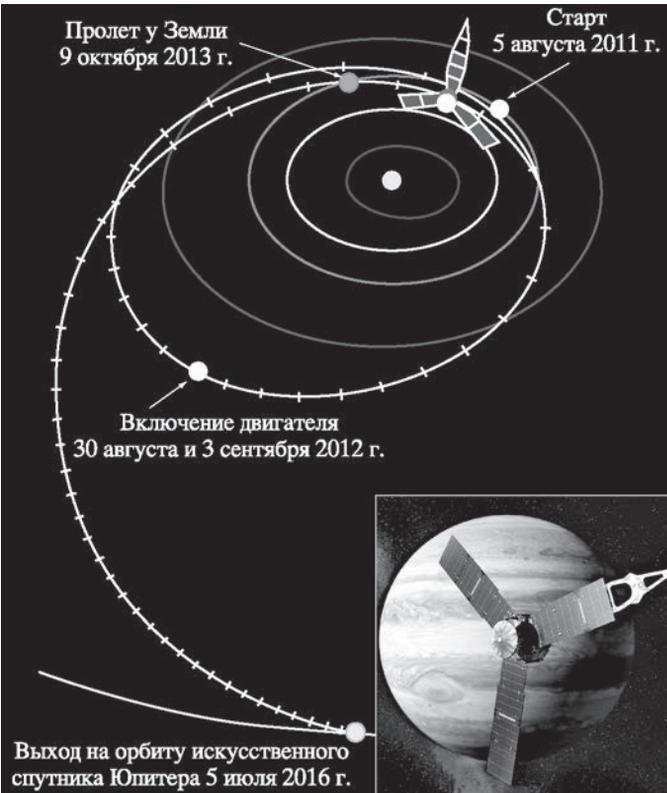
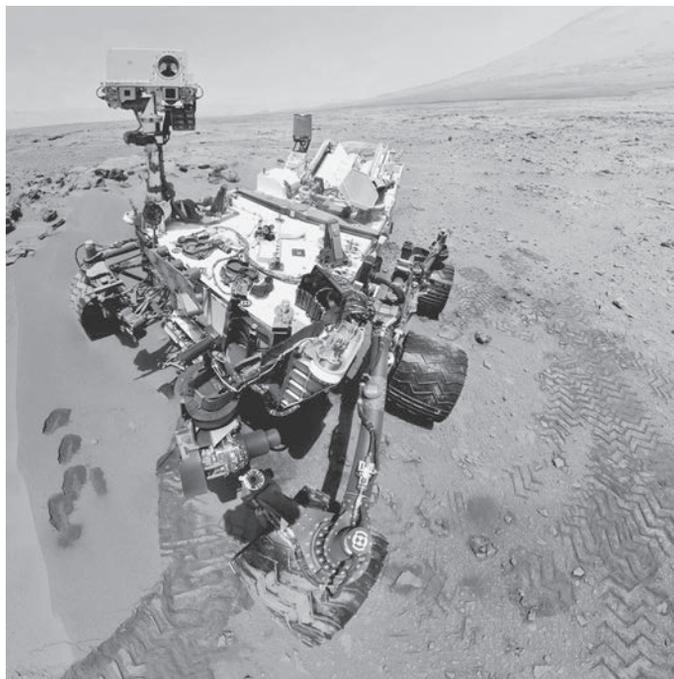


Схема полета к Юпитеру АМС "Юнона". Во врезке – "Юнона" на орбите Юпитера. Рисунки NASA.

Американский марсоход "Кьюриосити" во время исследований в кратере Гейла на Марсе. Снимки сделаны в начале мая 2013 г. Фото NASA.

постоянно увеличивалась в течение последних лет. С 2006 г. она выросла на 25 м/с. Как оказалось, скорость ветра каждые 4–5 сут меняется с полуамплитудой 4–17 м/с. Этот промежуток времени примерно соответствует периоду суперротации атмосферы, когда воздушные массы в верхних слоях атмосферы Венеры движутся со скоростью, в 35 раз превышающей скорость вращения самой планеты. Примерно раз в 5 сут атмосфера совершает полный оборот вокруг планеты.

Венера, несмотря на условия формирования, схожие с земными, превратилась из "двойника" Земли с большим количеством воды в выжженную и безводную кислотную пустыню. Это произошло, как выяснили планетологи, благодаря слишком медленному охлаждению поверхности. Венера охлаждалась на десятки миллионов лет дольше, чем Земля, и высокие температуры на ее поверхности препятствовали конденсации воды. Из-за этого древние океаны Венеры были значительно меньше, чем земные, они не смогли



помешать быстрому возникновению парникового эффекта.

Работа станции продлена до конца 2014 г.

11. "Новые горизонты" ("New Horizons", США). АМС стартовала 19 января 2006 г. и продолжает полет к главной цели – Плутону, вблизи которого она пролетит 14 июля 2015 г. Напомним, что в сентябре 2009 г. начал поиск объектов в поясе Койпера для исследований (Земля и Вселенная, 2007, № 1). До 2015 г. станция будет находиться в "спящем" режиме и время от времени "пробуждаться" для проверки работы систем и приборов. 22 марта 2011 г. АМС пересекла орбиту Урана, а

25 августа 2014 г. пересечет орбиту Нептуна. В этот момент станцию будет отделять от Земли примерно 4,34 млрд км, скорость ее полета – 18,94 км/с, она преодолевает примерно 5 а.е. в год.

12. "Доун" ("Dawn", США). АМС запущена 27 сентября 2007 г. (Земля и Вселенная, 2008, № 1). Станция в течение года (до июля 2012 г.) исследовала астероид Веста (458 × 560 × 578 км), выйдя на орбиту вокруг нее. Она измерила массу и гравитационное поле Весты, определила ее форму, рельеф поверхности и минеральный состав (Земля и Вселенная, 2012, № 1, с. 35–37; 2012, № 3, с. 40). 26 августа 2012 г. АМС "Доун" уда-

лилась от Весты. В начале 2013 г. в течение 31,2 сут непрерывно работал бортовой ионный двигатель, и станция отправилась в долгое путешествие к карликовой планете Церере (909 × 975 км). В феврале 2015 г. она должна выйти на орбиту ее искусственного спутника высотой 140 × 860 км. 1 июля 2013 г. АМС находилась в 13 млн км от Весты и в 54 млн км от Цереры, от Земли ее отделяет 487 млн км (3,25 а.е.). Радиосигналы идут от нее в течение 54 мин. Возможно, после исследования Цереры АМС “Доун” будет направлена к астероиду Паллада.

Продолжается анализ полученных снимков и спектров Весты. Например, ученых привлек 500-км кратер Реасильвия (Rheasilvia; 75° ю.ш. и 301° в.д.), занимающий большую часть Южного полушария. Счетчик нейтронов показал, что на границах и на дне этого кратера есть места, насыщенные атомами водорода. По расчетам ученых, концентрация водорода в этом кратере может достигать 400 мг на грамм породы, общая масса водорода в грунте – 240 тыс. т. Веста оказалась необычно богатой водородом по сравнению с другими телами Солнечной системы, не обладающими атмосферой. Планетологи предполагают, что Веста

приобрела большую часть своих водных запасов примерно в то же время, что и Земля – в ходе поздней тяжелой бомбардировки 4,1–3,8 млрд лет назад. По структуре самый крупный каньон – Борозда Дивалии (Divalia Fossa; 10° ю.ш. и 38° в.д.) длиной 465 км, шириной 22 км и глубиной 5 км – сходен с лунными и марсианскими провалами. Как полагают ученые, у Весты, вероятно, есть мантия и ядро.

13. “Лунный орбитальный разведчик” (“Lunar Reconnaissance Orbiter”, США). АМС стартовала 18 июня 2009 г. (Земля и Вселенная, 2009, № 6). 23 июня 2009 г. станция вышла на орбиту искусственного спутника Луны высотой 31 × 199 км, наклоном 85° и периодом обращения 123 мин. Она продолжает делать снимки отдельных областей Луны с полярной орбиты, используя камеру высокого разрешения LROC.

На некоторых снимках можно увидеть протяженные узкие долины, называемые грабенами, возрастом около 50 млн лет. Грабены образованы в результате растяжения лунной коры. Они отличаются от эскарпов, которые возникли от сжатия Луны после охлаждения ее некогда раскаленных недр. Судя по всему, Луна не проходила стадию полного расплавления на ранних стадиях своей эволю-

ции. Еще в 2010 г. ученые обнаружили на лунной поверхности следы глобального сжатия, такие как утесы в форме лепестка, называемые “дольчатые эскарпы”. Наличие подобных разломов говорит о тектонической активности Луны, которая, возможно, продолжается и в настоящее время.

Планируется, что АМС будет работать до 2015 г.

14. “Акацуки” (“Akatsuki”, Япония). АМС и экспериментальный КА “Икар” (“Icaros”) запущены 20 мая 2010 г. (Земля и Вселенная, 2009, № 6, с. 75–76). Предполагалось, что “Акацуки” займется мониторингом атмосферных процессов Венеры, но 8 декабря 2010 г. из-за сбоя в работе тормозного двигателя станция не вышла на орбиту ИСВ. Сейчас “Акацуки” находится на гелиоцентрической орбите. Проверяется возможность повторного включения двигателя. Если двигатель и научные приборы останутся в рабочем состоянии, то через 5 лет при сближении станции с Венерой ее попробуют перевести на орбиту ИСВ для исследований.

15. “Чанъэ-2” (“Chang'e-2”, Китай). АМС стартовала 1 октября 2010 г. (Земля и Вселенная, 2011, № 2, с. 110). Через 8 сут она вышла на рабочую круговую окололунную орбиту высотой 100 км и работала в течение 9 месяцев. В августе

2011 г. станцию перевели в точку Лагранжа L2, расположенную в сторону Солнца на расстоянии 1,7 млн км от Земли. В точке Лагранжа L2 АМС исследовала хромосферу Солнца в течение 235 сут. 15 апреля 2012 г. “Чанъэ-2” покинула точку Лагранжа L2 и направилась к астероиду Toutatis (4179 Toutatis), который исследовала при пролете 12 декабря 2012 г. (Земля и Вселенная, 2013, № 3, с. 106), а затем вышла на гелиоцентрическую орбиту. Поддерживать связь со станцией предполагается еще полгода.

16. “Юнона” (“Juno”, США). АМС стартовала 5 августа 2011 г. (Земля и Вселенная, 2011, № 6, с. 31). Продолжается полет станции к Юпитеру. 30 августа и 3 сентября 2012 г. она выполнила два больших маневра с приращением скорости 345 и 388 м/с соответственно. Они обеспечат повторное сближение с Землей 9 октября 2013 г. на высоте 500 км с набором скорости за счет гравитационного маневра. 5 июля 2016 г. “Юнона” должна выйти на орбиту вокруг Юпитера с начальным периодом обращения 78 сут. Она сделает 32 витка вокруг планеты-гиганта и в течение года проведет комплекс научных экспериментов, корректируя свою орбиту маневрами. 16 октября 2017 г. станция войдет в атмосферу Юпитера.

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

В начале февраля 2013 г. марсоход впервые опробовал свой буровой инструмент, способный просверлить каменную породу на глубину около 7 см (Земля и Вселенная, 2013, № 4, с. 102). После изучения результатов бурения 5 июня второго камня, лежащего на дне русла ручья, марсоход на две недели остался у него, чтобы с помощью нейтронного детектора DAN оценить долю воды в грунте, скорость потока воды, его глубину и возраст.

В ходе путешествия марсохода исследовались различные участки с камнями округлой формы – галькой, многие из них, по-видимому, были сглажены водными потоками. Обнаруженные “Кьюриосити” 515 камней размером 1–4 см находились долгое время в потоке глубиной от 10 см до 1 м при скорости дви-

жения воды 3,6 км/ч. Частота, с которой марсоходу встречались обнажения с выходом на поверхность мелкой гальки, весьма значительна. Например, за время движения по холму Брэдбери (Bradbury Rise) найдено семь обработанных водой камней. Напрашивается предположение, что некогда водных потоков на Марсе было немало. По расчетам, влажный период на Красной планете мог закончиться всего 2 млрд лет назад. Если это так, то не только температурные, но и атмосферные условия на Марсе в прошлом должны были существенно отличаться от нынешних.

Следующий этап – 8-км переход к горе Шарп, к подножию которой марсоход подойдет в августе – октябре 2013 г. По пути “Кьюриосити” будет производить исследования грунта, воздуха и радиоактивного фона планеты. Срок работы марсохода – марсианский год (686,6 земных сут).

С.А. ГЕРАСЮТИН

По материалам NASA, JPL, ESA, EADS-Astrium, JAXA, CNSA,

Центра космических полетов им. Р. Годдарда,

Университетов

Калифорнии и Аризоны,

ИКИ РАН,

информгентств,

интернет-

сайтов “Астронет” и

“Space News” за 2012–

2013 гг.

Виктор Иванович Кузнецов

(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

Виктор Иванович Кузнецов – советский ученый в области прикладной механики и автоматического управления, Главный конструктор гиросприборов систем управления ракет-носителей и космических аппаратов, один из шести членов Совета Главных конструкторов, дважды Герой Социалистического Труда, доктор технических наук, профессор, академик.

Виктор Иванович родился 27 апреля 1913 г. в Москве в семье служащих. Все детство провел в Москве, в 1920 г. семья переехала в г. Боровичи Новгородской области, где в то время работал отец Виктора. После окончания в 1930 г. средней школы юноша три года работал электромехаником на керамическом комбинате, чтобы иметь трудовой стаж, необходимый тогда для поступления в вуз.

В 1933 г. Виктор поступает в Ленинградский индустриальный институт (политехнический; ныне – Санкт-Петербургский технический университет) по специальности “Котлостроение”. На втором курсе он узнал об организации на инженерно-физическом факультете (ныне физико-механический факультет) группы “Расчет и конструкция летательных аппаратов”. Выдающийся ученый-механик и специалист по гироскопической технике профессор Е.Л. Николаи обратил внимание на молодого человека с незаурядными способностями и горячим стремлением к новому и зачислил его в эту группу. Из

учителей В.И. Кузнецова необходимо отметить выдающегося деятеля науки академика А.Н. Крылова, профессоров Б.И. Кудревича и А.А. Лурье. Виктор проявил себя любознательным студентом, что позволило ему еще до окончания института принять участие в разработке сложной гироскопической системы на заводе 212 (ныне ЦНИИ “Электроприбор”) в Ленинграде под руководством ведущего специалиста в области гироскопии Н.Н. Острякова.

Окончив в 1937 г. институт, В.И. Кузнецов остался работать в исследовательской лаборатории на заводе 212, этот период совпал с началом становления отечественной гироскопической техники. Раньше корабельные системы стабилизации комплектовались в основном зарубежными гиросприборами, в частности американской фирмы “Сперри”. Виктор Иванович внес значительный вклад в разработку отечественных гировертикалей и стабилизированных постов наблюдения для управления огнем корабельной артиллерии, в результате чего удалось повысить точность стрельбы.

Великая Отечественная война застала В.И. Кузнецова в заграничной командировке в Германии, где он работал в комиссии по закупке немецкой техники для военных судов. В августе 1941 г. В.И. Кузнецов с группой других советских специалистов был депортирован в СССР в обмен на немецких дипломатов. Вернувшись в Москву, он про-

должил трудиться над корабельными системами, с его участием созданы отечественная гировертикаль “Компонент”, стабилизатор для танковых орудий.

В конце апреля 1945 г. Виктор Иванович с группой специалистов выезжает в Германию для сбора сведений о немецкой ракетной технике, где встречается с С.П. Королёвым, В.П. Глушко, Б.Е. Чертоком, В.П. Мишиным, Н.А. Пилигиным. В.И. Кузнецов изучал стабилизирующие устройства немецких баллистических ракет А-1 (Фау-1) и А-4 (Фау-2). С этого времени создание гироскопов для ракетно-космической техники стало смыслом его дальнейшей жизни и работы.

Над восстановлением документации и образцов ракетной техники в 1945–1946 гг. трудились коллективы нескольких советско-германских институтов и заводов. Правительство нашей страны поставило задачу воспроизвести это оружие на наших заводах. Виктор Иванович сразу обратил внимание на серьезные недостатки приборов, которые приводили к грубым ошибкам при обстреле немцами английских городов и низкой их надежности.

В начале 1950-х гг. под руководством Виктора Ивановича разрабатывается новая конструкция гироскопов, которыми оснащались все следующие ракеты: Р-5, Р-12, Р-11, Р-7. Если половина немецких ракет, выпущенных во время войны, потерпели аварию из-за несовершенной системы управления, то неполадки на первых же гироскопах В.И. Кузнецова были чрезвычайной редкостью. Виктор Иванович ставил задачу довести каждый элемент прибора до совершенства. Например, вакуумный гироскопический мотор, вращающийся со скоростью 60 тыс. оборотов в минуту с большой кинетической энергией, функционировал надежно и точно. Среди тысяч образцов, установленных на приборах различных типов, ни один гироскоп не отказал. Такие же уникальные результаты



Академик В.И. Кузнецов (1913–1991).

были достигнуты в отработке других элементов гироскопических приборов, например потенциметрических датчиков, шаговых двигателей. Виктор Иванович понимал, что без развития смежных отраслей промышленности, а также производственной базы невозможно создать приборы с требуемыми характеристиками. Поэтому он много времени уделял созданию специальных направлений в смежных отраслях точного приборостроения: разработка прецизионных подшипников, специальных смазок, материалов и сплавов с уникальными свойствами, тяжелых особо стойких жидкостей для поплавковых приборов, электротехнических элементов, электронных компонентов.

С 1956 г. до 1989 г. Виктор Иванович был Главным конструктором НИИ-944 (ныне Научно-исследовательский ин-



В.П. Глушко, М.С. Рязанский, В.П. Бармин, С.П. Королёв и В.И. Кузнецов на полигоне Капустин Яр после успешного первого запуска ракеты А-4 (Фау-2). 18 октября 1947 г.

ститут прикладной механики им. академика В.И. Кузнецова). Институт разрабатывал гироскопические приборы.

В 1950–1960-х гг. по инициативе и при участии В.И. Кузнецова строятся специализированные гироскопические производства на Московском заводе



В.И. Кузнецов, Н.А. Пилюгин и С.П. Королёв на Совете Главных конструкторов. Конец 1940-х гг.

электромеханической аппаратуры, Саратовском механическом заводе, заводах в Осташкове, Омске, Томске, Красноярске, Бердске, Миассе. Необходимость выпуска высокотехнологичной продукции Виктор Иванович отстаивал с присущей ему принципиальностью, убежденностью и твердостью, поскольку были и приверженцы консервативных точек зрения, призывающие работать по старинке. Правильность позиции Главного конструктора подтвердила жизнь, и передовые технологии, разработанные при изготовлении гироскопических приборов, были внедрены на крупных гироскопических заводах судостроительной, авиационной и оборонной промышленности.

Следующий важный этап в деятельности В.И. Кузнецова – производство гироскопических приборов, передача их в серию и эксплуатация новых оте-

чественных полностью автономных (без радиокоррекции) инерциальных систем на базе гиросtabilизированных платформ для межконтинентальных ракет Р-16 Главного конструктора М.К. Янгеля. Это был единственный выход из сложившейся ситуации, потому что радиокоррекция не могла быть осуществлена из-за своей уязвимости и невыполнения требований к управлению ракет при большой дальности стрельбы. Невозможно было разместить много наземных пунктов связи при различных азимутах полета ракеты. 24 октября 1960 г. на стартовой площадке 41 космодрома Байконур при подготовке к первому пуску ракеты Р-16 произошла катастрофа, погибло более 100 человек, в их числе маршал М.И. Неделин, несколько заместителей Главных конструкторов. При следующих пусках в полете возникли колебания гиросtabilизированной платформы. Но Виктор Иванович с помощью ведущих специалистов в области механики и автоматического регулирования академиков А.Ю. Ишлинского и Б.Н. Петрова решил эту проблему, после небольших доработок платформы дальнейшие испытания прошли успешно. Начались серийное изготовление высокоточных и надежных гиросприборов для ракетных войск стратегического назначения и их эксплуатация.

Более 20 лет под руководством В.И. Кузнецова продолжалась напряженная работа в Институте прикладной механики. Каждые два-три года выпускались новые приборы, более совершенные и точные, но повышение точности давалось все труднее. В то же время параметр “точность” становился значимым на одном уровне с защищенностью ракеты и мощностью носимого ею заряда. В первую очередь уделялось внимание разработке гиросблоков, акселерометров (гироинтеграторов), датчиков прецизионного предстартового горизонтирования.

В 1949 г. В.И. Кузнецова избирают



Главный конструктор гиросприборов В.И. Кузнецов. Начало 1950-х гг.

членом-корреспондентом Артиллерийской академии наук, в 1958 г. – членом-корреспондентом АН СССР, в 1968 г. он становится академиком, в 1991 г. – действительным членом Международной академии аэронавтики.

“Ракета уходит не ввысь, она летит по строго заданному маршруту и нацелена в определенную точку” – эти слова Виктора Ивановича раскрывают смысл его работы, назначение его приборов. Если сравнивать ракету с человеческим организмом, то гироскопические приборы несут функцию вестибулярного аппарата, который подает сигналы в мозг. В ракете гироскопические приборы передают сигналы в систему управления для ориентации в пространстве и осуществления правильного движения по заданной траектории.



В президиуме собрания, посвященного награждению НИИ-944 переходящим Красным знаменем: министр общего машиностроения С.А. Афанасьев, директор завода В.В. Лапшин, министр станкостроительной и инструментальной промышленности Б.В. Бальмонт, неизвестный, В.И. Кузнецов и секретарь парткома В.П. Кочетков. 1968 г.

Чтобы понять, насколько сложной была задача, надо представить, например, что установленный в отсеке стартующей ракеты гироскоп «взвешивает» ускорение, многократно превышающее силу тяжести, с точностью аналитических весов, изолированных от воздействия перегрузок и изменений температуры. Точность таких «весов» должна быть порядка 10^{-6} – 10^{-7} , то есть они должны взвешивать 1 кг с точностью до миллиграмма. Чувствительные элементы (гироблоки) обеспечивали ресурс непрерывной работы до 12 лет, благодаря чему ракета на старте во время боевого дежурства находилась в нулевой (практически мгновенной) готовности. Регулярно проводились проверки гироскопов

на точность по более чем 50 параметрам, чтобы, если происходило их изменение, вносить поправки в бортовую цифровую вычислительную машину.

Вершина этой работы – гироскопизатор для ракеты Р-36М2 «Воевода» Главного конструктора академика В.Ф. Уткина. Летно-конструкторские испытания этих ракет в 1986–1989 гг. были проведены без единого замечания по точности. Этот исключительный результат в ракетной технике достигнут за счет большого объема теоретических и экспериментальных исследований, наземной отработки, глубокого теоретического анализа каждого пуска ракеты. А ведь американцы для ракет высокой точности поражения цели не сразу вышли на летно-конструкторс-



Академики В.И. Кузнецов и В.Н. Челомей в НИИ прикладной механики. 1970 г.

кие испытания ракеты стратегического назначения "МХ", сначала они провели экспериментальные натурные испытания на предыдущей ракете, где показания испытываемой гироскопической стабилизируемой платформы, работающей в качестве "пассажира", сравнивались со штатными. Проводили американцы также испытания на ракетных тележках. Все это требовало много времени и затрат больших средств.

Другим направлением в деятельности В.И. Кузнецова стало создание гироскопов для космических аппаратов. В 1960–1980-х гг. они применялись на АМС серий "Луна", "Венера" и "Марс". Например, в сентябре 1969 г. управление возвращаемого аппарата АМС "Луна-16" с помощью малогабаритной гироскопической платформы было настолько точным, что коррекция его движения на траектории полета к Земле не потребовалась. Первыми гироскопами для управления ориентацией и движением оснащены КК "Восток-1". Они обеспечивали ориентацию корабля перед включением двигателя для торможения во время схода с орбиты и при управляемом спуске в атмосфере. Основные требования к приборам – высокая надежность, малый вес и габариты. Было выпущено более 100 различных типов гироскопов, в том числе для

модулей орбитальной станции "Мир", российского сегмента МКС, спутников "Экспресс", "Глонасс", "Ямал". Это поплавковые, газостатические, шарикоподшипниковые, газодинамические и динамически настраиваемые гироскопы, лазерные гироскопы, акселерометры – гироскопические, маятниковые, струнные, кварцевые и ртутные.

Большое значение В.И. Кузнецов придавал отработке технической документации. Он считал, что полная качественная документация – необходимое условие для быстрого освоения и налаживания производства приборов. Документацию, выпущенную коллективом Виктора Ивановича, всегда ценили сотрудники серийных заводов. В.И. Кузнецов никогда не делал секрета из своих технических достижений, щедро делился идеями.

Виктор Иванович обладал особым стилем руководства, вот его характерные черты и особенности:

– ответственность за конечный результат;

– "испытание сомнением". В процессе решения какой-либо проблемы он



В.И. Кузнецов в рабочем кабинете. 1975 г.

не ограничивал предлагаемые альтернативные варианты и не закрывал ни одного направления поисков. Все предложения проходили через жесткие сомнения, он заставлял авторов вникать в существо проблемы, искать теоретические и экспериментальные подтверждения своей идеи.

В.И. Кузнецов сумел создать в Институте атмосферу творчества, сплотив в большой коллектив единомышленников – инженеров, техников, плеяду ученых и конструкторов. Он решал самые сложные вопросы, видел новые научные горизонты, нес всю полноту ответственности за выполнение важнейших заданий.

Виктор Иванович не был кабинетным ученым, всегда находился в гуще событий: на ходовых испытаниях кораблей, в кабине танка, на стартовых площадках космодромов. Во время трагедии, которой закончились испытания ракеты Р-16, он проявил мужество, заботу о своих товарищах и сотрудниках, участвовал в срочном продолжении работ по этому важнейшему ракетному комплексу.

Виктор Иванович работал в тесном сотрудничестве с Главными конструкторами ракетно-космической техники: С.П. Королёвым, М.К. Янгелем, В.П. Макеевым, В.П. Глушко, В.П. Мишиным, Б.Е. Чертоком, В.Ф. Уткиным, Ю.П. Семёновым, М.Ф. Решетнёвым, Н.А. Пилюгиным, В.Г. Сергеевым,

Н.А. Семихатовым. Среди руководителей крупных отраслей промышленности Виктор Иванович пользовался большим авторитетом, имел постоянную поддержку и помощь в становлении гироскопической техники.

За свои заслуги перед Отечеством Виктор Иванович удостоен многих правительственных наград. Он дважды лауреат Сталинской премии (1943, 1946), лауреат Ленинской премии (1957), трижды лауреат Государственной премии (1962, 1967, 1977), дважды Герой Социалистического Труда (1956, 1961), награжден двумя орденами Ленина, орденами Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени, Золотой медалью им. С.П. Королёва АН СССР.

22 марта 1991 г. Виктор Иванович ушел из жизни, его похоронили на Новодевичьем кладбище.

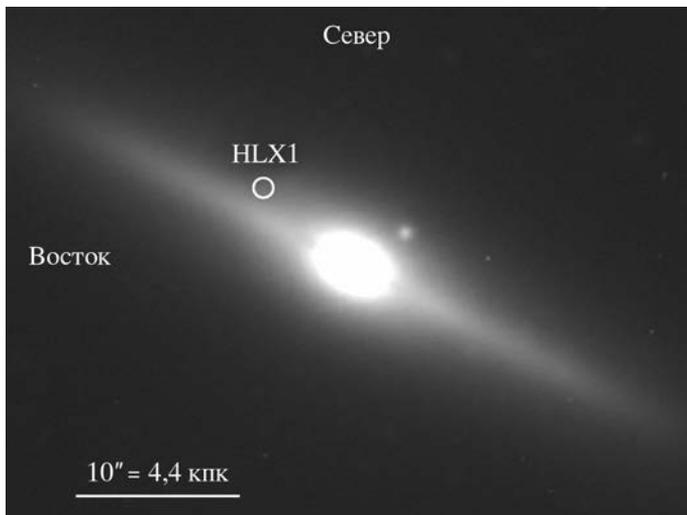
В 1994 г. Научно-исследовательскому институту прикладной механики присвоено имя академика В.И. Кузнецова.

Работы В.И. Кузнецова внесли значительный вклад в развитие отечественной гироскопической техники. Его по праву можно считать основателем гироскопической техники для ракетно-космической отрасли нашей страны.

И.Н. САПОЖНИКОВ,
доктор технических наук,
главный научный консультант
НИИ ПМ им. В.И. Кузнецова

Черные дыры средней массы

В конце 2012 г. группе астрофизиков, работающих на австралийском компактном радиоинтерферометре, во главе с Ш. Фареллом из Института астрономии в Сиднее удалось измерить массу объекта HLX-1 (Hyper-Luminous X-ray source – гиперяркий рентгеновский источник) – $2-9 \times 10^4 M_{\odot}$. Возраст HLX-1 менее 200 млн лет, он находится на окраине спиральной галактики ESO243-49 в созвездии Феникса в 290 млн св. лет от нас. Этот объект считается первой черной дырой средней массы, обнаруженной напрямую. HLX-1 в рентгеновском диапазоне почти в 300 млн раз превосходит светимость Солнца и излучает сильнее, чем позволяет эддингтоновский предел для черной дыры массой более $100 M_{\odot}$. В 2004 г. HLX-1 идентифицировала европейская космическая рентгеновская обсерватория “ИксММ-Ньютон” (“XMM-Newton”) как ультраяркий рентгеновский источник 2XMM J011028.12 –460421, в 2009–2012 гг. наблюдала космическая обсерватория “Чандра” (США). В 2010 г. Ш. Фарелл с коллегами наблюдали за HLX-1 с помощью космической обсерватории “Свифт” (“Swift”, США) и австралийской радиообсерватории АТСА. В середине сентября 2010 г. астрофизики зарегистрировали резкую активизацию



Черная дыра средней массы HLX-1 (обозначена кружком), расположенная в созвездии Феникса в одном из рукавов спиральной галактики ESO243-49. Снимок сделан в 2012 г. космической рентгеновской обсерваторией “Чандра”. Фото NASA, ESA.

цию HLX-1, продолжавшуюся несколько дней.

Напомним, что черные дыры условно делятся на дыры звездной массы (порядка $10 M_{\odot}$), средней массы ($10^3-10^4 M_{\odot}$) и сверхмассивные ($10^5 M_{\odot}$ и более). Возможно, существует также экзотический класс – микроскопические черные дыры, масса которых примерно равна массе Луны при радиусе около 0,1 мм (для сравнения: гравитационный радиус Солнца – около 3 км). Черные дыры звездной массы можно обнаружить в двойных рентгеновских системах. Первый такой объект X-1 в созвездии Лебеда обнаружен в 1964 г. В 2000 г. было доказано, что компактный объект Стрелец А*, расположенный в центре Млечного Пути и открытый в 1974 г., представляет собой сверхмассивную черную дыру. Но объекты

средней массы вплоть до недавнего времени найти не удавалось. По одной из гипотез, черные дыры средней массы прячутся в шаровых скоплениях, состоящих из старых звезд, по другой – множество дыр такого класса скрывается на периферии галактик.

Моделирование двойных систем позволило установить, что присутствие мощного рентгеновского излучения и высоких температур, вызванных трением вещества, разгоняемого до околосветовых скоростей, приводит к образованию лития-7. Значительная часть лития падает на поверхность дыры, однако некоторая его доля может выбрасываться в космическое пространство. Получается, что двойные системы – “фабрики” лития.

Пресс-релиз NASA, ESA,
16 июля 2013 г.

Владимир Иванович Яздовский

(К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)

В.И. Яздовский – основоположник отечественной космической биологии и медицины, руководитель медико-биологических программ подготовки и обеспечения первых полетов человека в космос, лауреат Государственной премии СССР, профессор, доктор медицинских наук.



Профессор В.И. Яздовский (1913–1999).

Владимир Иванович родился 24 июня 1913 г. в Ашхабаде (Туркменистан). Его отец, коллежский советник Иван Викторович, происходил из польских дворян г. Либава. Этот высокообразованный человек знал кроме русского и польского еще девять языков. Мать, Мария Кирилловна, домохозяйка, была очень доброй и трудолюбивой женщиной с сильным характером, родом из Вятской губернии. Вскоре после рождения Владимира семья переехала в Петроград, а в 1915 г. после рождения младшего сына, Михаила, – к родственникам в Елабугу (Татарстан). В 1921 г. скончался отец, нищета заставила мать на два года устроить Володю в детский дом. В Елабуге оба брата окончили с отличием школу-девятилетку. Еще школьниками они трудились на сельскохозяйственных работах у родственников матери. Затем семья переехала в Самарканд (Узбекистан), где Владимир в 1933 г. окончил мелиоративный факультет ВТУЗ хлопководства по специальности “инженер-гидротехник”. Он успешно трудился в системе водного хозяйства в должности старшего инженера, начальника отдела эксплуатации. Но Владимир мечтал стать врачом, поэтому в 1937 г. уволился с работы и поступил в Ташкентский медицинский институт. Он много времени уделяет хирургии и, будучи еще студентом третьего курса,



Майор медицинской службы В.И. Яздовский (сидит в центре) с боевыми товарищами. 1942 г.

начинает самостоятельно оперировать.

К окончанию института Владимир Иванович, сталинский стипендиат, подготовил кандидатскую диссертацию по нейрохирургии, которую не успел защитить, так как в ноябре 1941 г. сразу после получения диплома добровольно вступил в ряды Советской Армии. Его направили в Приволжский военный округ начальником санитарной службы запасного авиаполка, а в июле 1943 г. – на фронт дивизионным врачом 289-й штурмовой Никопольской Краснознаменной авиационной дивизии. Эта дивизия участвовала в освобождении Севастополя, Эстонии, Литвы и Латвии. За боевые отличия В.И. Яздовский был награжден орде-

нами Красной Звезды (1944), Отечественной войны 2-й степени (1945, 1948) и медалями “За победу над Германией” (1945), “За боевые заслуги” (1948). После войны он возглавлял медицинскую службу в г. Дубно Львовской области в той же авиадивизии, нередко замещая начальника медицинской службы авиакорпуса. Владимир Иванович продолжал оперировать в подчиненном ему авиационном госпитале, не забывая о науке, о чем свидетельствует его первая работа в области авиационной медицины по исследованию рабочего места летчика.

В сентябре 1947 г. В.И. Яздовский был назначен начальником лаборатории искусственного климата Научно-исследовательского испытательно-

го института авиационной медицины (НИИИАМ) ВВС. В 1948 г. его переводят на должность старшего научного сотрудника 2-го отдела и лаборатории "В", в 1949 г. он становится начальником лаборатории герметических кабин и скафандров. В 1947–1948 гг. Владимир Иванович работает в КБ выдающегося авиаконструктора А.Н. Туполева в качестве представителя НИИИАМ по герметическим кабинам военных самолетов. Неудивительно, что А.Н. Туполев заметил неординарные качества молодого ученого и уже через год рекомендовал В.И. Яздовского С.П. Королёву как специалиста, способного возглавить программу медико-биологической подготовки полета человека в космос. Встреча с Сергеем Павловичем осенью 1948 г. круто изменила жизненный и служебный путь Владимира Ивановича. Очевидно, что большую роль в выборе его кандидатуры, помимо личных качеств и двух высших образований (медицинского и инженерно-технического), сыграло умение С.П. Королёва подбирать себе надежных помощников. Вот как описывает эту встречу В.И. Яздовский: «Однажды вечером у меня дома раздался телефонный звонок. Энергичный мужской голос коротко представился: "Королёв", и за одну-две минуты я дал согласие встретиться... С.П. Королёв прямо, без обиняков, сказал мне, что у них есть ракеты, способные поднять груз массой более 500 кг на высоту 100 км (видели ли он мое ошеломление?), что геофизические исследования на этой высоте уже ведутся, но он считает, что пора начинать эксперименты на животных, которые проложили бы путь человеку. "Подумай хорошенько, взвесь все и... соглашайся! У нас другой кандидатуры нет... Ты взлет ракеты не видел? Никогда? По-моему, прекраснее нет ничего!"»

После неоднократных бесед в конце 1948 г. Сергей Павлович пригласил Владимира Ивановича в свое КБ (НИИ-88), чтобы "показать товар лицом". Однако

и это не сразу убедило В.И. Яздовского. В 1949 г. он встретился с министром Вооруженных Сил СССР маршалом А.М. Василевским. Владимир Иванович вспоминал: «И вот однажды, как всегда неожиданно, явился шумный, энергичный Королёв и повез меня к министру обороны... Александр Михайлович ждал нас, принял очень радушно, шутил. С.П. Королёв в тон ему начал меня "подначивать": не решается, дескать, подполковник сменить свою любимую авиационную медицину на космическую, риска боится. А.М. Василевский в деловом дружеском тоне приводил массу доводов "за", обещал помочь с финансированием и просил обращаться в случае любых трудностей лично к нему. "Вот видишь, я же говорил: все будет в порядке!" – успокаивал меня Сергей Павлович... Когда таким же образом он повез меня к президенту Академии наук СССР Сергею Ивановичу Вавилову, я почувствовал себя прямо-таки героем детектива. В самом деле, скромно тружусь в своей лаборатории, начальство института ничего не подозревает, а я наносу визит за визитом, один значительнее другого, участвую в обсуждении задач новой отрасли науки – и все это в абсолютном секрете!.. Знаменитый академик говорил, что его крайне интересуют прямые исследования... на ракетах. "Однако те исследования, которые мы просим возглавить Вас, Владимир Иванович, гораздо сложнее, но и увлекательнее, чем все известные до сих пор..." Сергей Иванович открывал передо мной фронт предстоящих работ, советовал подумать о том, что к обеспечению исследований придется привлечь механиков, физиков, химиков, специалистов по радиоэлектронике и из других отраслей... "Вероятно, Вам понадобится участие многих биологических и медицинских учреждений... Подбирайте людей, заказывайте аппаратуру. Средствами обеспечим"». Вот так начиналась наша пилотируемая космонавтика.



На месте приземления первых четвероногих “космонавтов”. В центре – В.И. Яздовский, справа от него – академик С.П. Королёв. Полигон Капустин Яр. 22 июля 1951 г.

В 1949 г. в обстановке полной секретности в НИИИАМ В.И. Яздовский с небольшой группой помощников стал изучать американскую и отечественную научную литературу по ракетной тематике. В результате он разработал доктрину, на основе которой строилась программа медико-биологического обеспечения космического полета человека. Доктрина, защищенная им на специальных заседаниях Медицинской академии наук и АН СССР, включала в себя классификацию факторов космического полета, методологию и программу исследований. Отсутствие каких-либо данных о физиологических реакциях живого организма в космосе и методического обеспечения безопасности животных требовало на первом этапе выполнения серий экспериментов. Сначала исследования проводились в кратковременных полетах на геофизических ракетах с животными на борту, а потом и на космических кораблях-спутниках.

В 1950 г. в НИИИАМ по инициативе Владимира Ивановича началось первое отечественное научное исследование в области космической медицины – “Физиолого-гигиеническое обоснование возможностей полета в особых условиях”. В.И. Яздовский возглавил группу по изучению медико-биологических проблем полета на геофизических ракетах. На ракетах устанавливались кабины с регистрирующей аппаратурой и подопытными животными, что дало возможность изучить влияние комплекса факторов суборбитального полета, прежде всего невесомости продолжительностью 3 мин, на их основные жизненные функции. В 1951–1952 гг. совместно с С.П. Королёвым и его сотрудниками на полигоне Капустин Яр выполнена первая серия шести пусков геофизических ракет Р-1Б с собаками на борту (Земля и Вселенная, 1997, № 6). В 1952 г. В.И. Яздовский с тремя своими сотрудниками удостоивается Сталинской премии за медико-



В.И. Яздовский после вручения Сталинской премии. Март 1952 г.

биологическое обеспечение первых полетов животных в ближний космос.

В 1954–1956 гг. состоялась вторая серия пусков ракет Р-1Д и Р-1Е с 12 собаками, причем четыре собаки летали дважды. В отсеке головной части ракеты размещались две катапультируемые тележки, в них находились собаки в скафандрах. Затем С.П. Королёв создал более мощные геофизические ракеты Р-2А и Р-5А, а Владимир Иванович подготовил для них новую программу медико-биологических исследований. На этом этапе (1957–1960) было выполнено 14 запусков собак на Р-2А и Р-5А на высоту 212 км и 450–473 км с продолжительностью невесомости 6 и 10 мин соответственно. Некоторые из собачек летали по два и три раза, а Пальма – четыре раза. Собак

в скафандрах фиксировали на специально изготовленных лотках и попарно помещали в герметичную кабину. В результате этих баллистических пусков создана система обеспечения безопасности высотного полета и система приземления животных в герметичной кабине на этапе спуска. Продолжали совершенствовать системы спасения, жизнеобеспечения, регистрации биотехнических параметров. Всего на геофизических ракетах совершили полеты 42 собаки, а также кролики, белые крысы и мыши. Успешное проведение всех серий запусков геофизических ракет позволило получить достоверные данные о влиянии кратковременной невесомости на живой организм, обосновать возможность орбитальных полетов, а также накопить опыт, необходимый для полетов человека в космос.

Запуск в 1957 г. первого искусственного спутника Земли вызвал огромный мировой резонанс, и было решено срочно готовить биологический спутник с собакой Лайкой, возвращение которой не планировалось. С.П. Королёв предложил использовать уже готовые агрегаты, применяемые в ракетной технике. Конструкция второго спутника, как и у первого, состояла из герметичного корпуса с радиопередатчиком. На специальной раме закрепили кабину, аналогичная устанавливалась на геофизических ракетах. В честь этого достижения отечественной космонавтики в 2008 г. на территории ГосНИИИ военной медицины МО РФ установлен памятник Лайке.

Расширение фронта работ в области космической биологии и медицины в СССР в связи с подготовкой к первому орбитальному полету человека потребовало значительного увеличения числа сотрудников НИИИАМ и интенсификации издания секретных отчетов. В 1956 г. В.И. Яздовского назначают начальником 8-го отдела Института, в 1958 г. – начальником 3-го управления, занимающегося космической те-



Памятник собаке Лайке, установленный в 2008 г. у входа на территорию ГосНИИИ военной медицины МО РФ.

матикой. В январе 1959 г. постановлением Правительства СССР НИИИАМ преобразован в Государственный научно-исследовательский испытательный институт авиационной и космической медицины (ГНИИИАИМК) МО СССР. В 1960 г. Владимира Ивановича назначили заместителем начальника Института, в 1961 г. – одновременно начальником управления по космической медицине. Прилив новых кадров в коллектив В.И. Яздовского позволил решать не только самые сложные научные задачи, но и организационного плана. В частности, в 1959 г. под его руководством выполнены два научно-прикладных исследования: “Разработка основных принципов отбора членов

экипажей ракетных летательных аппаратов” и “Разработка основных принципов тренировки членов экипажей ракетных летательных аппаратов”. В их подготовке вместе с сотрудниками ГНИИИАИМК участвовали медики Центрального научно-исследовательского авиационного госпиталя в Сокольниках и Центра подготовки космонавтов. Решением ВАК от 28 февраля 1959 г. Владимиру Ивановичу присуждается ученая степень доктора медицинских наук, в июне 1960 г. впервые в нашей стране ему присвоено ученое звание профессора по новой специальности “Космическая биология и медицина”.

Под руководством В.И. Яздовского выполнены две широкомасштабные программы профессионального отбора из летчиков истребительной авиации и подготовки первой группы космонав-



Выступление В.И. Яздовского на пресс-конференции в МГУ после полета Ю.А. Гагарина. 1961 г.



С.П. Королёв (в центре) и В.И. Яздовский (справа от него) обсуждают программу предстоящего космического полета Г.С. Титова. Сочи, 1961 г.

тов. К ним предъявлялись следующие условия: возраст до 30 лет, рост не выше 170 см, а также состояние здоровья, удовлетворяющее самым высоким требованиям врачебно-лётной экспертизы. Из предварительно отобранных 347 летчиков ВВС, ПВО и ВМФ первичный отбор прошли 225 человек, из них в отряд космонавтов зачислено всего 20 человек, летом 1960 г. определена группа из шести человек для ускоренной подготовки к первым полетам (Земля и Вселенная, 1991, № 2).

10 сентября 1960 г. С.П. Королёв представляет в ЦК КПСС докладную записку «О подготовке к запуску космического корабля «Восток» с челове-

ком на борту». В этом документе помимо его подписи были подписи членов Совета Главных конструкторов и руководителя медико-биологической подготовки космонавтов В.И. Яздовского. С августа 1960 г. по март 1961 г. стартовало четыре беспилотных корабля-спутника с собаками и другими биологическими объектами на борту, которых готовили с непосредственным участием Владимира Ивановича, ответственного за медико-биологическую подготовку и систему жизнеобеспечения. 3 апреля 1961 г. Правительство приняло решение о запуске пилотируемого корабля в космос. 8 апреля на заседании Государственной комиссии



Владимир Иванович и Тамара Петровна Яздовские с детьми: Виктором, Светланой и Аллой. 1957 г.

Ю.А. Гагарина утвердили основным командиром корабля, Г.С. Титова – дублером. 11 апреля на космодроме был проведен митинг, подготовка к полету проходила нормально. В своих воспоминаниях В.И. Яздовский так описал утро 12 апреля: «...мы спустились в глубокий бункер и разместились каждый на своем заранее отведенном месте... у столика АВД (аварийного выключения двигателя в случае неполадок на старте) находился Королёв и я... Вдруг ко мне обращается Сергей Павлович: “Володя, что ты все губы искусал в кровь, волнуешься?” А я, в свою очередь, спрашиваю: “Почему, Сергей Павлович, Вы такой бледный?..” Он только махнул рукой и сказал: “Отвечать-то все равно нам...”». После успешного полета Ю.А. Гагарина ГНИИИАиКМ наградили орденом Красной Звезды, 92 сотрудника Института

получили награды, а В.И. Яздовскому вручили орден Ленина. После этого полета фамилию В.И. Яздовского рассекретили. В полете Г.С. Титова получены новые данные о возможности возникновения скрытой формы космической болезни движения. Владимир Иванович также участвовал в медико-биологической подготовке и обеспечении последующих орбитальных полетов первых советских космонавтов на кораблях “Восток” и “Восход”.

В 1964–1968 гг. Владимир Иванович работал в Институте медико-биологических проблем Минздрава СССР заведующим сектором, а затем и заместителем директора по науке. С 1968 г. по 1970 г. – научный руководитель отдела № 66 агрегатного завода “Наука” Министерства авиационной промышленности СССР. В 1970–1994 гг. работал в НПО “Биотехника” заместителем

начальника отдела ВИНТИ, главным научным сотрудником, а также выполнял общественные обязанности председателя Ученого совета отдела космонавтики, председателя методсовета и члена Ученого совета объединения.

Глубокие и всесторонние знания В.И. Яздовского в различных областях биологии, медицины и техники, невероятное трудолюбие, изобретательность, высокая активность и жизненная сила, оптимизм, умение творчески подходить к решению государственных задач, беззаветная преданность великому делу космонавтики могут служить личным примером высокоморального служения Родине. Его организаторские качества способствовали привлечению к исследованиям проблем космической биоло-

гии и медицины ведущих ученых страны по различным специальностям. Преодолевая многие трудности, он добивался в решении поставленных задач успешного взаимодействия космических конструкторских бюро с руководством Военно-воздушных сил, Академией наук, Академией медицинских наук, Министерством здравоохранения и специалистами вузов. Деятельность Владимира Ивановича показывает исключительность и неординарность этой исторической личности как выдающегося ученого, организатора и основоположника отечественной космической биологии и медицины.

В.И. Яздовский положил начало публикации в нашей стране научно-информационных, переводных и оригиналь-



Мемориальные доски, посвященные В.И. Яздовскому и Ю.А. Гагарину, установленные в ГосНИИИ военной медицины МО РФ.

ных работ по космической биологии и медицине. Он автор более 270 научных трудов. Наибольшей популярностью пользуется его монография “На тропах Вселенной” (1996), рассказывающая о выдающемся вкладе отечественной космической биологии и медицины в освоение космического пространства. Следует отметить, что в 1964 г. после перехода в Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР (Земля и Вселенная, 1996, № 6) В.И. Яздовского фактически отстранили от роли организатора медицинского обеспечения предстоящих космических полетов. Кроме того, несмотря на его исключительные заслуги, в 1963 г. МО СССР ему отказало в присвоении воинского звания “генерал-майор медицинской службы”, а в 1993 г. Минздравом РФ было также отказано в ходатайстве о присвоении ему почетного звания Героя труда РФ, представленного по последнему месту его работы Генеральным директором НПО “Биотехника”, где разрабатывались перспективные биологические системы обеспечения условий для жизни человека в будущих длительных космических полетах. Владимир Иванович награжден шестью орденами и более чем 30 медалями за трудовые, боевые и научные заслуги.

В.И. Яздовский скончался 17 декабря 1999 г. На территории ГосНИИИ военной медицины МО РФ в 2000 г. в его память установили мемориальную доску, размещенную рядом с памятной доской Ю.А. Гагарина (2001).

В семейной жизни Владимиру Ивановичу необыкновенно повезло. В 1943 г. он женился на Тамаре Петровне Судаковой, женщине, обладавшей необыкновенной энергией, силой духа, мудростью и красотой. Даже в

самые тяжелые будни Тамара Петровна вносила радость, создавала в семье атмосферу взаимной поддержки и любви. Она обеспечила Владимиру Ивановичу надежную психологическую защиту и возможность сосредоточиться на трудной повседневной работе. Кроме того, многопрофильный специалист в стоматологии, она пользовалась необыкновенным авторитетом среди коллег и пациентов. В дружной семье Яздовских трое детей и пять внуков. Пример родителей, беспредельно любивших медицину, преданных своему делу, и их высокий профессионализм отчасти повлияли на выбор детьми профессии. Все они потомственные врачи.

Научное наследие В.И. Яздовского развивают его ученики и последователи. Коллеги и друзья хранят теплую память об этом человеке, чья неутомимая энергия, высокая работоспособность и творческий азарт способствовали становлению новой отрасли науки – “Космическая биология и медицина”. По мнению коллектива сотрудников НИИЦ АКМ и ВЭ 4-го ЦНИИ Минобороны России (бывшего ГосНИИИ военной медицины МО РФ), историческая встреча С.П. Королёва с В.И. Яздовским заслуживает увековечения в виде скульптурной композиции в Петровском парке г. Москвы. Подобная скульптура будет олицетворять величие труда миллионов ученых, врачей, инженеров, техников и рабочих нашей страны, которые сотворили незабываемый и небывалый трудовой подвиг, открывший путь человечеству в космос.

*Р.А. ВАРТБАРОНОВ,
И.М. ЖДАНЬКО,
М.Н. ХОМЕНКО*

4-й ЦНИИ Минобороны России

От РНИИ до Центра Келдыша

31 октября 1933 г. Совет Труда и Оборона СССР, учитывая достижения и огромные перспективы в деле применения реактивных двигателей, принял ре-

шение об организации Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ). Преемник Института – Исследовательский центр им. академика М.В. Келды-

ша (Центр Келдыша). В 2013 г. Центр Келдыша отметил юбилей – 80-летие деятельности на передовых рубежах ракетно-космической науки и техники.

РНИИ – первая не только в нашей стране, но и в мире государственная научно-исследовательская организация в области реактивной и ракетной техники. Он был сфор-

мирован на базе двух ведомственных организаций – ленинградской Газодинамической лаборатории и московской Группы изучения реактивного движения (Зем-

ля и Вселенная, 1981, № 5; 1993, № 5). Первым начальником РНИИ был назначен руководитель ГДЛ И.Т. Клеймёнов, его заместителем – руководитель МосГИРД С.П. Королёв (Земля и Вселенная, 1987, № 5; 1997, №№ 4, 5; 2007, № 1). Коллектив Института внес основополагающий вклад в разработку первых поколений реактивных снарядов, ракетных двигателей и ракет, в воспитание специалистов ракетной техники. С момента образования Института среди его сотрудников были выдающиеся ученые и конструкторы С.П. Королёв, В.П. Глушко, Ю.А. Победоносцев, М.К. Тихонравов, И.Т. Клеймёнов, Г.Э. Лангемак. К.Э. Циолковский был почетным



Здание Реактивного научно-исследовательского института на ул. Онежская, Москва. 1930-е гг.

членом Технического совета РНИИ.

Деятельность Института в начале была ориентирована не столько на развитие научных исследований, сколько на создание образцов вооружения для Красной Армии. Первый шаг на этом пути – поступление в 1938–1939 гг. в авиацию пороховых реактивных снарядов РС-82 и РС-132. В августе 1939 г. советские истребители сбили 15 самолетов противника во время конфликта в районе реки Халхин-Гол. Реактивные снаряды широко применялись и во время Великой Отечественной войны на истребителях Лавочкина, Яковлева и Микояна, штурмовиках Ильюшина.

Всемирную славу нашему Центру принесла созданная в 1938–1941 гг. первая в мире реактивная система залпового огня М-13, известная под неофициальным названием “Катюша”. Первый боевой залп этого грозного оружия был произведен 14 июля 1941 г. под Оршей (Белоруссия). В 1942 г. за “Катюшу” Институт был награжден боевым орденом Красной Звезды.



Наряду с разработкой пороховых реактивных снарядов и систем для их запуска шли работы и по другим направлениям ракетной техники. В ноябре 1933 г. с подмосковного полигона Нахабино была успешно запущена первая отечественная экспериментальная ракета ГИРД-Х на жидком топливе конструкции Ф.А. Цандера (Земля и Вселенная, 1998, № 1; 2007, № 6; 2012, № 6). В январе и марте 1939 г. прошли летные испытания крылатой ракеты 212 конструкции С.П. Королёва с ЖРД ОРМ-65 конструкции В.П. Глушко.

28 февраля 1940 г. совершил первый полет спроектированный С.П. Королёвым ракетоплан РП-318-1 с ЖРД конструкции сотрудника нашего института Л.С. Душкина. Это первый в СССР полет человека на летательном аппарате с ракетным двигателем и первый шаг на

пути человека в космос. 15 мая 1942 г. впервые в нашей стране состоялся полет самолета-истребителя БИ-1 с ЖРД. Планер ракетного самолета серии “БИ” спроектировали под руководством А.Я. Березняка и А.М. Исаева, на нем использовался первый в СССР ЖРД Д-1-А-1100 тягой более 1 т конструкции Л.С. Душкина.

В июле 1942 г. постановлением Госкомитета Обороны РНИИ был преобразован в Государственный институт реактивной техники, в феврале 1944 г. – в НИИ-1 Наркомата (позднее – Министерства) авиационной промышленности.

В предвоенные и военные годы Институт заложил основы развития отечественной ракетной техники. В августе 1944 г. на немецкий ракетный полигон Близна в освобожденной советскими войсками Польше для изучения немецкой ра-



Огонь ведут "Катюши". 1940-е гг.



Ракетоплан РП-318-1 конструкции С.П. Королёва перед взлетом. 1940 г.

кетной техники прибыла первая группа специалистов-ракетчиков – сотрудников нашего предприятия. В Институте подготовили блестящую плеяду ученых и конструкторов, возглавивших в послевоенный период

важнейшие направления ракетно-космической техники. Среди них – руководивший НИИ-1 33 года (1955–1988) доктор технических наук В.Я. Лихушин, академики Г.И. Петров, В.С. Андруевский, Н.А. Анфимов,

Ю.А. Рыжов, нынешний президент РАН В.Е. Фортов, члены-корреспонденты АН СССР А.П. Ванничев, В.М. Иевлев, Ю.В. Полежаев.

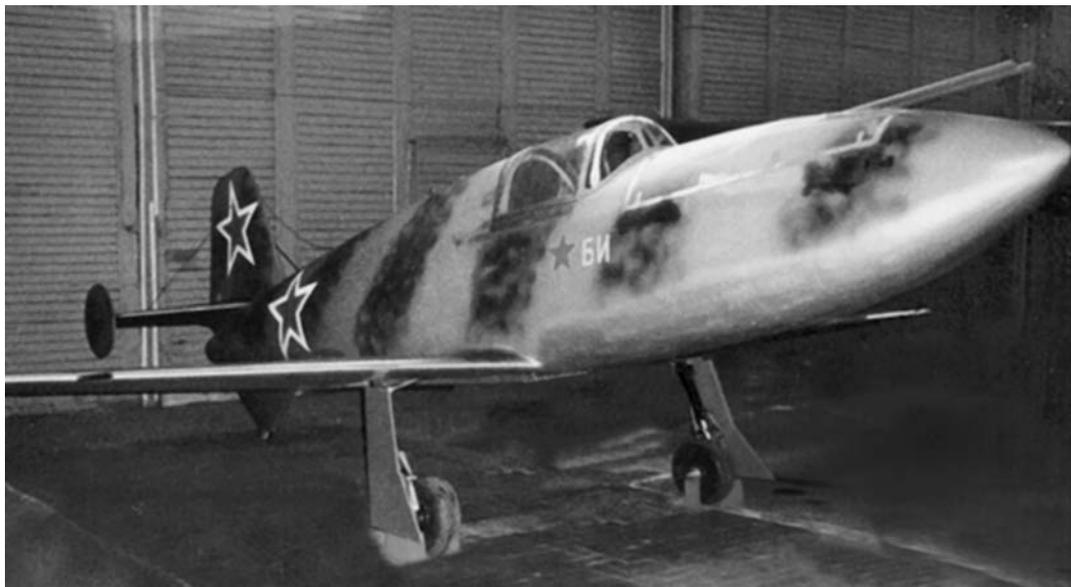
Трудно переоценить роль М.В. Келдыша в завоевании Центром поис-

тине всемирного признания. В 1946 г. в возрасте 35 лет Мстислав Всеволодович был избран действительным членом Академии наук СССР и назначен его начальником. Под руководством М.В. Келдыша Институт стал ведущей научно-исследовательской организацией по реактивному двигателестроению, проблемам газовой динамики и теплообмена. Вокруг М.В. Келдыша формируется коллектив выдающихся ученых, таких как Г.И. Петров, Л.И. Седов, Г.Н. Абрамович, А.П. Ваничев, Е.С. Щетинков. Под их началом были проведены фундаментальные и прикладные научные исследования по термодинамике, аэрогазодинамике, теории горения. Закладываются

основы методов проектирования и испытаний ЖРД и СПВРД, проводятся исследования, позволившие решить проблемы тепловых режимов и тепловой защиты летательных аппаратов.

В 1944–1958 гг. из состава Института выделались конструкторские коллективы, на основе которых вырос ряд отраслевых КБ. Это, например, ОКБ “Сатурн” во главе с А.М. Люльки, нынешний Московский институт теплотехники, в котором созданы МБР “Тополь” и “Булава”; КБ химического машиностроения им. А.М. Исаева – разработчик ЖРД; НИИ машиностроения – разработчик большого семейства малых ЖРД для управления космическими аппаратами.

Постановлением правительства 1954 г. на НИИ-1 и персонально на М.В. Келдыша возлагалась координация всех научных исследований, касающихся крылатых ракет. С этой целью в Институте организовали новые подразделения и развернули уникальную стендовую базу. Создание межконтинентальной крылатой ракеты “Буря” стало одним из важнейших направлений деятельности Центра в 1950-е гг. Главным предприятием по этому объекту было КБ С.А. Лавочкина (ныне НПО им. С.А. Лавочкина; Земля и Вселенная, 1997, № 4; 2008, № 1). “Бурю” оснастили разгонными блоками с ЖРД (КБ А.М. Исаева) и маршевой ступенью со сверхзвуко-



Ракетный самолет “БИ” конструкторов А.Я. Березняка и А.М. Исаева. 1942 г.



Три “К” – академики С.П. Королёв, И.В. Курчатов и М.В. Келдыш. 1959 г.

вым ПВРД (КБ М.М. Бондарюка). Летно-конструкторские испытания крылатой ракеты “Буря”, проведенные в 1957–1959 гг., подтвердили высокие показатели отдельных систем и ракетного комплекса в целом.

Институт осуществлял научное сопровождение создаваемых в ОКБ-1 под руководством С.П. Королёва МБР Р-7 и ракет-носителей на ее основе. Центр внес большой вклад в подготовку к запуску первого ИСЗ и осуществление первого в мире пилотируемого полета в космос. Под руководством Б.В. Раушенбаха в Институте спроектирована и изготовлена

первая в мире система управления ориентацией космических аппаратов. Она успешно функционировала на АМС “Луна-3”, сфотографировавшей 7 октября 1959 г. обратную сторону Луны. Научные исследования в области тепловых процессов, возглавляемые Г.И. Петровым, позволили изготовить надежную систему теплозащиты КК “Восток”.

Настоящим триумфом Центра можно назвать обоснование замкнутой схемы ЖРД с дожиганием генераторного газа. В 1959 г. в лаборатории А.П. Ваничева проведены комплексные испытания таких ЖРД, подтвер-

дившие реализуемость предложенной схемы, возможность достижения высокого давления в камере сгорания и в результате – существенного повышения удельного импульса тяги. Эти исследования положили начало применению замкнутой схемы во всех отечественных двигателестроительных КБ. В настоящее время преимущества двигателей такой схемы общепризнаны.

В 1950-х гг. по инициативе М.В. Келдыша начаты исследования в области ядерного ракетного двигателестроения. В 1955 г. в НИИ-1 образована группа по формированию концепции ядер-



ных ракетных двигателей во главе с В.М. Иевлевым, в которую вошли, в частности, К.И. Артамонов, А.С. Коротеев. В 1966 г. в КБ химавтоматики (Воронеж) был изготовлен РД-0410 тягой 3,6 тс – первый и единственный советский ядерный ракетный двигатель. В 1978 г. стендовый прототип ЯРД прошел цикл удачных испытаний на специализированной стендовой базе Семипалатинского полигона. С 1962 г. в КБ В.П. Глушко работали над ядерным газофазным РД-600 тягой 600 тс.

В 1963 г. в НИИ-1 возникло новое направление – источники плазмы для исследований с плазменными образованиями в космосе. В 1960–1980-х гг. проведено более 20 летных испытаний таких источников. Развитием этого направления стали работы по электроракетным двигателям – холловским,

ионным, магнитоплазменно-динамическим.

В 1965 г. НИИ-1 вошел в состав Министерства общего машиностроения, стал головной научно-исследовательской организацией отрасли по проблемам ракетного двигателестроения и получил новое название – НИИ тепловых процессов (НИИ ТП).

17 февраля 1975 г. за работы по динамике ЖРД и продольной устойчивости ракет с ЖРД для боевых ракетных комплексов наземного и морского базирования НИИ ТП был награжден орденом Трудового Красного Знамени.

Проведенные в Институте расчетные и экспериментальные исследования во многом способствовали достижению паритета с США по боевым ракетным комплексам наземного и морского базирования с твердотопливными МБР.

Межконтинентальная крылатая ракета “Буря” со сверхзвуковым прямоточным воздушно-реактивным двигателем РД-012, разработанным в НИИ-1 и КБ М.М. Бондарюка. 1955–1956 гг.

Особо следует отметить вклад НИИ ТП в решение впервые возникшей в мировой практике проблемы обеспечения стойкости к возгоранию элементов газового тракта двигателей ракет-носителей “Зенит” и “Энергия” и многоразовой космической системы “Энергия-Буран”. В НИИ ТП был создан сверхзвуковой прямоточный двигатель оригинальной схемы для находящейся в эксплуатации крылатой ракеты комплекса “Яхонт”.

В 1985 г. начата реализация крупнейшей программы новых систем оборонного назначения. Специалисты Института



Ядерный ракетный двигатель РД-0410, созданный под руководством В.М. Иевлева. Энергетический пуск первого реактора ЯРД прошел в 1978 г.

рукторских работ по всем основным направлениям ракетного двигателестроения и космической энергетики. Центр координирует и интегрирует усилия организаций отрасли по созданию высокоэффективных ракетных двигателей и энергетических установок ракетно-космических комплексов, выполняет функции научно-технического сопровождения и государственного эксперта на всех этапах от эскизного проектирования до определения достаточности наземной отработки и возможности допуска к летной эксплуатации ракетных двигателей различных типов. В настоящее время большое внимание уделяется физико-математическому моделированию процессов в ракетных двигателях. Методики и программное обеспечение позволяют существенно сократить продолжительность и снизить стоимость создания новых двигателей. Исследуются проблемы теплообмена и охлаждения, профилирования сопел двигателей, стойкости конструкционных материалов в различных средах.

Одно из мероприятий на пути производ-

выполнили ряд принципиально новых разработок, в том числе по генерации электронных и нейтральных пучков большой мощности.

В 1992 г. руководство НИИ ТП было одним из инициаторов организации Российского космического агентства. В 1995 г. НИИ ТП переименовали в Исследовательский

центр им. М.В. Келдыша. В 2008 г. Центр получил статус Государственного научного центра Российской Федерации. Это единственный ГНЦ в системе Роскосмоса.

Современная структура Центра Келдыша обеспечивает проведение научно-исследовательских и опытно-конст-

ства перспективных двигателей многократного включения – использование лазерного зажигания в ЖРД. Достоинства этого метода оценили ведущие специалисты. Большое внимание уделяется многорежимным маршевым двигателям, предназначенным для межорбитальных разгонных блоков, которые применяются в транспортных операциях в околоземном и межпланетном космическом пространстве.

Значительные успехи совместно с предприятиями отрасли достигнуты в получении энергонасыщенных твердых топлив, которые за счет более высокой температуры горения обеспечивают существенное повышение удельного импульса тяги. Предложены и экспериментально обоснованы методы и средства организации теплозащиты РДТТ с применением двухсоставных зарядов из высокоэнергетических твердых топлив.

В 2002 г. на борту ИСЗ связи “Экспресс-А” № 4 был впервые запущен ЭРД Центра Келдыша – холловский двигатель КМ-5. С учетом тенденций развития космической техники в Центре подготовлено семейство ЭРД холловского типа мощностью от 100 Вт до 6 кВт. Завершен этап ресурсных испытаний блока коррекции ЭРД КМ-60, устанавливаемых на геостационарных спутниках связи. По контракту



ДВИГАТЕЛЬ КМ-45

| | |
|---------------------|--------------------------|
| Тяга, мН | 10–28 |
| Мощность, кВт | 0,20–0,45 |
| Удельный импульс, с | 1250–1500 |
| Назначение | ДУ КА с массой до 500 кг |
| Стадия разработки | Летная модель |



ДВИГАТЕЛЬ КМ-7

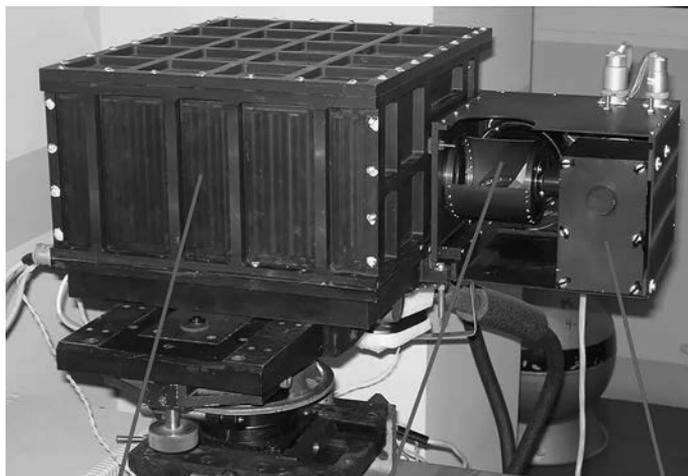
| | |
|---------------------|---------------|
| Тяга, мН | 200–380 |
| Мощность, кВт | 3,5–6,0 |
| Удельный импульс, с | 1700–2650 |
| Назначение | Маршевые ДУ |
| Стадия разработки | Летная модель |

Холловские электроракетные двигатели КМ-45 и КМ-7, выпущенные в 1990-х гг.

с Индией поставлен летный комплект из четырех ЭРД КМ-88 для индийских геостационарных спутников.

Изготовлен и проходит испытания опытный образец ионного двига-

теля мощностью 10 кВт с удельным импульсом тяги до 7000 с. Это прототип ионного двигателя мощностью 32 кВт для электроракетной двигательной установки транспортно-энергетиче-



Модуль интерферометра

Зеркало сканера

Модуль сканера

Инфракрасный Фурье-спектрометр для метеоспутника “Метеор-3М”. Старт РН “Зенит-2” с ИСЗ “Метеор-3М” состоялся 10 декабря 2001 г.



Памятная доска академику М.В. Келдышу, установленная на главном здании Центра Келдыша.

ского модуля с ядерной установкой мегаваттной мощности.

С момента основания в Центре ведутся работы по приборно-аппаратурному обеспечению ракетно-космической техники. Изготовлен и установлен инфракрасный Фурье-спектрометр на метеоспутнике «Метеор-3М» (запущен 10 декабря 2001 г.).

Спектрометр обеспечивает высокую точность регистрации метеорологических параметров, а по своим характеристикам находится на уровне лучших мировых образцов. Начато изготовление Фурье-спектрометра с улучшенными характеристиками для ИСЗ «Метеор-МП». Прошел зачету эскизный проект

гиперспектрального Фурье-спектрометра с характеристиками выше мирового уровня для геостационарных метеоспутников «Электро-М».

В Центре открыто новое направление – рациональное природопользование. Налажен выпуск химически стойких мембран нового поколения из микропористых пленок для очистки воды и агрессивных жидкостей.

В 2000-е гг. в конверсионных целях в Институте спроектированы и изготовлены технологические установки для поверхностного упрочнения конструкций, обеспечивающие повышение твердости и износостойкости поверхности материалов в 2,5–4 раза. В настоящее время проходит испытание электронно-лучевое оборудование, упрочняющее рельсы и колеса подвижного состава. Преимущества установок открывают хорошие перспективы для их внедрения в промышленное производство.

В последние годы в структуре и деятельности Центра появилось очень важное новое направление – нанотехнологии. На его территории образован Центр коллективного пользования, оснащенный уникальным высокотехнологичным аналитическим оборудованием для исследований на наноуровне. Прилагаются усилия по внедрению в узлы и системы космической техники результатов исполь-

зования нанотехнологий, включая углеродные нанотрубки, нанесение многослойных теплозащитных покрытий с применением нанопорошков, емкостных накопителей электрической энергии с высокими удельными характеристиками запаса энергии, наносенсоры на основе нанотрубок. В 2011 г. выпущен том “Нанотехнологии – новый уровень решения проблем при создании перспективных изделий ракетно-космической техники” энциклопедии “Новые наукоемкие технологии в технике”.

Большое внимание Центр уделяет совершенствованию энергомассовых показателей и всех элементов бортовых систем электроснабжения: солнечных батарей с высокоэффективными многокаскадными фотопреобразователями на основе арсенида галлия, аккумуляторных батарей на основе литиевых электрохимических систем, аккумуляторов энергии с водородным циклом на основе электрохимического генератора и электролизера воды.

После перерыва возобновились работы в области ядерной космической энергетики, ориентиро-

ванные на реализацию перспективных крупномасштабных космических проектов: долговременные лунные базы, пилотируемые экспедиции на Марс, защита Земли от астероидно-кометной опасности. Ядерные энергетические установки, характеризующиеся большой компактностью, независимостью от условий освещенности и расстояния до Солнца, позволят намного увеличить энерговооруженность перспективных космических средств по сравнению с нынешними, например с солнечной энергоустановкой мощностью 100 кВт на Международной космической станции. Высокий уровень электрической мощности позволит выполнять в космическом пространстве энергоемкие транспортные операции за счет использования наиболее эффективных электроракетных двигательных систем. Мощные ядерные энергетические системы откроют новую эру космонавтики.

В 2012 г. ведущие специалисты Центра вместе с представителями двигательных КБ были удостоены премии Правительства РФ за разра-

ботку фундаментальных основ создания ракетных двигателей.

Достижения Центра Келдыша за 80 лет, его настоящее и будущее – это результат огромной творческой деятельности нескольких поколений его сотрудников – ученых, инженеров, конструкторов, техников, рабочих. Свой вклад в высокую репутацию Центра внесли и продолжают вносить ветераны. Оптимистические надежды на сохранение и приумножение наследия ветеранов связываются с нынешним молодым поколением Центра.

Современная деятельность Центра направлена, прежде всего, на создание научно-технического фундамента для будущих успехов отечественной ракетно-космической техники, укрепление роли нашей страны в качестве ведущей мировой космической державы.

А.С. КОРОТЕЕВ,
академик

А.А. ГАФАРОВ,
кандидат технических наук

В.Н. АКИМОВ
ГНЦ ФГУП
“Центр Келдыша”

Юбилейная конференция “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”

О.Ю. ЛАВРОВА,
кандидат физико-математических наук
М.И. МИТЯГИНА,
кандидат физико-математических наук
ИКИ РАН

Наблюдение за состоянием суши, океана и атмосферы, контроль геофизических параметров природной среды, изучение их пространственно-временной динамики – одни из основных задач наук о Земле. Спутниковое дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ), то есть космические методы изучения окружающей среды, – важнейшее средство получения информации о состоянии суши, Мирового океана и атмосферы в различных пространственно-временных масштабах. В последнее десятилетие спутниковые системы ДЗЗ достигли принципиально нового уровня развития. Их отличают высокая стабильность и многократность наблюдений, глобальность,

наличие достаточно длинных рядов данных, возможность восстановления количественных характеристик состояния окружающей среды. Одновременно разрабатывается современная аппаратура для съемки Земли из космоса и создаются совершенно новые методы и технологии обработки спутниковых данных. Это позволяет, с одной стороны, создавать прикладные системы для решения насущных потребностей общества, с другой – на новом уровне решать многочисленные научные вопросы, связанные с наблюдением состояния и динамикой природных объектов. Именно этому посвящены Всероссийские открытые конференции “Современные проблемы дистан-

ционного зондирования Земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, природных и антропогенных объектов)”. С 2003 г. конференции ежегодно проводятся во второй половине ноября в Москве в ИКИ РАН при поддержке Российской академии наук, Федерального космического агентства и Российского фонда фундаментальных исследований (Земля и Вселенная, 2008, № 5; 2011, № 3). Эти конференции превратились в престижные научные форумы, собирающие специалистов, чьи научные работы расширяют и углубляют наши знания о Земле и окружающем мире, закладывают основы для решения фундаменталь-



ных научных, народнохозяйственных и прикладных проблем.

12–16 ноября 2012 г. в ИКИ РАН проходила 10-я Всероссийская открытая конференция «Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса». Программный комитет Конференции уже много лет возглавляет вице-президент Российской академии наук, академик Н.П. Лавёров. Ее открытие состоялось в Большом концертном зале Президиума РАН. С приветственными словами к участникам Конференции обратились заместитель директора ИКИ РАН

Е.А. Лупян, заместитель руководителя Роскосмоса А.Е. Шилов, руководитель Росгидромета А.В. Фролов, руководитель кластера космических технологий и коммуникаций фонда «Сколково» С.А. Жуков, академик РАН А.С. Исаев. Перед началом заседания был показан фильм, подготовленный студией Роскосмоса, рассказывающий об успехах в этой области.

На первом пленарном заседании прозвучали обзорные доклады членов коллегии Роскосмоса (М.Н. Хайлов и В.А. Заичко), Росгидромета (А.Б. Успенский,

ФБГУ «НИЦ «Планета») и объединенные доклады ведущих институтов РАН (Е.А. Лупян, ИКИ РАН). В обзорных докладах были рассмотрены достижения отрасли в области дистанционного зондирования Земли и обсуждались планы на будущее. Второе пленарное заседание было посвящено новым научным результатам в океанологии, геологии и геофизике, в изучении атмосферных процессов, экосистем и гелиофизической обстановки благодаря использованию данных дистанционного зондирования Земли. Было отмечено, что использование спутниковой информации позволило выйти на новый качественный уровень понимания природных процессов, появилась возможность не только решать совершенно новые задачи, которые не могли быть решены ранее, но и проследить временные изменения для больших территорий, поскольку накоплены достаточно полные архивы спутниковых данных за 20 лет практически по всему земному шару.

На Конференции было заявлено 504 доклада, из них 302 устных и 202 стендовых. Количество зарегистрированных участников и слушателей достигло рекордного количества – 707 человек из 204 организаций, расположенных в 53 городах 7 стран (России, Беларуси, Казахстана, Украины, Германии, Швейцарии и



Открытие Конференции. В президиуме академик А.С. Исаев, заместитель руководителя Роскосмоса А.Е. Шилов, руководитель Росгидромета А.В. Фролов, председатель программного комитета, вице-президент РАН академик Н.П. Лавёров, председатель организационного комитета, заместитель директора ИКИ РАН Е.А. Лупян. Фото С.В. Макогонова.

США). Были представлены все российские регионы. Помимо ученых из Москвы (417 участников и слушателей), Санкт-Петербурга (51), подмосковных научных центров (60) с докладами выступили ученые из Владивостока (14 участников), Красноярска (13), Новосибирска (13), Архангельска (11) и Хабаровска (9). Тематика докладов охватывала все направления дистанционного зондирования Земли из космоса, как фундаментальные исследования, так и научные разработки, доведенные до практического применения. Работа секций велась по следующим направлениям:

- методы и алгоритмы обработки спутниковых данных;
- технологии и методы использования спутниковых данных в системах мониторинга;
- вопросы создания и использования приборов и систем для спутникового мониторинга состояния окружающей среды;
- дистанционные методы наблюдений атмосферных и климатических процессов;
- дистанционные исследования поверхности океана и ледяных покровов;
- дистанционное зондирование планет Солнечной системы;

– дистанционные методы в геологии и геофизике;

– дистанционное зондирование растительных и почвенных покровов;

– дистанционное зондирование ионосферы.

Представленные на секции **“Дистанционные исследования океана и ледяных покровов”** доклады и прошедшие на ней обсуждения показали, что в настоящее время спутниковые методы активно развиваются применительно к изучению Мирового океана и внутренних морей, и в этой области их использования достигнут значительный прогресс.

Сегодня на первый план выходит создание основ новых технологий, развитие методик космического мониторинга и создание на их базе системы оперативного спутникового контроля состояния и загрязнения российских морей. В частности, радиолокаторы с синтезированной апертурой, установленные на спутниках “ENVISAT”, “Radarsat-1 и -2”, “ERS-2” и “TerraSAR-X”, стали незаменимым средством для мониторинга нефтяных загрязнений океанов и морей. Возможность обзора в короткие сроки огромных акваторий, а также повторных наблюдений одного и того же региона с небольшим временным интервалом делают использование космической информации наиболее дешевым, оперативным и объективным



Исполнительный директор кластера "Космические технологии и телекоммуникации" фонда Сколково С.А. Жуков приветствует участников Конференции. Фото С.В. Макогонова.

методом экологического мониторинга. Анализ получаемой информации позволяет оперативно отслеживать экологическую обстановку акватории, оценивать степень ее загрязненности и исследовать физические процессы, определяющие перенос загрязнений, а иногда и определять виновников нефтяного загрязнения. Результаты, посвященные спутниковой диагностике нефтяных загрязнений морской поверхности, уже в настоящий момент востребованы в различных проектах.

Еще один пример: высокое содержание взвеси и интенсивное цветение фитопланктона может быть обусловлено как естественными факторами (сток рек, вынос из лагун

и лиманов), так и антропогенным воздействием (сбросы промышленных предприятий, слив удобрений с полей). Поскольку вспышки цветения фитопланктона – наиболее очевидное следствие эвтрофикации, то есть ухудшения качества воды из-за избыточного поступления в водоем биогенных элементов, данные спутниковых наблюдений (например, сканирующих спектро-радиометров MODIS и MERIS) имеют огромное преимущество для экологического мониторинга морей по сравнению с судовыми наблюдениями. На секции обсуждались проблемы применения спутниковых методов наблюдения цветения синезеленых водорослей в Чёрном, Азовском и Каспийском морях, улучшения региональных алгоритмов оценки концентрации хлорофилла по данным спутниковых сканеров цвета.

Благодаря прогрессу в технологиях дистанционного зондирования океана из космоса стало возможным исследовать различные типы мезомасштабных и мелкомасштабных вихрей и струй. Обусловленные ими движения вод не только вносят свой вклад в перенос загрязнений, но и могут способствовать "самоочищению" прибрежных вод от загрязнений различной природы.

Льды – важная составляющая климатической системы Земли, в то же

время они могут служить индикатором происходящих в этой системе изменений. В значительной мере важность роли морского льда в климатических процессах обусловлена наличием положительной обратной связи между изменениями температуры системы океан – атмосфера и площадью морских льдов. На секции прозвучали доклады, посвященные выявлению динамики свойств морского льда, установлению пространственно-временной изменчивости сплошности морского льда в океане и определению типов морского льда на основе использования спутниковой информации.

Как следует из докладов, ученые активно разрабатывают методы и технологии, позволяющие использовать спутниковую информацию в фундаментальной науке, природопользовании и экологической деятельности. Большинство докладов отражали результаты работ, выполненных в рамках инициативных, региональных, экспедиционных и ориентированных фундаментальных проектов, поддержанных РФФИ. Как правило, эти результаты важны для развития фундаментальной науки и одновременно могут быть использованы для практических приложений. Следует отметить, что разработки российских ученых соответствуют мировым тенденциям в развитии ме-



Молодые ученые знакомят специалистов со своими стендовыми докладами: слева – В.С. Сенько (ЦЭПЛ РАН), Балашов И.В. (ИКИ РАН) и Е.И. Белова (ЦЭПЛ РАН); справа – А.В. Кашницкий (ИКИ РАН). Фото А.А. Козочкиной.

тодов дистанционного зондирования и не уступают современному мировому уровню.

Благодаря взрывному росту объемов информации о Мировом океане, получаемой на основе данных ДЗЗ, эффективная работа с этой информацией, в том числе ее комплексный анализ, становится возможной только с помощью специальных систем и технологий, позволяющих оперировать большими, постоянно пополняющимися архивами данных. При этом особенно интересна возможность организации совместного анализа данных, полученных в различных диапазонах электромагнитного спектра и с различным пространственным разрешением, сенсорами, установленными на различных спутниковых системах. Примером такого спутникового ин-

формационного сервиса может служить геопортал “See the Sea”, который создан и находится в опытной эксплуатации в ИКИ РАН. Геопортал не только обеспечивает возможность доступа к спутниковым данным, накопленным в архивах различных центров, а также к различным информационным продуктам, полученным на их основе, но и предоставляет специалистам удобные и разнообразные инструменты для анализа этой информации. Предусмотрены также возможности описания различных процессов и явлений, происходящих в Мировом океане, и ведения долговременных баз данных таких описаний. Методы, технологии и инструменты анализа данных, включенные в геопортал “See the Sea”, обеспечивают возможность его коллективного

использования специалистами, работающими в различных научных и образовательных организациях.

Заседания секции **“Дистанционные методы исследования атмосферных и климатических процессов”** проводились по следующим направлениям:

- циркуляция атмосферы и климат;
- циклоническая деятельность атмосферы;
- озон и аэрозоль в атмосферы;
- облачные системы.

Прочитанные на заседаниях секции доклады и развернувшаяся дискуссия позволили сделать следующие выводы. В России, как и во всем мире, проводится изучение климатической системы Земли, стимулируемое проблемой потепления климата. Атмосфера – наиболее динамичный элемент

климатической системы. Именно состояние системы океан – атмосфера определяет погоду сейчас, климат регионов и во многом климатические изменения – в будущем. Такие процессы, как тропические циклоны и Эль-Ниньо, приводят к наиболее опасным природным катастрофам. Изучению природных процессов, неразрывно связанных с изменениями погоды и климата, были посвящены доклады секции. Кроме того, анализировали такие важные для состояния атмосферы и климата вопросы, как перенос и концентрация парниковых составляющих атмосферы – водяного пара, озона и др.

Проведенные исследования и доложенные на Конференции результаты способствовали решению многих научных проблем, связанных с термодинамикой атмосферы и изменениями климата, таких как:

- прогноз циклогенеза над дальневосточными морями и северными частями Атлантики и Тихого океана, а также тропического циклогенеза. В частности, было показано, что тропическому циклону предшествует скопление мезомасштабных вихрей за 12 ч – 3,5 сут до первого сообщения;

- прогноз региональных изменений климата. На основе анализа основных крупномасштабных атмосферных колебаний построен прогноз изменений климата в Север-

ной Атлантике, на Арктическом побережье РФ и в северо-западной части Евразии на ближайшие десятилетия с приведением конкретных примеров, подтверждающих начало реализации этого прогноза;

- изменчивость климата Антарктики. Выявлены факторы, определяющие современную изменчивость климата Антарктического континента, в частности в районе Антарктического полуострова.

Влияние российских ученых на решение перечисленных проблем достаточно велико, но несколько однобоко. Достигнуты заметные успехи в методах обработки и анализа и в самом анализе данных спутникового мониторинга, а также в интерпретации полученных результатов и в теоретическом моделировании (аналитическом и численном). Однако в большинстве случаев анализируемые данные – это данные систем не российского, а зарубежного спутникового мониторинга.

На секции **“Спутниковые исследования ионосферы”** обсуждались современные проблемы спутникового мониторинга ионосферы Земли, в частности:

- диагностика и анализ ионосферных неоднородностей, вызванных естественными или искусственными источниками возмущений;

- пространственно-временное распре-

ление ионосферных параметров и их связь с атмосферными параметрами в спокойных и возмущенных гелиогеомагнитных условиях.

В докладах рассматривались процессы во всех областях ионосферы (нижняя, верхняя, полярная, среднеширотная, экваториальная) и источники их возмущений – землетрясения, тропические циклоны, метеорная активность, стратосферные потепления, магнитные бури, радиоизлучение нагревных стенов, загрязнение атмосферы выбросами транспорта. Выступившие проанализировали особенность распространения коротковолнового радиосигнала в ионосфере Земли при наличии искусственных плазменных образований; генерации ионосферных волновых пакетов, их сезонной изменчивости; радиопросвечивания ионосферы сигналами с ИСЗ и наземных источников.

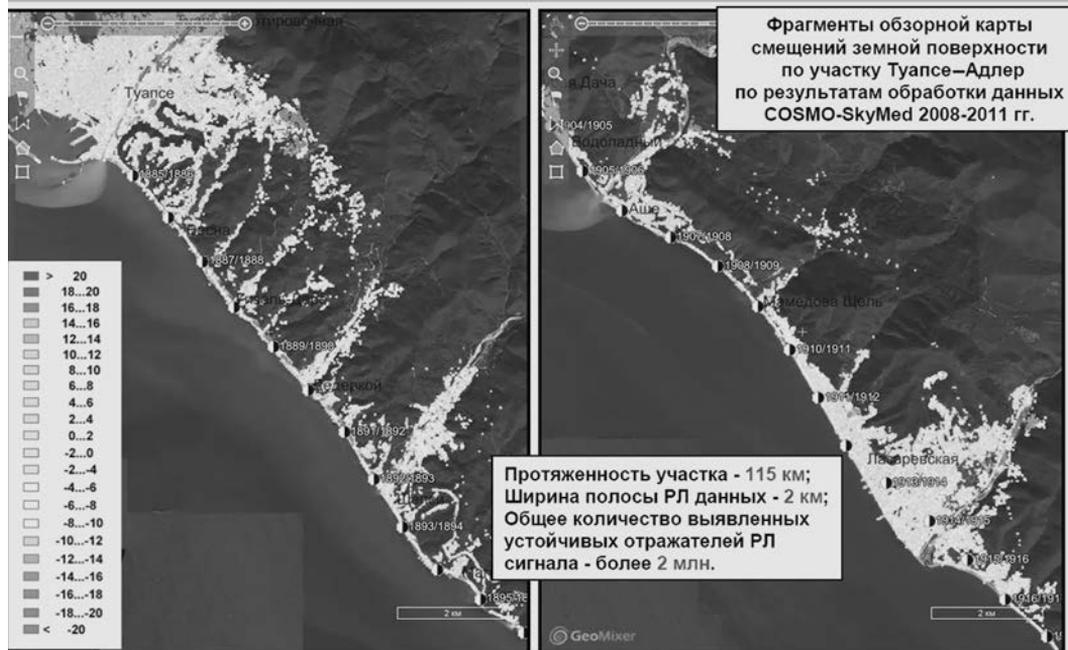
По данному научному направлению наиболее актуальные проблемы следующие:

- выявление ионосферных индикаторов и предвестников кризисных событий, происходящих в тропосфере (например, тропические ураганы, землетрясения) и в ионосфере;

- разработка физико-математических моделей возникновения индикаторов и предвестников;

- разработка современных методик обработки данных измерений

Выявление областей активных геодинамических процессов по РЛ данным



Фрагменты обзорных карт потенциально-опасных воздействий на объекты железнодорожной инфраструктуры на участке Туапсе – Адлер. При сопоставлении карт по данным спутниковой радиолокации выявлены области активных геодинамических процессов. Фото из доклада А.С. Василейского, А.И. Карелова, И.А. Лобанова (ОАО “НИИАС”).

и корректной трактовки результатов обработки;

- развитие аппаратурного комплекса для регистрации возмущений с высокими временным и пространственным разрешениями;

- компьютерное моделирование динамики ионосферы.

Проблематика на секции **“Дистанционные методы в геологии и геофизике”** была поделена на несколько направлений:

- дистанционные методы при прогнозировании

и поисках месторождений полезных ископаемых;

- применение дистанционных методов при геоморфологических и геоэкологических исследованиях;

- дистанционные методы при геодинамических и тектонических исследованиях;

- дистанционные методы при изучении аномальных природных явлений.

Во время дискуссии обсуждался широкий круг вопросов, в частно-

сти объединение в систему разнородных данных, прогнозируя перспективные места, в которых могут быть залежи углеводородов. Внимание специалистов было привлечено к новой технологии спутниковой радиолокационной интерферометрии – использованию парных постановных отражателей. В системных вопросах прогноза перспективных нефтегазовых месторождений российские ученые, несомненно, найдутся на мировом уровне,

а по ряду направлений – мировые лидеры. К таким направлениям относится выявление нефтегазовых залежей с помощью геохимической съемки на тяжелые углеводороды. В последнее время много исследовательских работ направлено на применение космической радиолокационной интерферометрии для удовлетворения насущных потребностей общества, в частности мониторинга технического состояния железнодорожных путей. В одном из докладов содержался серьезный анализ и верификация результатов спутникового мониторинга потенциально-опасных воздействий на объекты железнодорожной инфраструктуры на участке Туапсе – Адлер.

Программа секции **“Методы дистанционного зондирования растительных и почвенных покровов”** имела следующую тематическую направленность:

- дистанционные исследования сельскохозяйственной растительности;

- дистанционные исследования лесов;

- дистанционные исследования наземных экосистем;

- дистанционная оценка нарушения наземных экосистем.

На секции объявлены результаты ДЗЗ, направленные на решение следующих актуальных проблем сельскохозяйственной деятельности:

- прогноз и оценка урожайности сельскохозяйственных культур;

- картографирование и оценка площади различных категорий сельскохозяйственных угодий;

- распознавание и оценка площади посевов сельскохозяйственных культур;

- оценка состояния посевов под воздействием погодных и других факторов воздействия.

Доклады по мониторингу лесов охватывали различные аспекты картографирования. Оценивались динамика и состояние лесов, их породного состава на основе анализа сезонной динамики, запасы древесины. Анализировались динамика лесного покрова на основе многолетних рядов спутниковых данных, усыхание древостоев. Рассмотрены различные аспекты развития дистанционных методов изучения наземных экосистем и оценки их нарушенности. Дискуссия участников по итогам работы секции позволяет сделать следующие выводы:

- современные тенденции развития дистанционного мониторинга растительности характеризуются возможностями массового использования спутниковых изображений высокого пространственного разрешения, что выдвигает новые требования к технологиям их потоковой обработки с целью регулярного получения

тематических информационных продуктов национального и глобального уровней;

- накопленные к настоящему времени многолетние однородные архивы спутниковых данных дают возможность ретроспективного восстановления динамики растительного покрова и позволяют создать эффективные методы мониторинга динамики растительности на основе принципиально новых подходов;

- растущая доступность спутниковых данных из открытых источников и наличие автоматических технологий их обработки создают предпосылки для разработки на этой основе оперативных пользовательских веб-сервисов для информационного обеспечения практической лесной и сельскохозяйственной деятельности и смежных прикладных областей.

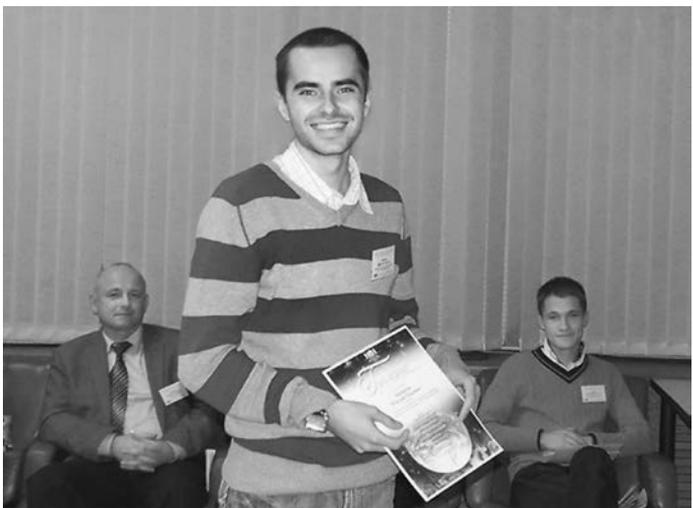
Ряд заявленных методов и технологий в области картографирования и изучения динамики растительного покрова на национальном уровне отвечает основным требованиям, предъявляемым к системам глобального спутникового мониторинга, что открывает возможность использования достижений отечественных ученых для получения информации о состоянии растительности на уровне планеты. Развитие методов глобального мониторинга растительности в настоящее время находится в ряду



*О.Ю. Лаврова и М.И. Митягина в кулуарах Конференции.
Фото А.А. Козочкиной.*

приоритетных направлений дистанционного зондирования в мире в связи с необходимостью более глубокого понимания механизмов и оценки последствий изменений климата, устойчивого

управления природными ресурсами, обеспечения экологической и продовольственной безопасности. Разработки российских ученых отвечают мировым тенденциям по данному направлению



Победитель конкурса молодых ученых М.Ю. Червяков (Саратовский госуниверситет им. Н.Г. Чернышевского). Фото А.А. Козочкиной.

и вносят существенный вклад в его развитие.

С 2009 г. проводятся заседания секции **“Дистанционное зондирование планет Солнечной системы”**. Включение в программу новой секции вызвано необходимостью обмена опытом использования спутниковых данных при изучении процессов на поверхности Земли и в ее атмосфере и при изучении других планет Солнечной системы. Доклады отражали широкий спектр задач дистанционного зондирования планет Солнечной системы и их спутников методами радиолокации, радиопросвечивания, оптических наблюдений в диапазоне от ультрафиолетового до инфракрасного. В 2012 г. выступили авторы приборов для наблюдения за планетами и их спутниками. Участников заседания ознакомили с геоморфологическими картами Луны, Фобоса для будущих миссий. В связи с готовящимися российскими проектами **“Луна-Глоб”** и **“Луна-Ресурс”**, а также новыми программами по изучению Марса особый интерес вызвали геоморфологические карты мест предполагаемых посадок космических аппаратов, сделанные на базе изображений, полученных АМС. Наиболее значимой стала тема картографирования Луны, Фобоса, Марса, обсуждалось создание базы данных, содержащей информацию по каждому космическому объекту. Доклады по-

казали значительное усовершенствование экспериментальной базы для разработки бортовой и наземной аппаратуры.

В связи с большим объемом данных по наблюдению Венеры и Титана получили развитие модели общей циркуляции их атмосфер. Были представлены доклады по готовящимся экспериментам и их технической реализации на АМС “Бепи-Коломбо” для изучения экзосферы Меркурия и на АМС “Луна-Ресурс” для исследования лунной пыли.

Одна из главных целей Конференции—привлечение к научной работе молодых ученых. Молодые ученые проявляют боль-

шой интерес к быстро развивающемуся направлению в науке – дистанционному зондированию Земли и планет. В 2012 г. резко возросло количество участников Всероссийской школы-конференции молодых ученых по фундаментальным проблемам дистанционного зондирования Земли из космоса, которая проводилась уже восьмой раз на конференции. Если в 2008 г. молодые ученые выступили с 16 докладами, то в 2012 г. – уже с 97. Подобные школы, как было отмечено всеми участниками, помогают молодым ученым ориентироваться в современных проблемах, осваивать новые мето-

ды и алгоритмы обработки спутниковых данных, знакомиться с ведущими специалистами в данной области и набираться у них полезного опыта.

В последний день работы Конференции было проведено выездное пленарное заседание в Центре оперативного мониторинга Земли (ОАО “Российские космические системы”) по теме “Российская система спутниковых наблюдений и технологий: состояние и перспективы развития”.

11–15 ноября 2013 г. планируется провести в ИКИ РАН очередную конференцию “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”.

Информация

Свидетели рождения сверхновых

Группа планетологов из Вашингтонского университета недавно обнаружила в древних метеоритах две частички диоксида кремния (SiO_2) размером 250 нм, обогащенные изотопом O^{18} . Ученые предположили, что частички произошли из богатых кислородом старых массивных звезд или остатков сверхновых. Согласно одной из моделей звездной эволюции, конденсация

кремния может происходить в холодной внешней атмосфере звезды. При взрыве сверхновая сбрасывает свою оболочку в пространство, обогащая космос тяжелыми химическими элементами, в том числе SiO_2 . Согласно другой – кремний должен перерабатываться в процессе образования магниевых или железных силикатов. Однако проверить обе версии затруднительно, так как мы не можем собрать образцы звездной атмосферы. Единственный способ – исследовать падающие на Землю космические тела, ведь астероиды и метеориты захватывают изотопы звездного вещества и хранят их долгое время. Разные

типы звезд способны производить различное соотношение изотопов. В процессе формирования планетной системы у звезды ее небесные тела становятся схожими по изотопному составу. Это касается также планет и астероидов Солнечной системы.

Подобное открытие сделали в 1987 г. ученые Чикагского университета, найдя в древних метеоритах крохотные алмазные вкрапления. Их изотопный состав оказался столь необычным, что, скорее всего, эти метеориты прилетели к нам с очень древних звезд.

Пресс-релиз NASA,
17 мая 2013 г.

Оптические телескопы в истории отечественной астрономии

В.Г. КЛОЧКОВА,
доктор физико-математических наук
В.Е. ПАНЧУК,
доктор физико-математических наук
Специальная астрофизическая обсерватория РАН
Т.А. ЯКШИНА,
кандидат физико-математических наук
Северо-Кавказский федеральный университет

Большинство астрономических открытий – результат использования новых телескопов, многие из которых в свое время были крупнейшими. Российские астрономы-наблюдатели внесли свой вклад в мировую науку благодаря крупным телескопам отечественного производства, эффективности их использования,

системе подготовки кадров для астрономии и оптико-механической промышленности. Создание Специальной астрофизической обсерватории можно рассматривать как логическое завершение идей, сформулированных российскими астрономами еще в начале XX в.

ГДЕ СТРОИТЬ ОБСЕРВАТОРИЮ?

Первые астрономические обсерватории возникли намного ранее изобретения телескопа, то есть построены без учета требований к телескопическим наблюдениям. Старые обсерватории по месту расположения можно разделить на придворные, демонстрирующие покровительство власти наукам, и приморские: в службе точного времени нуждались мореходы. Примеры сочетания этих двух признаков – первые отечественные обсерватории: Навигацкая школа (1701), Ора-

ниенбаумская А.Д. Меншикова (1711), академическая на Васильевском острове (1725), императорская, проект возведения которой в Царском Селе трансформировался в обсерваторию на Пулковских высотах (заложена в 1835 г., 75 м над уровнем моря; Земля и Вселенная, 1990, № 1; 2011, № 1). К моменту официального открытия в 1839 г. обсерватория в Пулкове (с первоначальным штатом четыре астронома и директор) обладала, наряду с первоклассными астрометрическими инструментами, большим телескопом (диаметр объектива $D = 38$ см).



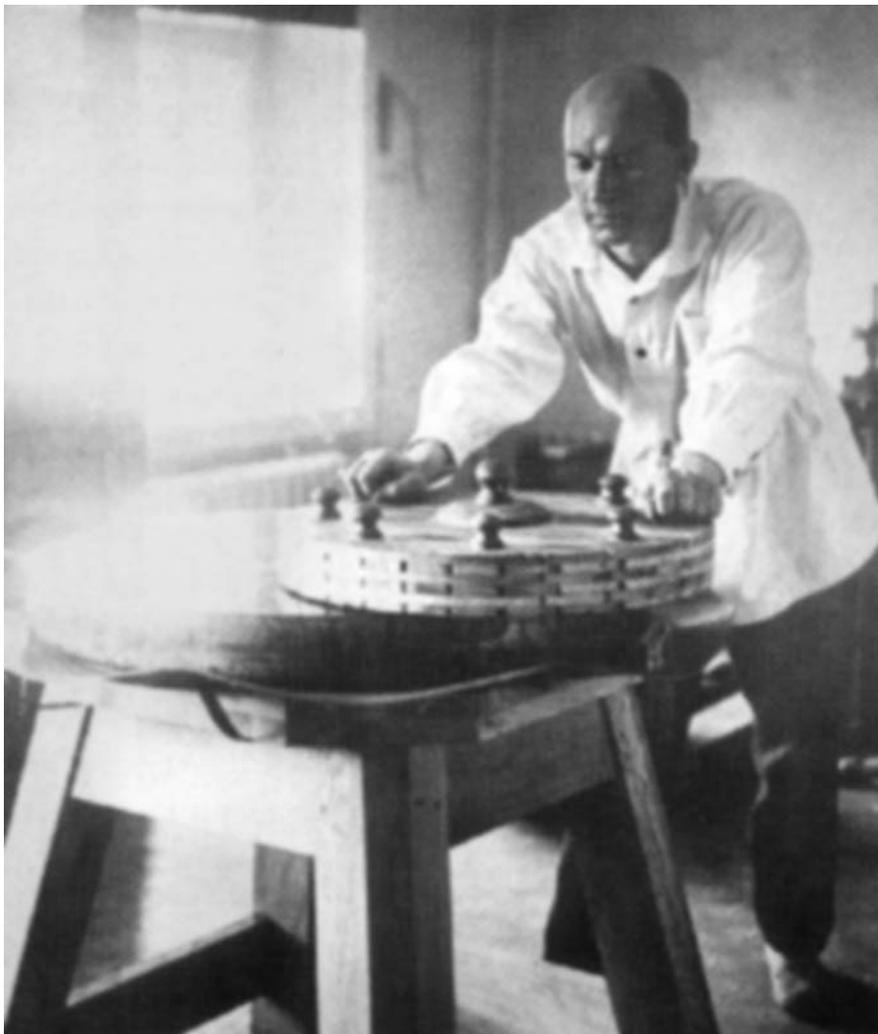
Пулковский 15-дюймовый телескоп-рефрактор ($D = 38$ см).

На протяжении 8 лет он оставался самым большим рефрактором и 23 года – одним из крупнейших в мире.

В 1885 г. в Пулковке был установлен большой рефрактор ($D = 76$ см), и по этому параметру Россия снова, правда ненадолго, вышла на ведущие позиции в мире (Земля и Вселенная, 1982, № 3). Во второй половине XIX в. с помощью небольших призмных фотографических камер выполнялись первые массовые исследования ярких звезд (гарвардская спектральная классификация звезд северного и южного неба). Для детального изучения спектров требовались большие телескопы, поэтому крупные визуальные и фотографические рефракторы, построенные преимущественно для координатных измерений двойных звезд, впоследствии дооснащались щелевыми призмными спектрографами. В США были основаны обсерватории, оборудованные на средства олигархов

крупнейшими именными рефракторами: Ликская в 1888 г. ($D = 91$ см), Йеркская в 1897 г. ($D = 102$ см). Эти рефракторы установили на высоте 1300 м и 2000 м в местах, достаточно удаленных от населенных пунктов. Первые международные программы посвятили астрометрическим (разработка каталогов координат звезд) и астрофизическим исследованиям (измерения лучевых скоростей ярких звезд по доплеровским смещениям линий в спектрах). Созданием точных астрометрических каталогов Пулковская обсерватория заслужила статус “астрономической столицы мира”, по мнению американского астронома Гулда (XIX в.). Получить массовые спектроскопические определения лучевых скоростей не удалось из-за облачности и белых ночей.

Климат российского Севера, не подходящий для систематических наблюдений звезд, вынуждал искать иные



Д.Д. Максудов за полировкой линзы большого рефрактора ($D = 84$ см). Государственный оптический институт. 1932 г.

возможности. Российские астрономы планировали перенести астрофизические наблюдения на южные наблюдательные станции. Например, директор Пулковской обсерватории в 1895–1916 гг. О.А. Баклунд заказал в Англии оптику, механику и купол для большого фотографического рефрактора ($D = 81$ см), который предполагалось установить в южном отделении Пулковской обсерватории в Николаеве к столетию первой российской юж-

ной обсерватории (1821). Основатель обсерватории Петербургского университета (1881) С.П. Глазенап приобрел рефрактор Репсольда ($D = 22$ см), с которым наблюдал переменные и двойные звезды в Гурзуфе и Абастумани. Американский астроном Ш. Бёрнхем в 1893 г. утверждал, что условия для наблюдений в Абастумани близки только к условиям на Ликской обсерватории в Калифорнии, и отметил: “...профессор Глазенап с помощью оптических

средств, значительно уступающих все-му, чем пользовались его знаменитые предшественники, решил поставить свою страну в выдающееся положение в этой области... несомненно, Российское правительство обеспечит ему возможность проведения начатой в Абастумани работы с помощью более мощных инструментов”.

В XIX в. и в начале XX в. на территории Российской империи было основано 11 обсерваторий (из них 8 при университетах) и одно отделение – Симеизское. В азиатской части России находилась только Ташкентская обсерватория военного ведомства (с 1874 г.). В начале XX в. для Пулковской обсерватории заказали в Англии рефлектор ($D = 102$ см), который должен был стать вторым крупнейшим телескопом в Европе, наряду с Медонским ($D = 102$ см, 1886 г.), уступая лишь двум телескопам – Мельбурнскому ($D = 120$ см, 1870 г.) и Маунт-Вилсоновскому ($D = 152$ см, 1909 г.). Новый рефлектор планировалось установить в Симеизском отделении Пулковской обсерватории (высота – 360 м над уровнем моря; Земля и Вселенная, 2002, № 6), основанном в 1912 г.

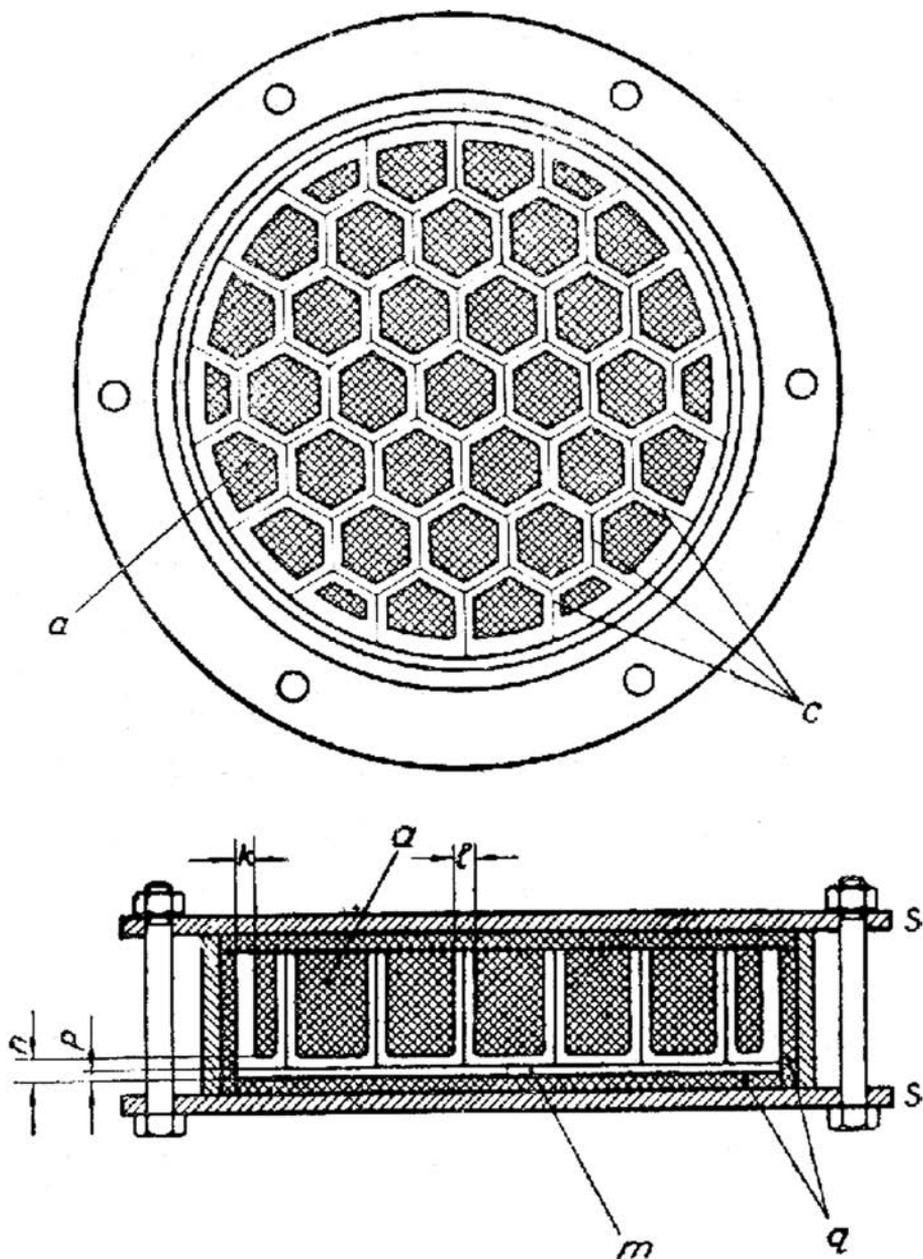
СТАНОВЛЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Пулковская обсерватория была оснащена инструментами, изготовленными в Мюнхене и Гамбурге, большие телескопы заказывались в Англии. Аналогичным образом оснащали и университетские обсерватории. Фирма “Русская Урания”, организованная Ю.А. Миркаловым, в 1904–1917 гг. выпустила около сотни небольших телескопов ($D = 15$ см), в том числе для нужд флота. До Первой мировой войны в небольших оптических мастерских Обуховского завода по заграничным образцам из импортного стекла производили продукцию военного назначения. В Петербурге работали также немецкие сборочные мастерские Герца и Цейса. В период войны сборка оптических “иномарок” пре-

кратилась, армия и флот испытывали дефицит биноклей, стереотруб, прицелов, дальномеров и перископов. Отечественное производство оптического стекла началось в 1916 г., но зависимость от импорта удалось ликвидировать полностью только в 1927 г. благодаря последовательным шагам в организации научных, учебных и производственных учреждений, подготовке кадров, разработке технологии изготовления отечественных сортов стекла, созданию научной оптической школы. Ведущую роль в этом играл Государственный оптический институт (ГОИ), основанный в 1918 г. Д.С. Рождественским. В 1932 г. Всесоюзное объединение оптико-механической промышленности (ВООМП) наметило построить во второй пятилетке рефлекторы ($D = 60, 100, 150$ см) и фотографический рефрактор ($D = 50$ см). Планировалось завершить изготовление объектива ($D = 81$ см, $F = 900$ см), не выполненное фирмой “Грэбб и Парсонс”.

Судьба программы оснащения обсерваторий СССР отечественным оборудованием оказалась печальной, так как основные ресурсы были направлены на производство оптических приборов неастрономического назначения. В 1926–1932 гг. под руководством Н.Г. Пономарёва изготовили первый советский рефлектор ($D = 33$ см). В 1935 г. на Государственном оптико-механическом заводе (ГОМЗ) начался регулярный выпуск астрономических приборов (рефракторы небольшого диаметра, спектрогелиоскоп, спектрогелиограф). В 1941 г. в Пулкове установили горизонтальный солнечный телескоп ($D = 50$ см). На заводе оптического стекла проводились опыты по изготовлению зеркал облегченной (сотовой) конструкции методом спекания отдельных прессованных и обработанных элементов. Одну из таких заготовок ($D = 98$ см) высокого качества отполировали только после войны.

В 1930 г. под Гамбургом вступил в строй первый широкоугольный телескоп ($D = 36$ см) системы Б. Шмидта.



Эскиз формы для изготовления сотового зеркала по технологии, разработанной Н.Г. Пономарёвым. 1934 г.

В конце 1930-х гг. технологию изготовления и контроля асферических элементов этой системы независимо разработали в Астрономическом институте в Ленинграде. По сравнению с систе-

мой Шмидта производство с 1941 г. телескопов Максутова оказалось более технологичным, так как основные оптические поверхности сферические. Достаточно упомянуть, что в начале



Один из первых широкоугольных телескопов ($D = 20$ см) системы Д.Д. Максудова, 1944 г.

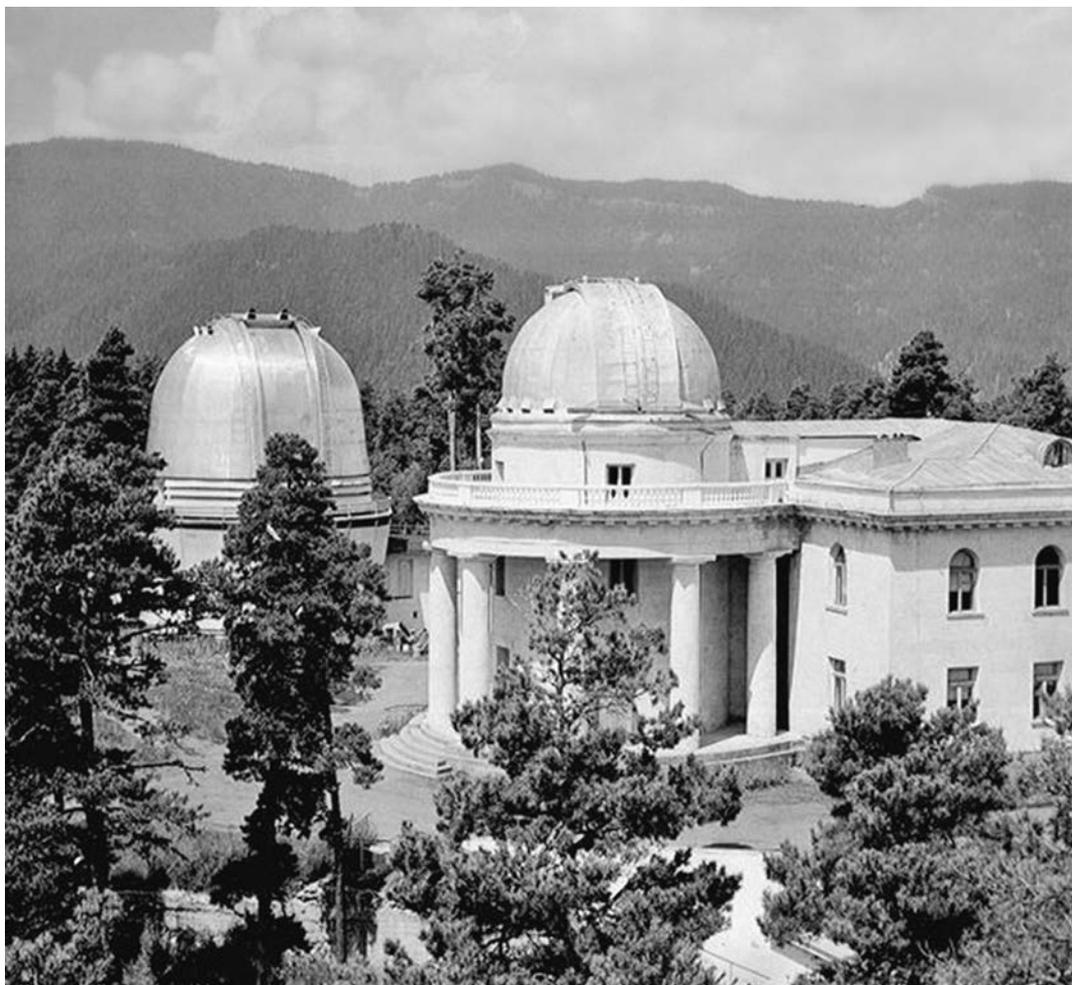
1960-х гг. большинство средних школ СССР были оснащены компактными учебными телескопами и многие молодые люди пришли в астрономию благодаря именно этим массовым инструментам уникального качества.

КРАСИВАЯ ИДЕЯ
И СКРОМНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Для южного филиала Пулковской обсерватории место не выбирали – земельный участок в Симеизе подарил меценат Н.С. Мальцов. В апреле 1917 г. на первом съезде Всероссийского астрономического союза прозвучала идея создать Горную российскую астрофизическую обсерваторию (ГРАФО). В 1920 г. по инициативе декана физико-математического факульте-

та МГУ В.В. Стратонова создали Оргкомитет Главной (русской) астрофизической обсерватории. По мнению В.В. Стратонова, ГРАФО должна состоять из центрального (столичного) учреждения и южных наблюдательных филиалов. Для выбора места строительства обсерватории были организованы экспедиции в районы Одессы и предгорий Северного Кавказа. Попытки включить Одесскую и Ташкентскую обсерватории в сеть филиалов ГРАФО натолкнулись на возражения со стороны властей Украины и Туркестана. Кроме того, была выдвинута альтернатива – перемещение инструментов Пулковской обсерватории на юг.

В марте 1921 г. Главная астрофизическая обсерватория в Москве образовала Астрофизический институт. В октябре 1922 г. В.В. Стратонова, одного из инициаторов профессорской забастовки в МГУ, выслали на “философском пароходе” в Германию, а его имя предали забвению. В отечественной литературе создание Главной астрофизической обсерватории (ГАФО) чаще связывается с именем профессора Донского политехнического института в Новочеркасске В.Г. Фесенкова (Земля и Вселенная, 1969, № 2; 1989, № 1). В 1921 г. он получил приглашение Оргкомитета ГРАФО возглавить экспедицию на Кавказ для поисков места будущей большой обсерватории. С конца ноября 1921 г. экспедиция работала в течение 19 наблюдательных ночей на Крестовой горе высотой 887 м вблизи Кисловодска. Эти исследования по качеству изображений звезд в зимний сезон оказались единственными для Кавказа, включая и послевоенную кампанию по выбору места для 6-м телескопа БТА (Земля и Вселенная, 1987, № 6). В апреле 1931 г. в Астрономическом институте в Ленинграде состоялось совещание по вопросу организации на юге СССР Горной астрономической обсерватории. Б.П. Герасимович (Харьковская обсерватория) предложил создать большой астрономический центр в степной полосе



Украины. На совещании были заслушаны результаты кратковременных астроклиматических исследований в Абастумани, Гурзуфе и Нагорном Карабахе. Летом 1932 г. в Абастумани основали астрофизическую обсерваторию, используя башню, построенную в 1892 г. С.П. Глазенапом. В 1938 г. в обсерватории установили цейсовский рефрактор ($D = 40$ см) благодаря активности директора Астрономического института Б.В. Нумерова и директора Абастуманской обсерватории Е.К. Харадзе.

Солнечная комиссия (КИСО) занималась разработкой пятилетнего плана будущей астрофизической обсервато-

Абастуманская астрофизическая обсерватория АН Грузинской ССР, вид на башню 125-см рефлектора и 40-см рефрактора (справа). Фото 1970-х гг.

рии, наблюдения на которой предполагалось начать в 1934 г. Создали специальную комиссию по выбору места для этой обсерватории, в нее вошли А.А. Белопольский, Д.С. Рождественский, Б.В. Нумеров, В.А. Амбарцумян, Н.Г. Пономарёв, С.Н. Блажко, В.Г. Фесенков, А.А. Канчеев и Д.И. Еропкин. В результате “тщательного обследования” комиссия установила, что наиболее благоприятное место (число ясных

дней, качество изображений и “довольно удобное сообщение с культурным центром”) – окрестности Ростова-на-Дону.

Деятельность ведущих астрономов по созданию ГРАФО, специализированные наблюдательные станции, которые планировалось распределить по долготе, завершилась в 1931–1932 гг. объединением столичных астрономических учреждений в Государственный астрономический институт (ГАИШ МГУ; Земля и Вселенная, 2006, № 6) и основанием Абастуманской астрофизической обсерватории (Земля и Вселенная, 1977, № 6).

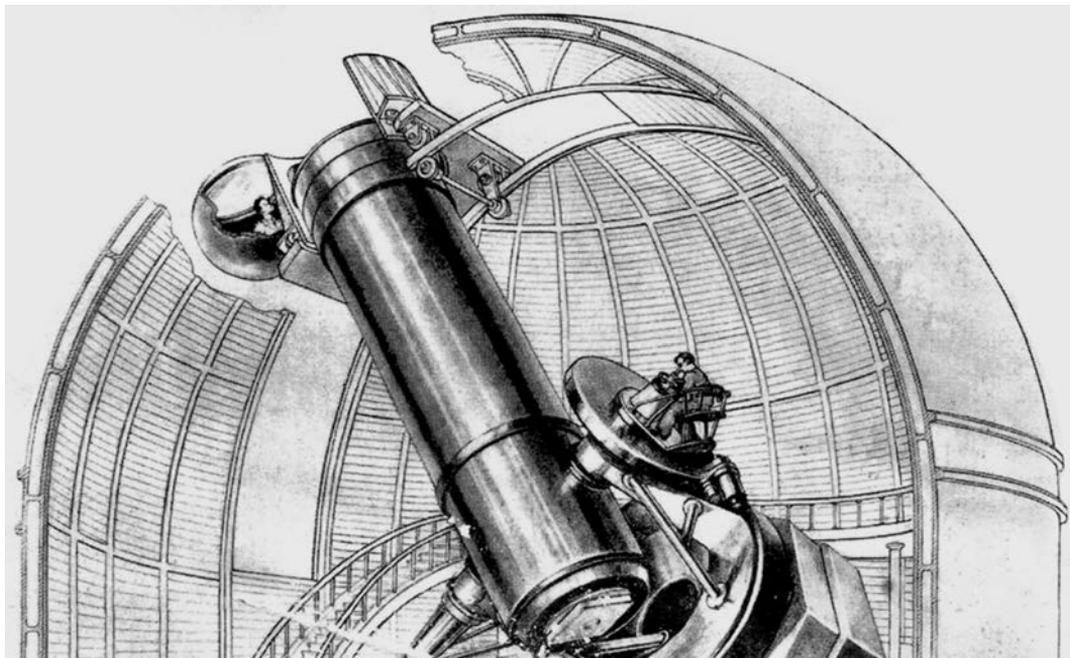
ПРОГРАММА ПОСЛЕВОЕННОГО ВОЗРОЖДЕНИЯ

В сентябре 1943 г. в Москве состоялось совещание, где обсуждались вопросы восстановления отечественной астрономии. Перечислим решения, связанные с темой статьи: а) назначить уже в настоящее время директора Всесоюзной астрофизической обсерватории с командированием его в США на достаточный срок; б) поручить ГОИ формирование работ по дифракционным решеткам; в) считать необходимым быстрее внедрение менисковых систем; г) создать две первоклассные солнечные обсерватории – в Крыму и в Средней Азии; д) необходимо по ряду политических и научно-производственных соображений приступить к восстановлению ГАО в Пулковке и ее отделений в Симеизе и Николаеве, при этом в Крыму фотографирование внегалактических туманностей должно быть поставлено на новом длиннофокусном 32-дюймовом рефракторе. Заметим, что идея фотографировать галактики на рефракторе ($D = 81$ см, с относительным отверстием 1:15), характеризует представления о технике наблюдений слабых протяженных объектов. После войны советские астрономы получили по репарациям несколько рабочих и недостроенных инструментов: реф-

лекторы ($D = 65$ и 122 см), астрографы ($D = 40$ см), внеатмальные коронографы, причем эти инструменты были лучшими, каждый в своем классе. Кроме этого, было решено заказать два больших телескопа ($D = 170$ – 200 см и $D = 120$ см) в США, однако из-за осложнения международных отношений начатые переговоры прервались. Неудачей закончилась и попытка заказать большой телескоп ($D = 185$ см) в Англии.

В распоряжении правительства от 30 июня 1945 г. о реорганизации Симеизского отделения Пулковской обсерватории в Крымскую астрофизическую обсерваторию (КрАО; Земля и Вселенная, 1975, № 1; 1977, № 6) указано построить рефлектор диаметром 2,5 м и телескоп диаметром 4,5–6 м. Осенью 1951 г. Д.Д. Максудов и В.П. Линник обратились в правительство, и уже весной 1952 г. АН СССР получила разрешение начать исследования по созданию крупнейшего в мире телескопа. Три группы – оптическая (руководитель Д.Д. Максудов), конструкция телескопа и башни (Б.К. Иоаннисиани) и системы управления (Н.Н. Михельсон) – были впоследствии дополнены группой астроклимата (Н.И. Кучеров, Ш.П. Дарчия). Подчеркнем, что вариант установки большого телескопа в Средней Азии не рассматривался изначально – из-за отсутствия коммуникаций, пригодных для транспортировки крупногабаритных деталей.

Отечественная промышленность постепенно осваивала технологию строительства крупных телескопов. Сначала выпустили серию телескопов малых и средних размеров, при этом предпочтение отдавалось не универсальным, а специализированным приборам. Широкие возможности для работы с новыми светоприемниками представляли телескопы Максудова с неподвижным фокусом АЗТ-5 ($D = 50$ см, 1949 г.). В 1950 г. для Алма-Атинской обсерватории был построен менисковый телескоп АСИ-2 ($D = 50$ см, $F = 125$ см), в 1951 г. для Бюраканской



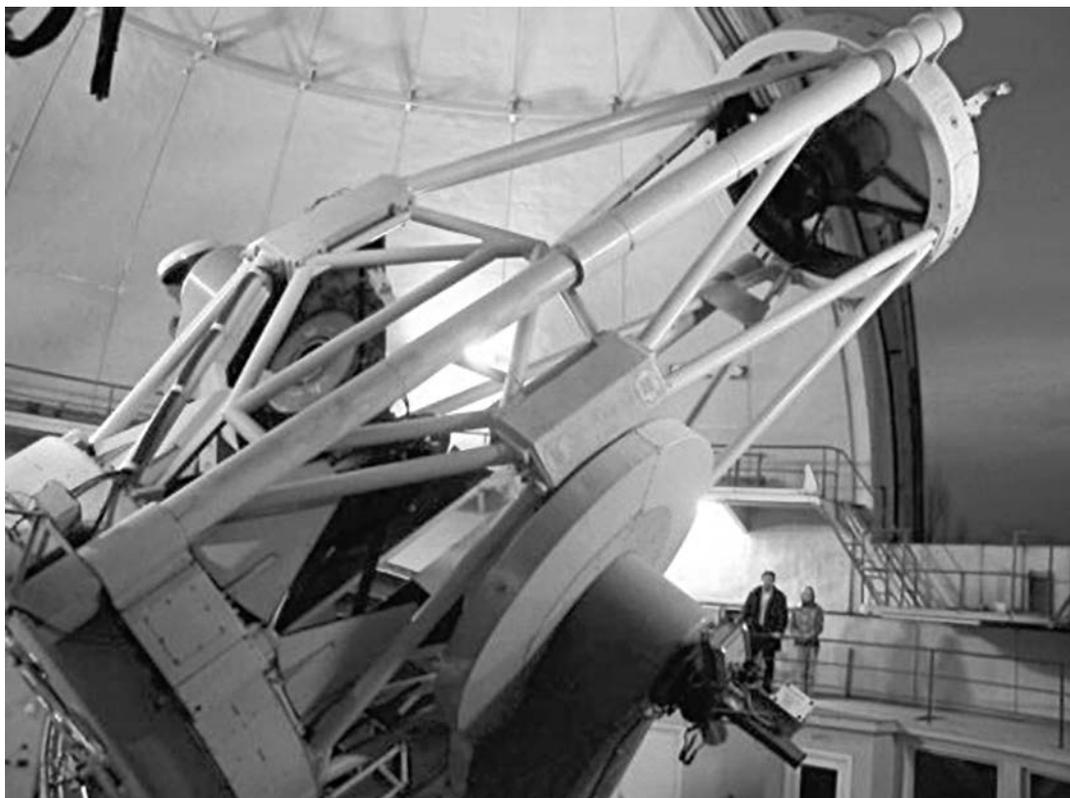
Первоначальный эскиз купола башни для телескопа ЗТШ. Из статьи Б.К. Иоаннисиани, 1957 г.

обсерватории – телескоп видеоизменной системы Шмидта ($D = 53$ см), в 1952 г. для Абастуманской астрофизической обсерватории – большой менисковый телескоп АС-32 ($D = 70$ см, установлен в 1955 г.). В 1953 г. новая обсерватория МГУ получила рефлектор АЗТ-2 ($D = 70$ см), а затем АЗТ-8. В 1949 г. и 1954 г. в Пулкове и Крыму введены в строй солнечные телескопы ($D = 40$ см). Чтобы проводить экспедиционные астроклиматические исследования, в 1955 г. начали выпускать серию менисковых телескопов системы Максутова АЗТ-7 ($D = 20$ см). На светосильном зеркально-линзовом телескопе отечественной постройки ($D = 60$ см) Г.А. Шайн и В.Ф. Газе исследовали газовые туманности. В 1961 г. на южной станции ГАИШ МГУ был установлен универсальный рефлектор ЗТЭ ($D = 125$ см), оснащенный разнообразным навесным оборудованием. В 1960 г. в Бюракане получил “первый

свет” самый крупный в СССР и один из крупнейших в мире телескоп системы Шмидта АЗТ-10 ($D = 102$ см). В 1961 г. в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР вступил в строй рефлектор ЗТШ ($D = 265$ см), третий в мире после паломарского ($D = 508$ см) и ликского ($D = 305$ см). Модифицированный близнец ЗТШ – бюраканский ЗТА – вступил в строй в 1976 г. Отметим двухменисковый астрограф системы Максудова АЗТ-16 ($D = 70$ см) с большим полем наблюдений – 5° , установленный в 1966 г. в Чили на станции Пулковской обсерватории. Университетские обсерватории оснащались “бюджетными” рефлекторами АЗТ-14 ($D = 48$ см).

АСТРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ

В начале XX в. появились признаки нового направления – исследования астроклимата места установки телескопа. Однако до использования результатов изучения качества изображений при выборе мест для новых обсерваторий было еще далеко, пре-

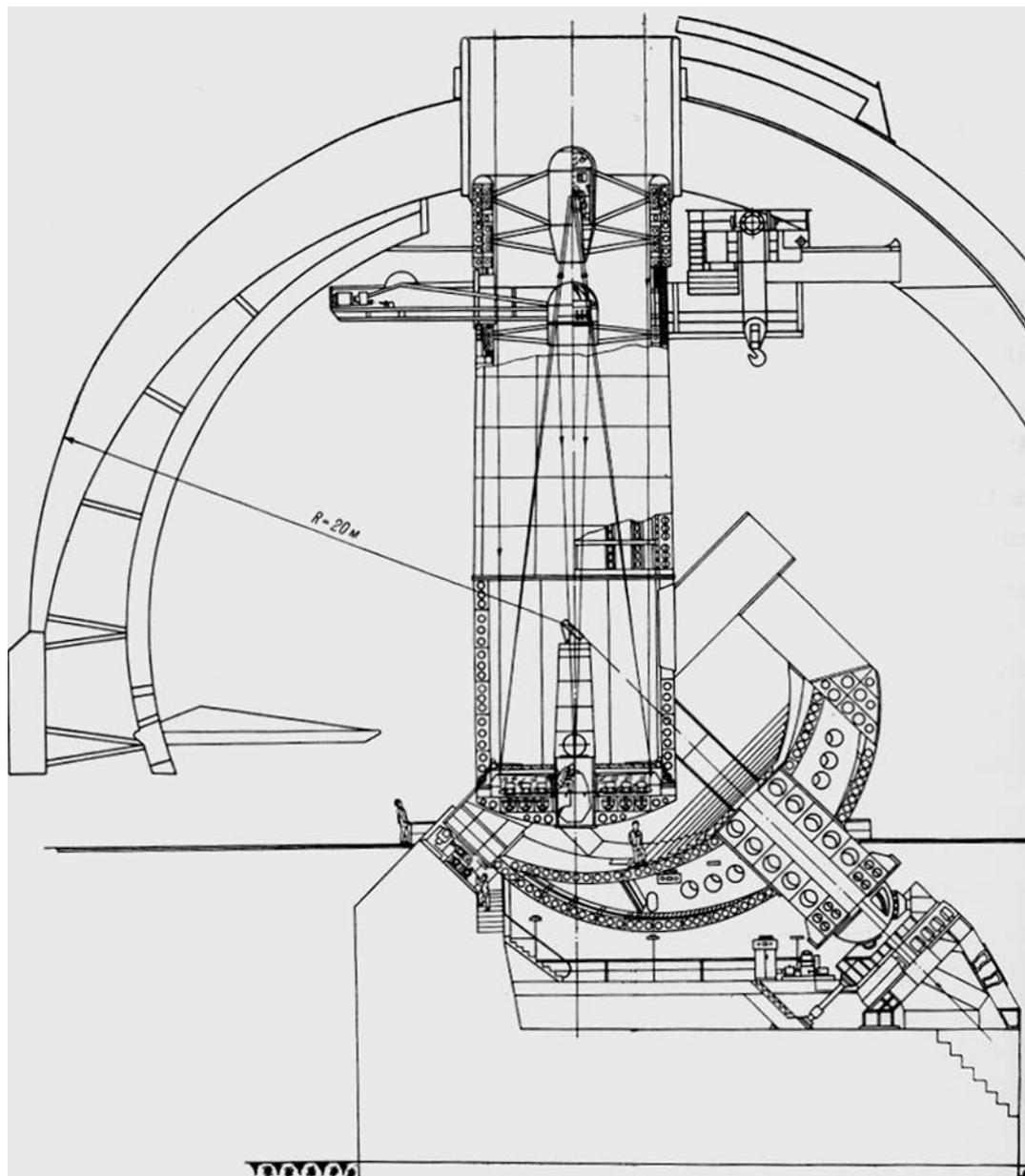


2,65-м телескоп-рефлектор ЗТШ Крымской астрофизической обсерватории АН СССР. Вступил в строй в 1961 г.

обладали соображения удобства жизни ученых в университетских центрах. Расположенная на склоне хребта Яйлы Симеизская обсерватория (Земля и Вселенная, 2002, № 6) подверглась воздействию нисходящих потоков воздуха, и ее астроклимат также оказался неудовлетворительным. *“Ни одна обсерватория в СССР не была построена в результате планомерных поисков наиболее подходящего места; во всех без исключения случаях выбор места обуславливался посторонними соображениями, никакого отношения к астрономии не имеющими”* – это смелое утверждение, высказанное В.Г. Фесенковым в сложное для науки

время (1937), можно повторить и сегодня.

В оправдание можно выдвинуть следующие соображения. Во-первых, приемлемые теории влияния земной атмосферы на качество изображений появились уже после того, как заработали почти все крупные телескопы СССР. Вплоть до начала 1960-х гг. среди отечественных астрономов доминировала концепция Данжона и Кудэ, согласно которой основной вклад в ухудшение качества изображений звезд вносят слои атмосферы на высоте 3–4 км. Следовательно, не было особого смысла забираться на высоту, скажем, 2 км. Затем теория впала в другую крайность: основной вклад в ухудшение изображений вносит приземный слой воздуха толщиной в несколько десятков метров, в результате астрономы успели построить несколько башен “повышенной этажности”. Во-вторых, при выборе места для



большого телескопа астроном пользуется маленьким, экспедиционным телескопом или другими средствами с последующей экстраполяцией наблюдаемых эффектов на большой телескоп. Как правило, после решения об установке большого телескопа работа на экспедиционных средствах прекращалась, поэтому концепции остава-

Вариант экваториальной монтировки 6-м телескопа БТА. 1960 г.

лись непроверенными. В-третьих, экспедиционные измерения проводились в короткое время в избранные сезоны или “вдогонку”, уже после принятия решения о месте установки телескопа,

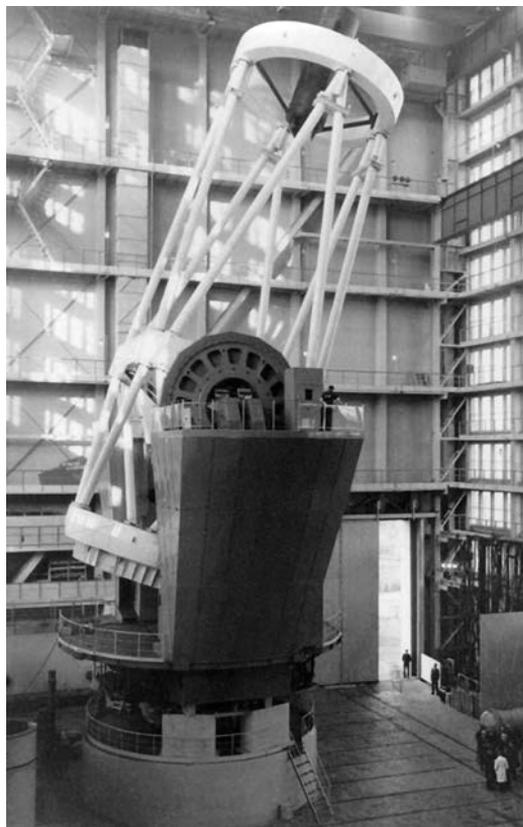
как это случилось с БТА. Можно утверждать, что развитие астроклиматических концепций в нашей стране не повлияло на расстановку телескопов, оставшихся в распоряжении отечественных астрономов.

КАДРЫ РЕШАЮТ ВСЕ

Прежде чем перейти к обсуждению современных проблем, оценим динамику кадрового потенциала и технической оснащённости обсерваторий. Инструменты для Пулковской обсерватории в XIX в. приобретали по инициативе двух-трех астрономов. На открытии обсерватории в Пулкове (1839) присутствовало 11 иногородних астрономов России, на первый съезд Всероссийского астрономического союза (1917) было приглашено уже 97 профессиональных астрономов. В начале 1930-х гг. число астрономов не превышало 150 человек, а специалистов, приравненных позже к докторам наук, было не более 50. В 1939 г. было 80–90 “активно работающих астрономов”. Таким образом, в 1930-е гг. численность астрономов восстановилась до уровня, достигнутого в 1917 г. Но при этом доля астрономов относительно полного числа научных сотрудников в СССР снизилась в десятки раз за счет резкого увеличения числа научных работников других специальностей. Такое соотношение численности в условиях директивного распределения материальных ресурсов, загрузки производственных мощностей в оптико-механической промышленности не могло не сказаться на состоянии и развитии астрономической аппаратуры.

В первую послевоенную четверть века число научных работников СССР увеличилось на порядок. Пропорционально возрастала и численность астрономов: к 1975 г. в 30 астрономических учреждениях работало уже свыше 1500 профессиональных астрономов. Бум отечественного оптического телескопостроения к этому времени завершился, а численность дипломи-

рованных астрономов продолжала возрастать еще 15 лет, превысив к 1991 г. 2 тыс. человек. Организация крупных астрономических учреждений сопровождалась быстрым ростом штатов. Со второй половины 1960-х гг. увеличился удельный вес теоретических школ. Некоторые авторитетные теоретики утверждали, что данные наблюдений, достаточные для их работы, уже содержатся в западных журналах, поэтому незачем строить и эксплуатировать отечественные телескопы. Отсюда было недалеко и до вопроса о целесообразности дальнейшего расходования средств на развитие средств наблюдений. Позже, в эпоху Интернета, стали преобладать проек-



6-м телескоп БТА во время испытаний на Ленинградском оптико-механическом объединении. 1968 г.

ты, основанные на использовании чужих баз данных, что также понизило статус отечественного астронома-наблюдателя.

Период наиболее активного вложения ресурсов в материальную базу отечественной астрофизики характеризуется и некоторыми просчетами. Во-первых, в послевоенное время удалось восстановить “астрофизический отдел в Пулкове для участия в разработке и испытании новых конструкций и новых методов наблюдений, а также в подготовке высококвалифицированных кадров астрофизиков”, но на методическом и кадровом обеспечении САО это никак не отразилось. Во-вторых, исследования астроклимата в Зеленчукском районе были начаты всего за полгода до принятия окончательного решения о месте установки БТА, последующие наблюдения уже ничего не решали. В-третьих, не сработал принцип “выращивания” САО по схеме “отдел Пулковского – филиал Пулковского – отдельный институт”, ранее оправдавшийся на примере Симеизской обсерватории. В-четвертых, после ввода БТА в эксплуатацию связи САО с оптико-механической промышленностью существенно ослабли, и обе стороны от этого только проиграли. В-пятых, астрономы САО, получив многолетний опыт научной работы на передовом инструменте, лишались возможности заниматься преподавательской деятельностью. Наконец, идеализация принципа “хороший астроклимат является единственным критерием выбора места” оставила лучшие учебно-исследовательские коллективы России без южных наблюдательных станций.

Потеряв наблюдательные базы в дальнем (Чили) и ближнем зарубежье, российские астрономы снова (почти через столетие) признали перспективность Кавказского региона, где планируется размещать крупные оптические телескопы, управляемые дистанционно. Но пока в нашей стране работает только одна затратная модель – “астрономы, обеспечивающие развитие



Б.К. Иоаннисиани – главный конструктор больших телескопов: БТА САО РАН, ЗТШ КраО, ЗТА Бюраканской астрофизической обсерватории и автор многих других астрономических инструментов.

методов и выполнение наблюдений, проживают при телескопе”. Сегодня эффективность работы БТА определяется тем, сколько средств на аппаратно-методические разработки остается после обязательных расходов на содержание инфраструктуры и нормальное функционирование.

Авторы считают, что главная проблема отечественной наземной оптической астрономии – разрыв между уровнем подготовки кадров в университетах, оставшихся без практической базы, и уровнем современных астрофизических наблюдений. Не менее

важное обстоятельство – потеря интереса к возможностям отечественной промышленности. Новые университетские телескопы приобретаются за рубежом, то есть и здесь мы вернулись на столетие назад. Третий фактор – разрушение прежних схем привлечения молодежи в астрономию. В середине XIX в. в России насчитывалось семь университетов, в каждом из них полагалось иметь по 35 профильных кафедр (позже – около полусотни). Обязательной была кафедра астрономии (космографии). В первой половине XX в. число отечественных университетов, выпускающих астрономов, варьировалось. С началом космической эры общественный интерес обеспечил устойчивый приток молодежи, тогда в астрономию приходили и представители других специальностей. К началу XXI в. в школах прекратили преподавание астрономии, а в педагогических вузах были ликвидированы соответствующие кафедры.

Астрофизика стала всеволновой наукой. В этих условиях роль наземной оптической астрономии должна

уменьшаться, но не до такой степени, как это произошло в нашей стране на рубеже столетий. Все-таки наземные оптические наблюдения, в особенности спектроскопия, остаются наиболее экономичными по затратам. А в промышленности кроме серийной конкурентоспособной продукции необходимо время от времени разрабатывать уникальные инструменты, повышающие технологический уровень и статус оптико-механического производства.

В октябре 2011 г. на международной конференции (Нижний Архыз), посвященной 100-летию со дня рождения главного конструктора БТА Б.К. Иоаннисиани, организованной САО РАН, обсуждались современное состояние и перспективы развития научных исследований в области наземного оптического телескопостроения. По итогам конференции начаты или продолжены совместные работы по адаптивной оптике, навесной аппаратуре, созданию новых телескопов и подготовке кадров.

Информация

“Нустар”: “заснувшая” черная дыра

Черная дыра массой $5 \times 10^6 M_{\odot}$ в ядре галактики NGC 253 “Серебряная монета” в созвездии Скульптора, ранее поглощавшая межзвездный газ, около 10 лет назад прекратила актив-

ность. Об этом свидетельствуют данные, полученные в сентябре – ноябре 2012 г. с помощью космической рентгеновской обсерватории “Нустар” (“NuSTAR”; Земля и Вселенная, 2012, № 6, с. 35). В этой звездной системе, расположенной в 8 млн св. лет от Земли, звездообразование идет с огромной скоростью. Наблюдения в 2003 г. космической рентгеновской обсерватории “Чандра” показали мощное падение окружающего газа на черную дыру. Если она “проснется” в ближайшие несколько лет, то

“Нустар” и “Чандра” сразу это зафиксируют.

Ученые отмечают, что черные дыры в центрах галактик прекращают поглощать материю и “впадают в спячку” только тогда, когда в их окрестностях исчерпываются запасы вещества. Черная дыра в NGC 253 необычна тем, что находится среди газопылевых облаков, но не поглощает материю, “заснув” во время активных процессов звездообразования.

Пресс-релиз NASA,
12 июня 2013 г.

Кировский планетарий

В ноябре 1959 г., согласно постановлению исполкома Кировского совета депутатов, в здании Никольской надвратной церкви открылся Кировский планетарий. Его директором назначили

И.С. Пронина. 20 декабря 1960 г. была прочитана первая лекция.

За свою историю Кировский планетарий трижды менял адрес. Летом 1968 г. Планетарий переехал в здание ар-

хитектурного памятника XVIII в. – церковь Иоанна Предтечи, расположенную в центре города. В 1969 г. здесь установили новый аппарат немецкой фирмы “Карл Цейс Йена” ZKP-1. В Звездном зале



Аппарат планетарий ZKP-1 фирмы “Карл Цейс Йена” в Звездном зале планетария.



лекции читали Н.Н. Кра-
совская, Н.К. Сладко-
ва, В.В. Дровосекова.
Сотрудники Плана-
рия выезжали с лекция-

ми на предприятия, в
детские образователь-
ные учреждения, пионер-
ские лагеря. Внештатны-
ми лекторами работали

*В Звездном зале школы
№ 27 г. Кирова.*

преподаватели КГПИ им.
В.И. Ленина кандидат
физико-математических
наук Б.И. Краснов и кан-
дидат географических
наук В.И. Колчанов.

В 1970-х гг. с прихо-
дом директора К.С. Ели-
на Планетарий стал
одним из центров про-
паганды естественнона-
учных и экологических
знаний. Циклы лекций
по астрономии и космо-



*Юные любители астроно-
мии на интересной лекции.*



Награждение победителей конкурса детского рисунка "Я рисую космос". 2010 г.

навтике вызывали интерес у посетителей. В Планетарии выступали внучка К.Э. Циолковского В.В. Костина, конструктор (в 1930–1940-е гг.) первой советской экспериментальной двухступенчатой ракеты И.А. Меркулов, автор популярных книг по астрономии В.Н. Комаров, первый начальник Центра подготовки космонавтов генерал-майор Е.А. Карпов и другие интересные люди.

Многое для развития Планетария сделала Н.К. Сладкова, руководившая Планетарием в 1978–1991 гг. В этот период Кировский планетарий был признан одним из лучших малых планетариев России.

В начале 1990-х гг. подул "ветер перемен", здание церкви Иоанна Предтечи вернули Вятской епархии. Нового помещения Планетарию не предоставили, и директору Т.В. Жбанниковой пришлось искать ответы на непростые вопросы: где найти другое помещение для Планетария, как сохранить дорогостоящую аппаратуру и уникальный коллектив.

В июле 1993 г. Планетарий переехал в среднюю школу № 27 г. Кирова, расположенную на улице Космонавта Владислава Волкова. Директор Л.А. Горев создавал это учебное заведение как школу по интересам, ведь она строилась в большом новом микрорайоне города. Сначала лекции читали в кабинете, переоборудованном под лекционный зал. Параллельно в течение двух лет монтировали купол и аппаратуру, и вот, наконец, 12 апреля 1995 г. впервые после переезда в актовом зале школы зажглись звезды Планетария. Началась новая жизнь.

Статус Планетария изменился: он стал структурным подразделением школы и вошел в систему дополнительного образования. Но в то же время это было по-прежнему единственное научно-просветительное учреждение такой направленности в Кировской области. Сейчас Планетарий – центр естественнонаучного образования школьников – работает с учащимися школы № 27 и сотрудничает с другими образовательными учреждениями. Разработаны циклы лекций для разных возрастных групп в урочное и внеурочное время. В соответствии с требованиями ФГОС организована внеурочная деятельность для учащихся начальных классов по интеллектуальному направлению. Ребята на занятиях знакомятся с тайнами Земли и космоса. В Кирове только в нашей школе на базе Планетария проводятся уроки астрономии для 11-х классов. Под руководством квалифицированных педагогов ребята, интересующиеся астрономией, пишут рефераты, готовят доклады, с которыми выступают на школьных научных конференциях, молодежных Циолковских чтениях. На базе школьного Центра космических услуг учащиеся работают с программой “Геоин-



Награждение победителей викторины для детей “Путь к звездам”. 12 апреля 2011 г.

формационная система Кировской области”.

Планетарий тесно сотрудничает с учителями физики и информатики, биологии, географии и химии нашей школы.

Проводятся интеллектуальные межпредметные игры, одна из них была посвящена 300-летию М.В. Ломоносова, а также более продолжительные мероприятия –



Участница общегородской игры для школьников “Звездный десант” зачитывает вопрос викторины. 2011 г.



Наблюдение прохождения Венеры по диску Солнца на астрономической площадке Планетария. 6 июня 2011 г.

Неделя астрономии, Неделя космонавтики. 12 апреля 2011 г. состоялась детская викторина «Путь к звездам». Победителей наградили книгами по астрономии и космонавтике.

Конечно, самые активные посетители Планетария – любознательные учащиеся начальных классов. Они с удовольствием участвуют в утренниках, играх и конкурсах. Так происходит интеграция основного и дополнительного образования.

Другим образовательным учреждениям Планетарий оказывает платные образовательные услуги в виде лекций. На сеансы приходят воспитанники детских садов, учащиеся школ, лицеев, колледжей, Вятского гуманитарного госунивер-

ситета. Для населения города и области организованы сеансы выходного дня, их могут посещать дети начиная с пяти лет. Три года подряд на базе школы и Планетария проходят муниципальный и региональный этапы Всероссийской олимпиады школьников по астрономии.

У всех интересующихся наукой о мироздании в День осеннего равноденствия и весной в Международный день астрономии есть возможность наблюдать звездное небо в зеркальный телескоп ТАЛ-150П и в школьный телескоп. Если происходит редкое астрономическое явление, например солнечное или лунное затмение, прохождение Венеры по диску Солнца, Планетарий организует его наблюдение.

В 2009 и 2010 гг. совместно с Центром повышения квалификации работников образования Планетарий организовал городскую конкурс детского рисунка «Я рисую космос!». Воспитатели и дети с большим интересом участвовали в этом конкурсе. Творческие работы, выполненные в разной технике, получились яркие, неповторимые.

В 2011 г., в Год российской космонавтики, в Планетарии состоялось много мероприятий, связанных с историей космонавтики. 12 апреля прошла общегородская игра для учащихся 6-х классов под названием «Звездный десант». Учителя физики показывали видеосюжеты «Уроки из космоса», снятые на станции «Мир». На уроках химии учащиеся познакомились с питанием космонавтов, на уроках русского языка и литературы изучали биографию первого космонавта планеты, писали сочинение о Ю.А. Гагарине и о легендарном 1961 г. Учащиеся начальных классов смогли представить себя юными космонавтами, участвуя в игре «Космические старты». Вечером 12 апреля в Звездном зале подвели итоги и наградили победителей городской викторины среди учащихся общеобразовательных школ «Путь к звездам», организован-



ной “Станцией юных техников” совместно с Музеем авиации и космонавтики им. К.Э. Циолковского. В викторине участвовало 80 школьников, для них была подготовлена специальная программа. Ребята с интересом слушали рассказы почетных гостей: капитана морской авиации Северного флота Б.Г. Шабалина и капитана II ранга Тихоокеанского флота Е.В. Злобина. В конце праздника каждый участник запустил в небо воздушный шарик.

В Планетарии можно увидеть осколки Сихотэ-Алинского метеорита (упал 12 февраля 1947 г.) и Челябинского (упал 15

февраля 2013 г.). Фрагмент Сихотэ-Алинского метеорита массой 7,072 кг нам передал в 2005 г. Комитет по метеоритам РАН. Фрагменты метеорита “Челябинск” были найдены энтузиастами челябинского клуба любителей астрономии “Апекс”.

В нашем Планетарии работают уникальные люди, увлеченные своим делом. В.В. Дровосекова пришла в Планетарий в 1968 г. и трудится здесь уже 45 лет. Т.В. Жбанникова работает здесь 26 лет, из них 18 лет была его руководителем. М.А. Кислицына, в 1998 г. пришедшая в Планетарий как педагог,

Телескопические наблюдения в Международный день астрономии. 20 апреля 2013 г.

сейчас возглавляет его. Под ее началом регулярно проводятся астрономические наблюдения, коллектив обсуждает новый проект технического усовершенствования оборудования. Педагог-организатор Е.В. Горшкова работает с нами не так давно, но она быстро вникла в тонкости своей профессии, сумела наладить контакт с коллегами и детьми. Инженер

Планетария Н.В. Усатов прекрасно разбирается в сложной аппаратуре, от него во многом зависит удачное проведение лекций.

В Планетарии ежегодно проходит около тысячи мероприятий, его посещают 20–22 тыс. человек – жители Кирова и

Кировской области, группы из других городов, туристы из Италии, Китая и США.

Кировский планетарий – активный член Ассоциации планетариев России. Планетарий работает для всех, кому интересно постигать тайны Вселенной. Наш девиз:

“Звезды – для всех, звезды – для каждого!”

*М.А. КИСЛИЦЫНА,
заведующая структурным
подразделением “Планетарий”*

*Т.В. ЖБАННИКОВА,
педагог дополнительного
образования*

Фото М.А. Кислицыной,
Е.В. Горшковой

Информация

Поглощение планеты черной дырой

В марте 2013 г. астрономы наблюдали разрушение коричневого карлика или планеты-гиганта массой не более $14\text{--}30 M_{\text{Ю}}$, двигавшегося вблизи сверхмассивной черной дыры массой $2,3 \times 10^5 M_{\odot}$ в центре галактики NGC 4845 в созвездии Девы, удаленной от нас на 47 млн. св. лет. При аккреции вещества этого объекта на черную дыру светимость ядра галактики в рентгеновском диапазоне возросла более чем в тысячу раз.

Изучив данные предыдущих наблюдений одной из удаленных галактик, астрономы Европейского космического агентства совершенно неожиданно установили, что пик излучения пришелся на январь 2011 г. Эмиссия была прослежена на протяжении года до постепенного спада интенсивности. Максимум рентгеновской вспышки наблюдали космические рентгеновские



Спиральная галактика NGC 4845 (тип Sa) в созвездии Девы. В центре галактики – сверхмассивная черная дыра массой $2,3 \times 10^5 M_{\odot}$. В начале 2011 г. она поглотила небесное тело массой в 14–30 раз больше Юпитера. Снимок сделан в 2010 г. КТХ. Фото NASA.

обсерватории “Интеграл” (“Integral”, ESA), “ИксММ-Ньютон” (“XMM-Newton”, ESA), “Свифт” (“Swift”, США) и детектор MAXI (Япония), установленный на борту МКС. Пиковый поток в диапазоне 2–10 кэВ достигал 5×10^{-11} эрг · см⁻² · с⁻¹. В течение минимум 30 лет до этого никакой переменной рентгеновской активности в галактике NGC 4845 не наблюдалось. Разрушение черной дырой объекта

планетарной массы зафиксировано впервые.

Процесс питания черных дыр можно наблюдать благодаря тому, что падение на них вещества вызывает нагрев окружающего газа до очень высоких температур и сопровождается высокоэнергичным излучением, достигающим рентгеновского диапазона.

Пресс-релизы NASA и
ESA,
2 апреля 2013 г.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: ноябрь – декабрь 2013 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

| Дата | Время, ч | Событие |
|----------------|----------|--|
| Ноябрь | | |
| 1 | 6 | Венера в наибольшей восточной элонгации (47°) |
| 1 | 20 | Меркурий в нижнем соединении с Солнцем |
| 3 | 12 | Новолуние |
| 6 | 11 | Сатурн в соединении с Солнцем |
| 10 | 6 | Луна в первой четверти |
| 10 | 14 | Меркурий переходит от попятного движения к прямому |
| 13 | 21 | Нептун переходит от попятного движения к прямому |
| 17 | 15 | Полнолуние |
| 18 | 8 | Меркурий в наибольшей западной элонгации (19°) |
| 22 | 4 | Луна проходит в 5° южнее Юпитера |
| 22 | 9 | Луна в апогее |
| 25 | 19 | Луна в последней четверти |
| 26 | 1 | Меркурий проходит в 0,3° южнее Сатурна |
| 27 | 11 | Луна проходит в 5° южнее Марса |
| Декабрь | | |
| 1 | 9 | Луна проходит в 1° южнее Сатурна |
| 1 | 22 | Луна проходит в 0,5° севернее Меркурия |
| 3 | 0 | Новолуние |
| 4 | 10 | Луна в перигее |
| 9 | 15 | Луна в первой четверти |
| 17 | 9 | Полнолуние |
| 18 | 1 | Уран переходит от попятного движения к прямому |
| 19 | 6 | Луна проходит в 5° южнее Юпитера |
| 19 | 23 | Луна в апогее |
| 20 | 19 | Венера переходит от прямого движения к попятному |
| 21 | 17 | Зимнее солнцестояние |
| 25 | 13 | Луна в последней четверти |
| 25 | 23 | Луна проходит в 5° южнее Марса |
| 29 | 0 | Луна проходит в 1° южнее Сатурна |
| 29 | 6 | Меркурий в верхнем соединении с Солнцем |

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

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

| Дата | | α | | δ | | 45° | | 55° | | 65° | |
|---------|----|----------|----|----------|----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| | | | | | | восход | заход | восход | заход | восход | заход |
| | | ч | м | ° | ' | ч:м | ч:м | ч:м | ч:м | ч:м | ч:м |
| Ноябрь | 1 | 14 | 25 | -14 | 21 | 06:39 | 16:52 | 07:05 | 16:27 | 07:49 | 15:42 |
| | 11 | 15 | 04 | -17 | 21 | 06:53 | 16:39 | 07:25 | 16:07 | 08:23 | 15:08 |
| | 21 | 15 | 46 | -19 | 51 | 07:07 | 16:29 | 07:44 | 15:31 | 08:58 | 14:37 |
| Декабрь | 1 | 16 | 28 | -21 | 46 | 07:19 | 16:23 | 08:02 | 15:40 | 09:31 | 14:11 |
| | 11 | 17 | 12 | -22 | 58 | 07:29 | 16:21 | 08:16 | 15:34 | 09:58 | 13:52 |
| | 21 | 17 | 56 | -23 | 26 | 07:36 | 16:24 | 08:24 | 15:35 | 10:12 | 13:48 |
| | 31 | 18 | 40 | -23 | 07 | 07:40 | 16:30 | 08:27 | 15:43 | 10:10 | 14:00 |

Примечание. В таблицах дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время восхода Солнца 5 ноября 2013 г. в Ростове-на-Дону (широта – 47°17', долгота – 2°39', 2-й часовой пояс). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени восхода Солнца на 5 ноября, получаем 6°50'. Вычтем из него долготу места, прибавим номер часового пояса и два часа для учета декретного и летнего времени, получим 8^ч.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

| Дата | | α | | δ | | m | d | F | Продолжительность видимости для разных широт, ч | | | Период* |
|-----------------|----|----------|------|----------|----|------|------|------|---|-----|-----|---------|
| | | ч | м | ° | ' | | | | 45° | 53° | 65° | |
| Меркурий | | | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | 1 | 14 | 31,2 | -15 | 44 | 5,8 | 9,9 | 0,00 | | – | – | |
| | 11 | 14 | 03,2 | -10 | 25 | 0,3 | 8,2 | 0,28 | 0,7 | 0,6 | - | Утро |
| | 21 | 14 | 31,8 | -12 | 35 | -0,7 | 6,2 | 0,70 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | Утро |
| Декабрь | 1 | 15 | 26,1 | -17 | 26 | -0,6 | 5,3 | 0,89 | 0,6 | – | – | Утро |
| | 11 | 16 | 28,7 | -21 | 42 | -0,7 | 4,8 | 0,96 | – | – | – | |
| | 21 | 17 | 35,5 | -24 | 20 | -1,0 | 4,6 | 0,99 | – | – | – | |
| | 31 | 18 | 45,3 | -24 | 50 | -1,3 | 4,6 | 1,00 | – | – | – | |
| Венера | | | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | 1 | 17 | 39,8 | -27 | 00 | -4,5 | 25,1 | 0,50 | 2,3 | 1,6 | – | Вечер |
| | 11 | 18 | 23,2 | -27 | 05 | -4,7 | 28,3 | 0,44 | 2,7 | 2,0 | – | Вечер |
| | 21 | 19 | 02,0 | -26 | 15 | -4,8 | 32,4 | 0,38 | 2,9 | 2,5 | – | Вечер |
| Декабрь | 1 | 19 | 33,9 | -24 | 41 | -4,9 | 37,6 | 0,31 | 3,1 | 2,8 | 0,3 | Вечер |
| | 11 | 19 | 55,7 | -22 | 38 | -4,9 | 44,2 | 0,22 | 3,0 | 3,0 | 2,1 | Вечер |
| | 21 | 20 | 03,7 | -20 | 27 | -4,8 | 51,9 | 0,13 | 2,6 | 2,7 | 2,6 | Вечер |
| | 31 | 19 | 54,7 | -18 | 26 | -4,5 | 59,4 | 0,05 | 1,7 | 1,7 | 2,0 | Вечер |

Таблица III (окончание)

| Дата | α | | δ | | m | d | F | Продолжительность видимости для разных широт, ч | | | Период* | |
|---------------|----------|----|----------|-----|----|------|------|---|------|------|---------|------|
| | ч | м | ° | ' | | | | 45° | 53° | 65° | | |
| Марс | | | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | 1 | 10 | 46,8 | +09 | 26 | 1,5 | 4,9 | 0,93 | 4,7 | 5,2 | 6,1 | Утро |
| | 11 | 11 | 08,3 | +07 | 20 | 1,4 | 5,1 | 0,92 | 5,1 | 5,7 | 6,6 | Утро |
| | 21 | 11 | 29,0 | +05 | 15 | 1,6 | 5,3 | 0,92 | 5,5 | 6,1 | 7,1 | Утро |
| Декабрь | 1 | 11 | 49,1 | +03 | 12 | 1,2 | 5,6 | 0,91 | 5,9 | 6,5 | 7,6 | Утро |
| | 11 | 12 | 08,3 | +01 | 14 | 1,1 | 6,0 | 0,91 | 6,3 | 6,9 | 8,0 | Утор |
| | 21 | 12 | 26,6 | -00 | 38 | 1,0 | 6,4 | 0,91 | 6,7 | 7,3 | 8,3 | Утро |
| | 31 | 12 | 43,8 | -02 | 22 | 0,9 | 6,6 | 0,90 | 7,0 | 7,5 | 8,4 | Утро |
| Юпитер | | | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | 1 | 07 | 27,6 | +21 | 54 | -2,2 | 41,3 | 0,99 | 9,7 | 10,9 | 13,4 | Утро |
| | 11 | 07 | 27,8 | +21 | 55 | -2,3 | 42,5 | 0,99 | 10,6 | 11,9 | 14,7 | Утро |
| | 21 | 07 | 26,5 | +21 | 58 | -2,4 | 43,7 | 0,99 | 11,5 | 12,9 | 15,9 | Утро |
| Декабрь | 1 | 07 | 33,9 | +22 | 05 | -2,4 | 44,8 | 1,00 | 12,4 | 13,9 | 17,1 | Ночь |
| | 11 | 07 | 20,1 | +22 | 14 | -2,5 | 45,7 | 1,00 | 13,2 | 14,8 | 18,0 | Ночь |
| | 21 | 07 | 15,2 | +22 | 25 | -2,5 | 46,4 | 1,00 | 14,0 | 15,5 | 18,5 | Ночь |
| | 31 | 07 | 09,7 | +22 | 36 | -2,5 | 46,7 | 1,00 | 14,5 | 15,9 | 18,6 | Ночь |
| Сатурн | | | | | | | | | | | | |
| Ноябрь | 1 | 14 | 46,4 | -13 | 50 | 0,5 | 15,4 | 1,00 | - | - | - | |
| | 11 | 14 | 51,1 | -14 | 11 | 0,5 | 15,4 | 1,00 | - | - | - | |
| | 21 | 14 | 55,8 | -14 | 32 | 0,6 | 15,4 | 1,00 | - | - | - | |
| Декабрь | 1 | 15 | 00,4 | -14 | 52 | 0,6 | 15,5 | 1,00 | 1,1 | 1,0 | - | Утро |
| | 11 | 15 | 04,8 | -15 | 10 | 0,6 | 15,6 | 1,00 | 1,9 | 1,9 | 1,7 | Утро |
| | 21 | 15 | 09,0 | -15 | 26 | 0,6 | 15,7 | 1,00 | 2,7 | 2,7 | 2,5 | Утро |
| | 31 | 15 | 12,9 | -15 | 40 | 0,6 | 15,9 | 1,00 | 3,4 | 3,4 | 3,2 | Утро |

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

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

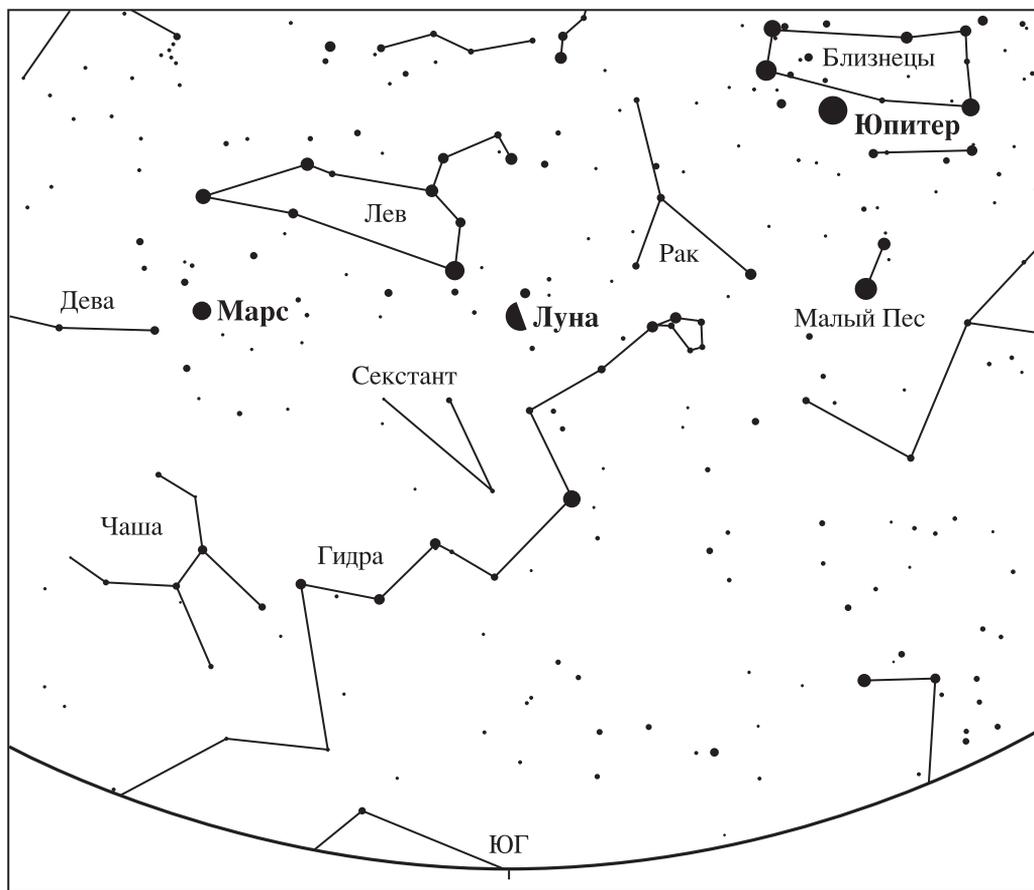
10 ноября **Меркурий** перейдет от попятного движения к прямому, его будет видно утром немногим более часа. В южных районах нашей страны Меркурий будет виден до начала декабря.

1 ноября **Венера** находится в наибольшей восточной элонгации, 2 ноября переходит из созвездия Змееносца в созвездие Стрельца, где 20 декабря переходит от прямого движения к попятному. В ноябре в северных районах нашей страны эта планета не видна. На юге продолжительность ее видимости постепенно увеличивается

и 10 декабря достигает трех часов. Видимый диаметр планеты растет, фаза убывает. Если смотреть в бинокль, то можно заметить узкий серп Венеры.

В ноябре – декабре условия видимости **Марса** становятся лучше, продолжительность его видимости увеличивается, видимый угловой диаметр растет. Планета в ноябре перемещается по созвездию Льва, 25 ноября переходит в созвездие Девы. Луна пройдет вблизи Марса 27 ноября и 25 декабря.

В ноябре в утреннее время и в декабре ночью **Юпитер** прекрасно виден в



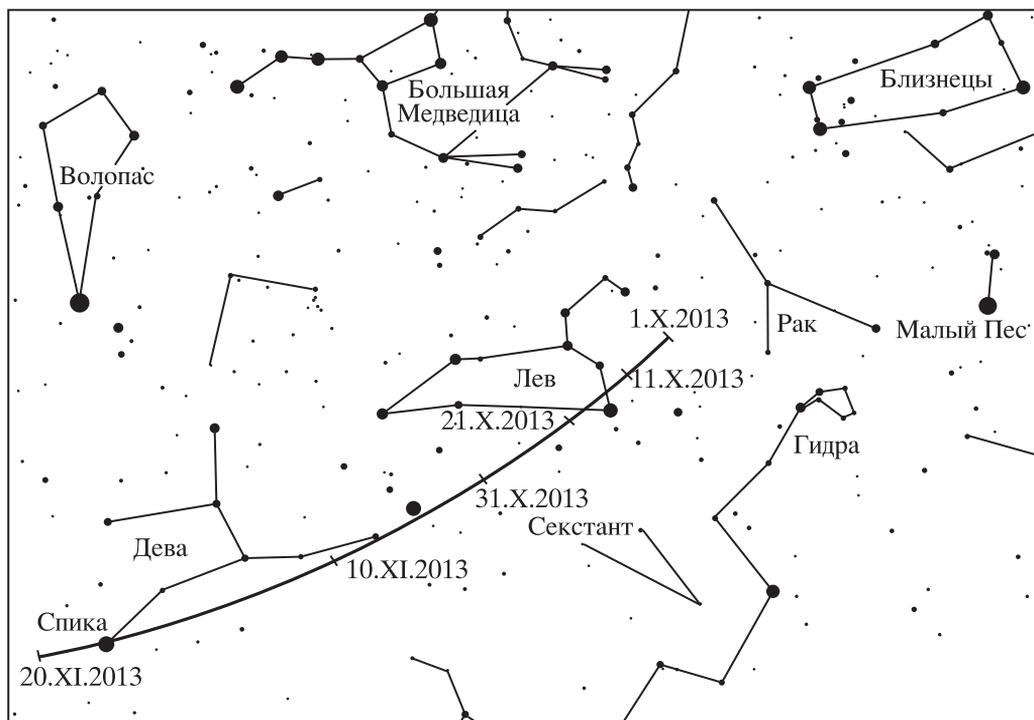
Вид южной части звездного неба в Москве 25 ноября 2013 г. в 7^ч 00^м по московскому времени. Отмечено положение Марса, Юпитера и Луны.

созвездия Близнецов. Приближается его противостояние с Солнцем, поэтому условия для наблюдения становятся благоприятными. Благодаря большому угловому размеру Юпитера его облачный покров можно будет увидеть в небольшие инструменты. Четыре галилеевых спутника доступны наблюдениям даже в бинокль. Луна пройдет вблизи Юпитера 22 ноября и 19 декабря.

6 ноября **Сатурн** находится в верхнем соединении с Солнцем. 26 ноября Меркурий проходит в 0,3° южнее этой планеты-гиганта. С декабря утром можно увидеть Сатурн. Условия его

видимости стремительно улучшаются, к концу года эта планета видна по утрам свыше 3 ч. Сатурн медленно перемещается по созвездию Весов. Стареющая Луна пройдет недалеко от него 1 и 29 декабря.

3 ноября произойдет **полное солнечное затмение**, наблюдаемое в Центральной Африке. На территории нашей страны можно увидеть только малые частные фазы затмения в Краснодарском и Ставропольском краях на заходе Солнца. Максимальная фаза затмения в Ставрополе – 0,015, в Краснодаре – 0,002.

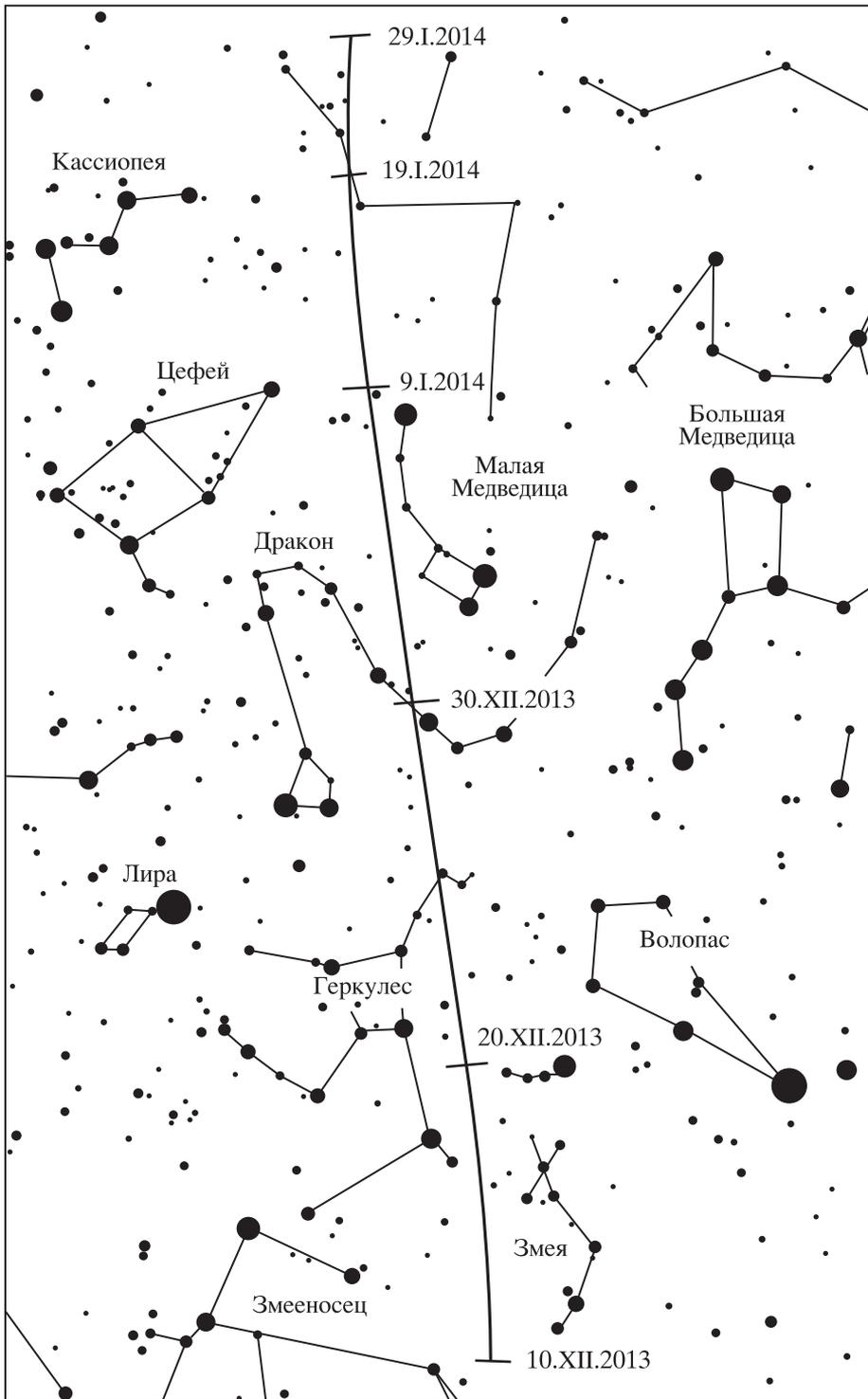


Видимый путь кометы C/2012 S1 (ISON) с 1 октября по 20 ноября 2013 г.

КОМЕТА C/2012 S1 (ISON)

Зима 2013/14 г. подарит любителям астрономии возможность увидеть яркую комету C/2012 S1 (ISON). К оценкам ее яркости следует относиться с осторожностью: наблюдаемый блеск кометы может значительно отличаться от предвычисленного. Напомним, что комету как объект 18^m открыли 21 сентября 2012 г. астрономы-любители Виталий Невский (Витебск, Беларусь) и Артём Новичонок (Петрозаводск, Россия, Петрозаводский государственный университет). Она была обнаружена с помощью 40-см рефлектора, установленного на обсерватории проекта ISON (International Scientific Optical Network – Международная научная оптическая сеть) около Кисловодска (Земля и Вселенная, 2013, № 4, с. 55).

В октябре 2013 г. комета будет доступна для наблюдений в бинокль, а с декабря 2013 г. по январь 2014 г. ее можно увидеть на вечернем небе после захода Солнца невооруженным глазом, так как ее блеск может достичь -5^m . 18 ноября комета пройдет недалеко от яркой звезды Спика (α Девы), а 28 ноября – перигелий на расстоянии 0,0124 а.е. (1,2 млн км) от Солнца. В декабре комета видна по вечерам сразу после захода Солнца за горизонт, если она не испарится до или после сближения с Солнцем. 16 января 2014 г. вероятна метеорная активность из-за малого расстояния между орбитами Земли и кометы (0,02 а. е. = 3 млн км).



Видимый путь кометы C/2012 S1 (ISON) с 10 декабря 2013 г. по 29 января 2014 г.

ЭФЕМЕРИДА КОМЕТЫ C/2012 S1 (ISON)

| Дата | | α | | δ | | m | El. | Del | Sun |
|--------------|----|----------|------|----------|------|------|-------|------|------|
| | | ч | м | ° | ' | | ° | а.е. | а.е. |
| Октябрь 2013 | 1 | 09 | 34,6 | +17 | 27,4 | 10,4 | 47,6 | 2,15 | 1,65 |
| | 11 | 09 | 58,0 | +15 | 15,1 | 9,6 | 51,4 | 1,85 | 1,46 |
| | 21 | 10 | 27,4 | +11 | 57,6 | 8,7 | 53,4 | 1,55 | 1,25 |
| | 31 | 11 | 07,6 | +06 | 39,6 | 7,6 | 52,3 | 1,26 | 1,02 |
| Ноябрь 2013 | 10 | 12 | 08,7 | -01 | 05,6 | 6,1 | 45,1 | 1,00 | 0,77 |
| | 20 | 13 | 49,6 | -13 | 34,6 | 3,9 | 27,4 | 0,86 | 0,46 |
| | 30 | 16 | 21,4 | -16 | 18,8 | -0,7 | 05,3 | 0,91 | 0,11 |
| Декабрь 2013 | 10 | 16 | 10,8 | +03 | 18,0 | 3,8 | 29,6 | 0,62 | 0,54 |
| | 20 | 16 | 13,4 | +28 | 54,0 | 4,7 | 57,4 | 0,47 | 0,83 |
| | 30 | 16 | 32,2 | +63 | 59,2 | 5,5 | 90,5 | 0,44 | 1,08 |
| Январь 2014 | 9 | 01 | 13,5 | +85 | 20,3 | 6,6 | 112,6 | 0,55 | 1,30 |
| | 19 | 03 | 50,7 | +68 | 56,6 | 7,8 | 118,6 | 0,76 | 1,51 |
| | 29 | 04 | 09,2 | +59 | 16,9 | 8,9 | 116,2 | 1,01 | 1,70 |

Примечание. El. – элонгация кометы, Del – расстояние от кометы до Земли, Sun – до Солнца.

В.И. ЩИВЬЁВ

г. Железнодорожный (Московская обл.)

Информация

Первые изображения черной дыры

Ученые утверждают, что в центре Млечного Пути скрывается гигантская черная дыра Стрелец-A* массой $4,3 \times 10^6 M_{\odot}$, находящаяся от нас на расстоянии 26 тыс. св. лет (Земля и Вселенная, 2010, № 3). С помощью современных инструментов увидеть ее невозможно. Черные дыры невидимы, потому что даже свет не может избежать их гравитационных тисков.

Тем не менее “горизонт событий” – границы черной дыры, где начинаются искажения пространства и времени, – должны быть различимы из-за радиационного излучения материи, падающей на нее.

Новая технология позволит разглядеть нашего “соседа” благодаря строящемуся для этих целей телескопу “Горизонт событий” (“Event Horizon Telescope”), работающему в диапазоне 230–450 ГГц. Телескоп объединит несколько радиотелескопов в один крупный интерферометр со сверхдлинными базами. Его вступление в строй запланировано на 2022 г., но наблюдения с помощью части интерферометрической сети уже проводятся. В проекте

участвуют Массачусетский технологический институт, Обсерватории Беркли, Аризонский университет и Калифорнийский технологический институт, Гарвард-Смитсоновский центр астрофизики, Институт Макса Планка (Германия), Астрономическая обсерватория Японии.

Астрофизики описали, как будет выглядеть черная дыра на первых изображениях. На них границы черной дыры примут форму полумесяца, а не пузыря, как предполагалось. Есть надежда, что в ближайшие пять лет будут получены снимки темного круга, называемого тенью черной дыры.

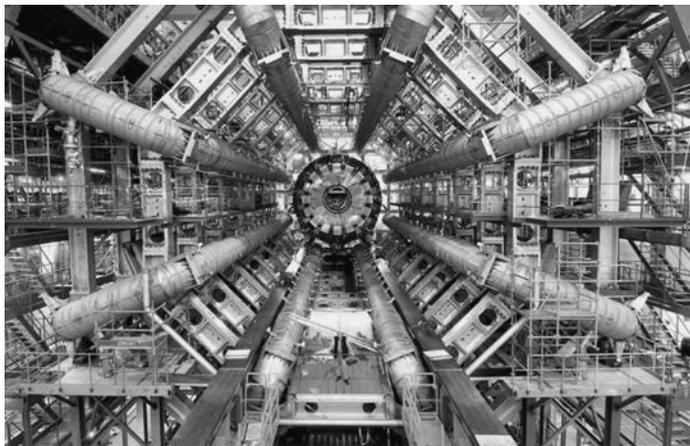
Пресс-релиз NASA,
6 мая 2013 г.

Таинственные частицы

Недавнее открытие бозона Хиггса подтвердило правильность Стандартной модели (Земля и Вселенная, 2013, № 2). Эта теория была разработана почти 100 лет назад, она описывает слабое и сильное взаимодействие всех элементарных частиц, составляющих Вселенную. Но некоторые ученые надеются с помощью Большого адронного коллайдера (БАК) в ЦЕРН выявить и другие скрытые элементарные частицы, существующие, возможно, в нашей Вселенной.

Теория суперсимметрии утверждает, что у каждой частицы есть антипод. Если это верно, то еще не обнаружено больше десятка частиц. В Стандартной модели есть два типа частиц: бозоны, несущие определенный импульс, включая глюоны и гравитоны, и составляющие материю фермионы, куда входят кварки, электроны и нейтрино. В суперсимметрии же у каждого бозона должна быть пара – фермион, и наоборот. Так, глюону (вид бозона) должен соответствовать глюино (вид фермиона), W-частицам должны соответствовать вайно, фотонам – фотино, а бозонам Хиггса – хиггсино.

К сожалению, сторонники теории суперсимметрии в экспериментах на БАК



Внутреннее устройство Большого адронного коллайдера в ЦЕРН (Франция, Швейцария). Фото ЦЕРН.

следов этих неуловимых частиц пока не нашли. Профессор П. Войт высказал мнение, что они вряд ли существуют. В 2012 г. физики нашли чрезвычайно редкие частицы, называемые Б-с мезонами. На Земле они не встречаются, но могут возникать на доли микросекунды при столкновении двух протонов почти на скорости света. Эти условия вполне вписываются в Стандартную модель, значит, любая из возможных суперсимметричных частиц должна быть гораздо тяжелее, чем предполагалось. Трудность заключается в том, что у частиц-антиподов есть 105 свободных параметров – вариантов возможного заряда и размерности, и ученые сегодня не знают, где и как их искать.

Суперсимметрия предсказывает существование частиц без заряда – нейтралينو. Их существование может объяснить существ-

ование таинственной темной материи, составляющей большую часть плотности вещества во Вселенной. Нейтралино проявила себя пока только по гравитационному притяжению. Эти частицы могли бы сформироваться в условиях ранней Вселенной и оставить достаточно следов, которые возможно отыскать только с помощью гамма-телескопа (Земля и Вселенная, 2012, № 5).

Предполагается, что гравитационные квантовые частицы – не имеющие массы гравитоны – испускают гравитационные волны. Гравитоны очень трудно зарегистрировать, потому что они слабо взаимодействуют с веществом.

В 2004 г. физики описали гипотетическую силу, меняющуюся в зависимости от окружения. В телах с плотно упакованными частицами, например в Земле или Солнце, частица-хамелеон будет оказывать лишь

слабое влияние, в областях с разреженными электронами – сильное. Сила воздействия этой частицы, вероятно, постепенно возрастает, поскольку галактики медленно удаляются друг от друга.

Теперь ученым необходимо найти доказательства существования частиц-антиподов и частиц-хамелеонов. Они пытаются уловить загадочные частицы, заставляя фотоны распадаться под

влиянием сильного магнитного поля. Эксперименты пока не дали результатов, но поиски продолжаются.

Пресс-релиз ЦЕРН,
6 мая 2013 г.

НОВЫЕ КНИГИ

Астрономическая энциклопедия

В 2012 г. в издательстве “Эксмо” вышло обновленное и дополненное издание “Большой энциклопедии астрономии” (автор-составитель В.Г. Сурдин). Она содержит более 2500 словарных статей, достаточно полно представляющих терминологию современной астрономии: от астробиологии до ядерной астрофизики, от изучения черных дыр до поиска темной материи и темной энергии, от элементов адаптивной оптики телескопов до астроклимата. Даны важнейшие сведения о Солнечной системе, звездах, галактиках и других объектах Вселенной, наземных и космических обсерваториях. Показаны современные методы космических наблюдений и



исследований. Доступным языком объясняется смысл сложных явлений и терминов. Приведены биографические статьи и по истории астрономии. Красочные иллюстрации сделают чтение более увлекательным, указатель поможет быстро найти нужную информацию.

Кроме кратких статей есть обширные, это, например, “Аккреционные диски”, “Звездная динамика”, “Звездные скопления”, “Ка-

лендарь”, “Любительская астрономия”, “Межзвездный газ”, “Нейтронные звезды”, “Переменные звезды”, “Планетарий”, “Поиск жизни в Солнечной системе”, “Радиоастрономия”, “Туманности”, “Тяготение”, “Черные дыры”, “Эволюция звезд”, “Ядерные реакции”.

Приложения с картами звездного неба и таблицами с данными о крупнейших телескопах, планетах и их спутниках, солнечных затмениях, метеорных потоках, звездах, туманностях и галактиках делают книгу удобным справочником. В конце даны каталоги Месье и Колдуэлла.

Издание, рассчитанное в основном на школьников, студентов, учителей, журналистов и переводчиков, несомненно, привлечет внимание астрономов-любителей и даже профессиональных астрономов, поскольку большинство данных приведено для середины 2012 г.

Кинофильм о Юрии Гагарине

10 июня 2013 г. на экраны страны вышел художественный фильм **“Гагарин. Первый в космосе”**, снятый кинокомпанией “Кремлин филмз”. Сценарий написали Олег Капанец и Андрей Дмитриев при участии дочери космонавта Е.Ю. Гагариной, режиссер – Павел Пархоменко. Роль Ю.А. Гагарина исполнил Ярослав Жалнин, С.П. Королёва – Михаил Филиппов.

Это масштабный художественный фильм о первом космонавте планеты. В нем показаны конкуренция технологий в ракетостроении, космическое противостояние сверхдержав – СССР и США. Фильм посвящен первым шагам в освоении космоса и судьбе Ю.А. Гагарина, его детству, подготовке к полету и взаимоотношениям в отряде космонавтов. Показаны отношения Юрия Алексеевича с женой и Главным конструктором. В центре сюжета – полет КК “Восток”, во время которого Ю.А. Гагарин вспоминает различные ключевые моменты своей жизни. В эпизоде рассказывается, как он относился к миссии первопроходца космоса, чем ему пришлось пожертвовать ради победы. Это история об обычном парне, попавшем в необычные обстоятельства, о человеке, которому было



предначертано судьбой первым шагнуть в космос.

Лейтмотив фильма – борьба за право стать первым. В отряд отбирали из 3 тыс. летчиков-истребителей по всей стране, в легендарную двадцатку попали лучшие из лучших. Кто из них полетит первым, не знал никто. Все они стремились к цели, проявляя себя по-разному в условиях жесткого отбора. В дальнейшем в космос летали только 12 человек из первого отряда космонавтов, остальные выбыли по разным причинам: один заживо сгорел в

барокамере, другой бросился под поезд, но даже гибель товарищей не смогла остановить стремления к мечте...

О Ю.А. Гагарине сняты документальные фильмы, написаны сотни книг и статей, но в кино до сих пор не было его жизнеописания. В сознании людей жизнь Юрия Алексеевича укладывается обычно всего в два события: полет в космос и роковой полет на самолете, а между ними фейерверк всемирной славы. Создатели этого кинофильма постарались заполнить пробелы в знании о подлинном Ю.А. Гагарине.

Пятый полет китайских космонавтов

11 июня 2013 г. с космодрома Цзюцюань осуществлен пуск ракеты-носителя “Чанчжэн-2Ф” с пилотируемым космическим кораблем “Шэньчжоу-10” (“Shénzhōu-10”). Корабль вышел на орбиту высотой 336×346 км, наклонением $42,7^\circ$ и периодом обращения 91,2 мин. В экипаже – Не Хайшэн, Чжан Сяогуан и Ван Япин. На космодроме за стартом наблюдал председатель КНР Си Цзиньпин.

Командир корабля **Не Хайшэн** (Nie Haisheng; 439-й астронавт мира, 3-й космонавт Китая) родился в 1964 г. в г. Сяньян провинции Хубэй, генерал-майор ВВС. В 1983 г. поступил на службу в Народно-освободительную армию Китая (НОАК), с 1998 г. – в отряде космонавтов. Начальник штурманской службы при командовании авиаполком, налетал 1480 ч, летчик первого класса. В течение

последующих нескольких лет проходил специальную комплексную подготовку. В октябре 2005 г. совершил первый полет в составе экипажа КК “Шэньчжоу-6”. Не Хайшэн – самый старший по возрасту китайский космонавт. В его обязанности входит стыковка корабля с модулем “Тяньгун-1” в режиме ручного управления.

Пилот **Чжан Сяогуан** (Zhang Xiaoguang; 528-й астронавт мира, 10-й космонавт Китая) родился в 1966 г. в г. Цзиньчжоу провинции Ляонин, старший полковник ВВС. В 1985 г. поступил на службу в НОАК, с 1998 г. – в отряде космонавтов. Командир звена авиационной эскадрильи, налетал 1000 ч, летчик первого класса ВВС. В ходе полета ассистировал командиру экипажа во время стыковки корабля с модулем “Тяньгун-1” и был кинооператором.

Лаборант **Ван Япин** (Wang Yaping; 529-й астронавт мира, 11-й космонавт Китая) – вторая женщина-космонавт Китая, родилась в 1980 г. в г. Яньтай провинции Шаньдун, майор ВВС. В 1997 г. поступила на службу в НОАК. Заместитель командира авиационной эскадрильи, налетала 1600 ч, летчик второго класса ВВС. В 2010 г. зачислена во вторую группу космонавтов Китая. В апреле 2013 г.

прошла отбор в состав экипажа КК “Шэньчжоу-10”. Ван Япин вела уроки для школьников страны из космоса.

В целях повышения качества работы и жизни членов экипажа специалисты усовершенствовали систему утилизации бытовых отходов на корабле, разнообразили меню и оптимизировали рабочие процедуры.

Китайский орбитальный лабораторный модуль “Тяньгун-1” (“Tiangong-1”) длиной 10,4 м и массой 8506 кг выведен на орбиту в сентябре 2011 г. (Земля и Вселенная, 2012, № 1, с. 74). С ним по два раза состыковались КК “Шэньчжоу-8” и “Шэньчжоу-9” (Земля и Вселенная, 2012, № 6, с. 108–109). 13 июня 2013 г. успешно осуществлена автоматическая стыковка “Шэньчжоу-10” с модулем “Тяньгун-1”. Через 7 ч после стыковки космонавты перешли на его борт для выполнения научных экспериментов и испытаний техники. Программа работы в модуле рассчитана на 15 сут, 20 июня проведена еще одна стыковка в ручном режиме. 26 июня 2013 г. экипаж корабля “Шэньчжоу-10” возвратился на Землю.

По материалам информ-
агентства Синьхуа,
11–26 июня 2013 г.

Проект “Марс один”

В начале июня 2013 г. за первые три дня приема заявок от желающих участвовать в проекте “Марс один” (“Mars One”; официальный сайт: <http://applicants.mars-one.com/>) 20 тыс. человек из разных стран изъявили готовность полететь на Красную планету, чтобы остаться там навсегда в качестве колонистов. В рамках частного космического проекта, организованного нидерландским предпринимателем Басом Лансдорпом, планируется в 2022 г. отпра-

вить на Марс первых четырех человек для основания колонии на его поверхности и трансляции всего происходящего по телевидению. Проект поддерживает лауреат Нобелевской премии по физике за 1999 г. Герард Хоофт. Спонсорами проекта стали более 20 компаний. Для участия в нем предусмотрен вступительный взнос, размер которого варьируется. По результатам подготовки отберут от 24 до 40 кандидатов обоих полов старше 18 лет. Окончательно состав экспедиции определится зрительским голосованием.

План проекта следующий. В 2013 г. создадут макеты отдельных элементов базы и тренажеры, проведут набор первых 24 астронавтов. В 2014 г. – подготовка первой партии оборудова-

ния. В 2016 г. – доставка на Марс 2,5 т запчастей, оборудования, солнечных батарей и других систем, необходимых для строительства колонии. В 2018 г. исследовательский вездеход займется выбором оптимального места для поселения. В 2021 г. – запуск двух жилых блоков, двух блоков жизнеобеспечения, блока энергопитания и второго марсохода. В 2022 г. – завершение подготовки оборудования для производства воды, кислорода и создания атмосферы, старт первого пилотируемого корабля с четырьмя поселенцами. В 2023 г. – высадка первой группы астронавтов для создания марсианского поселения, через два года к ним прилетит следующая группа из четырех человек, будут доставлены новые модули, вездеходы и оборудо-



Инопланетная база по проекту “Марс один”, состоящая из жилых и рабочих надувных модулей. Рисунок “Mars One”.



Гостиная и спальня в одном из жилых модулей проекта. Рисунок "Mars One".

вание. В 2033 г. население колонии должно достигнуть 20 человек. В качестве носителя будут использовать модификацию РН "Фалькон-9" ("Falcon-9") частной компании "SpaceX", ее первый запуск состоялся 4 июня 2010 г. Для доставки экипажей предлагается использовать улучшенный вариант грузового КК "Дрэгон" ("Dragon"), который успешно состыковался с МКС в мае 2012 г. (Земля и Вселенная, 2012, № 5, с. 108–109).

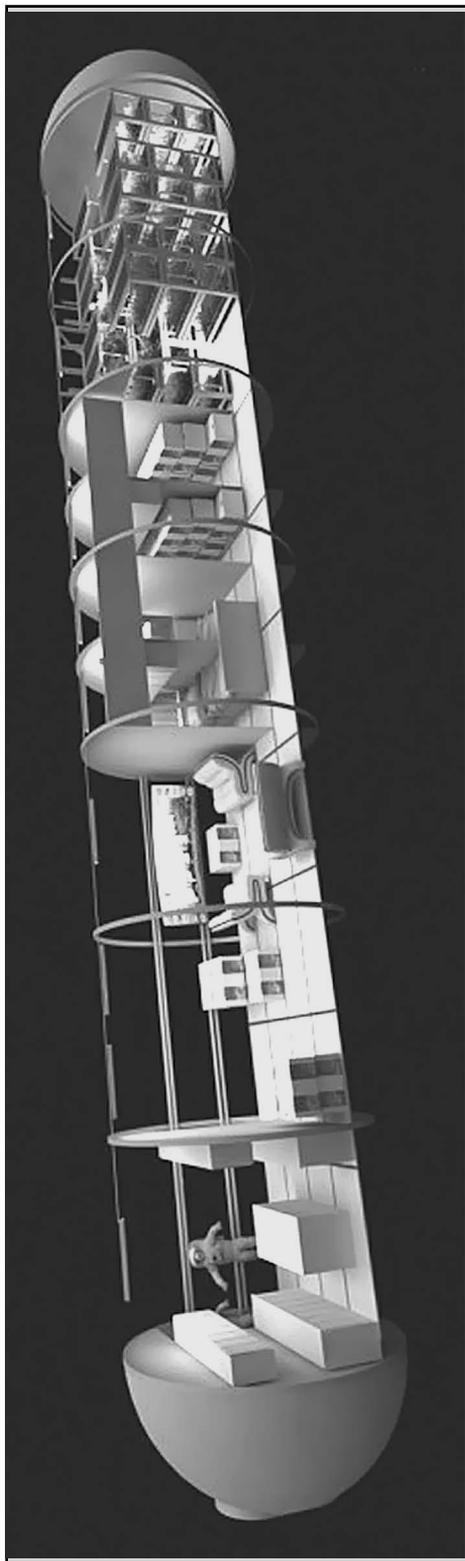
В конце 2013 г. начнется отбор будущих астронавтов. Затем каждый астронавт будет участвовать в обязательной десятилетней тренировке. В нее войдут обучение необходимым навыкам жизни в необычных условиях и вождению марсохода, тестирование на длитель-

ное нахождение в закрытом пространстве в тренажерах космического корабля и элементах колонии.

Комплекс марсианской базы будет содержать транзитный модуль, состоящий из двух топливных систем, посадочной системы и жилых помещений; модули питания и жизнеобеспечения с системами генерации воздуха, воды и энергии; модуль биосферы для хранения наддувных секций больших жилых помещений; перелетный модуль, в котором астронавты проведут семь месяцев во время космического путешествия; планетоходы. Связь с колонистами планируется осуществлять с помощью спутников, размещенных на орбитах Солнца, Марса и Земли.

Несколько основных наддувных модулей жизнеобес-

печения доставят вместе с первой командой поселенцев. По прибытию астронавты их развернут и заселятся в комфортные помещения (50 м² на человека), соединенные сетью ходов и состоящие из спальни, рабочей зоны, гостиной, парника. Благодаря этому колонисты смогут принять душ, приготовить пищу, носить обычную одежду и вести привычный образ жизни. Они используют простой и надежный источник энергии – солнечные батареи площадью около 3 тыс. м². На марсоходах астронавты смогут преодолевать 80 км в день. В задачу первой команды будет входить также подготовка модулей для следующих групп колонистов. Все новые модули, привозимые с Земли, будут постепенно подключаться к



Шлюзовой отсек, комната отдыха, лаборатория и оранжерея в модуле марсианской базы. Рисунок "Mars One".



Парник в модуле марсианской базы. Рисунок "Mars One".

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------------------|---|---|---------------------|---|-----------------------------------|---|---|----|----|----|
| Ф.СП-1 | АБОНЕМЕНТ | | 70336 <small>(индекс издания)</small> | | | | | | | | |
| | на <u>газету</u> журнал | | 70336 <small>(индекс издания)</small> | | | | | | | | |
| Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small> | | Количество комплектов <input style="width: 50px;" type="text"/> | | | | | | | | | |
| на ___ год по месяцам: | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Куда | | (почтовый индекс) | | (адрес) | | | | | | | |
| Кому | | | | (фамилия, инициалы) | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА | | | | | |
| | | | | | | на <u>газету</u> журнал | | 70336 <small>(индекс издания)</small> | | | |
| ПВ | место | литер | | | | | | | | | |
| Земля и Вселенная <small>(наименование издания)</small> | | | | | | | | | | | |
| Стои- мость | подписки пере- адресовки | ___ руб. ___ коп. | | ___ руб. ___ коп. | | Количество комплектов | | <input style="width: 50px;" type="text"/> | | | |
| на ___ год по месяцам: | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Куда | | (почтовый индекс) | | (адрес) | | | | | | | |
| Кому | | | | (фамилия, инициалы) | | | | | | | |

основной базе. Через некоторое время людям придется позаботиться о постройке дополнительного жилья из местных материалов. Астронавты начнут астрономические, биологические и геологические исследования. Вся их деятельность будет транслироваться в режиме реального времени на Землю. Предполагается, что

каждые два года на Марс будут прибывать новые группы колонистов.

Межпланетная экспедиция в одну сторону имеет очевидные технические преимущества, но что это значит для участников путешествия? Мало кто пожелает прожить всю оставшуюся жизнь на холодной, враждебной планете, про-

стившись с друзьями и семьей навсегда. И все-таки есть люди, для которых путешествие на Марс – мечта их жизни. Реализуется ли этот рискованный проект?

По материалам информ-
агентств и сайта
“Mars One”,
май – июнь 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. Матросова
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин**

Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина

Литературный редактор О.Н. Фролова

Оператор ПК Н.Н. Токарева

Корректор Г.В. Печникова

Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 05.07.2013. Подписано в печать 26.08.2013. Дата выхода в свет 13 нечет.

Формат 70 × 100¹/₁₆ Цифровая печать

Уч.-изд.л. 12,3 Усл. печ.л. 9,1 Усл.кр.-отг. 3,9 тыс. Бум.л. 3,5

Тираж 415

Зак. 1517

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