

ISSN 0044-3948

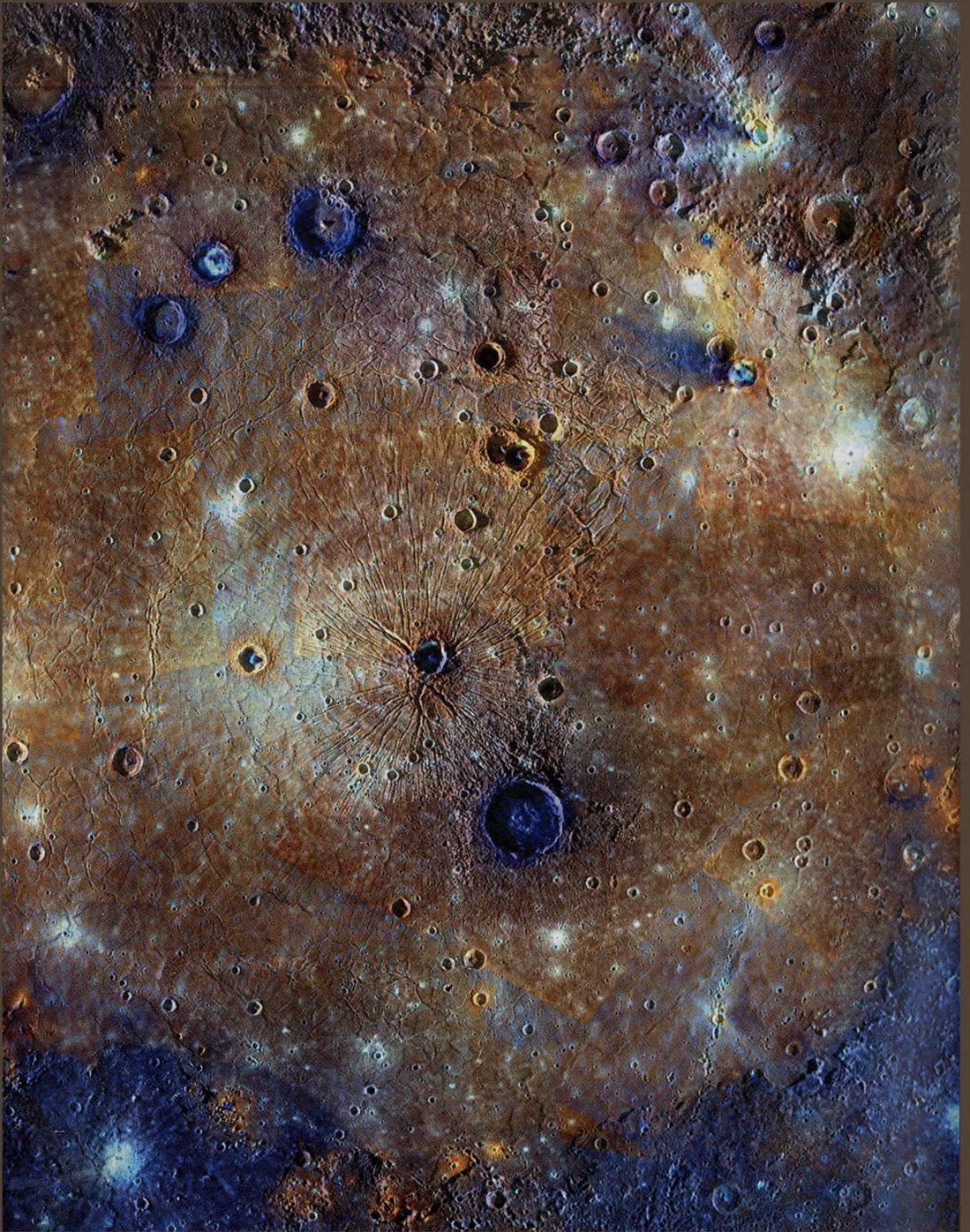
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ИЮЛЬ-АВГУСТ

4/2015





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

4/2015



Новости науки и другая информация:

“Мессенджер”: Равнина Жары [22]; Солнце в феврале–марте 2015 г. [32]; Газопылевые облака в Орионе [57]; “Объекты Ханны” [61]; Теплый слой в атмосфере Венеры [81]; “Радиоастрон”: наблюдение внегалактического мазера [101]; Темные кратеры и яркие пятна на Церере [102]; АМС “Новые горизонты” приближается к Плутону [103]; Кругосветный полет самолета на солнечной энергии [104]; Испытания аппарата для отправки на Марс [105]; Турбулентность межзвездной плазмы [106]; Стихийные бедствия [108]; “Кассини”: снимки спутников [109]; Сценарий образования кометы Чурюмова–Герасименко [110]

Новые книги: Мечты о полете в космос (М.В. Бутриленко, Н.А. Лебедева, Е.А. Самарова. “Космические полеты в русской литературе”. Гагарин, 2014) [108]

В номере:

- 3 ЧУРЮМОВ К.И., ЗЕЛЁНЫЙ Л.М., КСАНФОМАЛИТИ Л.В. “Розетта” исследует комету Чурюмова – Герасименко
23 ОНИЩЕНКО О.Г., ПОХОТЕЛОВ О.А., АСТАФЬЕВА Н.М. Пылевые дьяволы на Земле и на Марсе

ЛЮДИ НАУКИ

- 35 БЕЛАКОВСКИЙ М.С., ВАСИЛЬЕВА Г.Ю., ПОНОМАРЁВА И.П. Памяти Б.В. Морукова

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 41 ЖЕЛНИНА Т.Н. Из истории орбитальных станций до 1957 г.

ПЛАНЕТАРИИ

- 52 ПАВЛОВА Н.Н. Барнаульскому планетарию 65 лет

ЭКСПЕДИЦИИ

- 58 МАНАННИКОВ А.Л. Полное солнечное затмение на Шпицбергене

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 62 ГЕРАСЮТИН С.А. Славный юбилей космонавтики

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 70 НОВИЧОНОК А.О. Наблюдение комет в 2014 г.
83 ЩИВЬЁВ В.И. Небесный календарь: сентябрь – октябрь 2015 г.

ЛЮБИТЕЛЬСКОЕ ТЕЛЕСКОПОСТРОЕНИЕ

- 89 СИКОРУК Л.Л. Проектирование и строительство любительских обсерваторий



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

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

На стр. 1 обложки: Комета C/2014 Q2 Лавджоя с ионным хвостом длиной 3° и комой. Над хвостом слева от комы видна планетарная туманность M76 (NGC 650/651) Маленькая Гантель, внизу – голубоватая звезда ф Персея. Комета движется к созвездию Кассиопеи, ее блеск ослабевает. 20 февраля 2015 г. Фото Р. Лигустри (к статье А.О. Новичонка).

На стр. 2 обложки: Равнина Жары размером 1550 км (треть диаметра Меркурия) – один из самых больших ударных кратеров в Солнечной системе. Мозаика из снимков, полученных в феврале – марте 2015 г. АМС “Мессенджер”. Фото NASA/JPL (к стр. 22).

На стр. 3 обложки: Галактики с “Объектами Ханни”: слева – Mrk 1498, UGC 11185 и 2MASX J22014163+1151237, справа – NGC 5972, 2MASX J15100402+0740370 и UGC 7342. Снимки получены в 2010-2014 гг. KTX. Фото NASA, ESA (к стр. 61).

На стр. 4 обложки: Гигантское молекулярное облако и Большая туманность Ориона (внизу) на фоне звезд Пояса Ориона. 15 марта 2015 г. Фото Р.Б. Андрео (США; к стр. 57).

In this issue:

- 3 CHURYUMOV K.I., ZELENYI L.M., KSAFOMALITI L.V. “Rosetta” explores Comet Churyumov – Gerasimenko
23 ONISHCHENKO O.G., POKHOTELOV O.A., ASTAFYEVA N.M. Dust Devils on Earth and Mars

PEOPLE OF SCIENCE

- 35 BELAKOVSKY M.S., VASILYEVA G.Yu., PONOMAREVA I.P. In Memory of B.V. Morukov

HISTORY OF SCIENCE

- 41 ZHELNINA T.N. From the History of Orbiting Stations before 1957

PLANETARIA

- 52 PAVLOVA N.N. Barnaul Planetarium turns 65 Years

EXPEDITIONS

- 58 MANANNIKOV A.L. Total Solar Eclipse on Spitsbergen

ON THE EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 62 GERASYUTIN S.A. Jubilee of the 1st Man in Open Space

AMATEUR ASTRONOMY

- 70 NOVICHONOK A.O. Observations of Comets in 2014
83 SHCHIV'YOV V.I. Celestial Calendar: September – October 2015

AMATEUR TELESCOPE MAKING

- 89 SIKORUK L.L. Designing and Building Amateur Observatories

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН,
Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ,
Зам. главного редактора доктор физ.-мат. наук С.П. ПЕРОВ,
доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
академик Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
доктор исторических наук К.В. ИВАНОВ,
кандидат физ.-мат. наук О.Ю. ЛАВРОВА,
член-корр. РАН А.А. МАЛОВИЧКО, доктор физ.-мат. наук И.Г. МИТРОФАНОВ,
член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор физ.-мат. наук М.В. РОДКИН,
доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ, член-корр. РАН В.А. СОЛОВЬЁВ,
кандидат физ.-мат. наук О.С. УГОЛЬНИКОВ, член-корр. РАН В.П. САВИНЫХ,
академик А.М. ЧЕРЕПАЩУК, доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

“Розетта” исследует комету Чурюмова – Герасименко

К.И. ЧУРЮМОВ,
доктор физико-математических наук
Киевский национальный университет им. Т. Шевченко,
Киев

Л.М. ЗЕЛЁНЫЙ,
академик

Л.В. КСАНФОМАЛИТИ,
доктор физико-математических наук
Институт космических исследований РАН



В статье представлены экспресс-материалы об исследованиях ядра кометы 67P/Чурюмова – Герасименко, выполненных орбитальным аппаратом “Розетта” (“Rosetta”) и спускаемым аппаратом “Филы” (“Philae”), входящим в состав миссии “Розетта”. Рассмотрены особенности проведе-

ния программы полета “Розетты” и состояние аппаратов после посадки “Филы” на ядро кометы. Газообразные составляющие ее комы включают ряд соединений, указывающих на особенности возникновения небесного тела. По измерениям приборов, установленных на “Розетте”, обнаружены

пары воды, окись, двуокись и дисульфид углерода, аммиак, метан, метанол, формальдегид, сероводород, цианистый водород, диоксид серы, сера, натрий и магний. Ядро кометы с размерами $1,3 \times 3,2 \times 4,1$ км имеет неправильную форму, оно состоит из двух частей, соединенных узкой пе-

ремычкой. На снимках “Розетты” видны грубые изломы поверхности, крутые горные склоны, испещренные провалами, хребтами и глыбами, покрытые

раздробленным материалом небольшие равнинные поля. Под верхним слоем обнаружена твердая порода, которая не поддавалась бурению и долблению.

Из-за неудачной посадки спускаемого аппарата “Филы” ряд экспериментов на поверхности ядра кометы выполнить не удалось.

МИССИЯ “РОЗЕТТА”

Комету 67P/Чурюмова – Герасименко открыли 23 октября 1969 г. астрономы К. Чурюмов и С. Герасименко из Астрономической обсерватории Киевского государственного университета им. Т. Шевченко (КГУ) в ходе астрономической экспедиции КГУ в Алма-Атинскую обсерваторию. После патрулирования короткопериодических комет 9, 11 и 21 сентября 1969 г. на пяти фотопластинках, полученных К. Чурюмовым, С. Герасименко и Л. Чирковой, был обнаружен диффузный объект. Новую комету зарегистрировали как комету 67P/

Чурюмова – Герасименко (Земля и Вселенная, 2013, № 1). Она регулярно наблюдается астрономами и с момента открытия проходила перигелий шесть раз – в 1976 г., 1982 г., 1989 г., 1996 г., 2002 г. и 2009 г.

Комета Чурюмова – Герасименко была выбрана как новая цель исследований миссии “Розетта” (ESA) после неудачной первой попытки запуска “Розетты” к комете Виртанена в 2002 г. (в результате отказа двигателей европейской ракеты-носителя “Ариан-5”). Старт пришлось перенести на 2004 г., когда встреча с кометой Виртанена уже

стала невозможной. Несмотря на обилие кометных тел в Солнечной системе, выбор цели ограничен и определяется несколькими обстоятельствами. В частности, в момент встречи с аппаратом комета должна находиться близко к плоскости эклиптики, иначе резко возрастает расход топлива и сокращается масса полезной нагрузки. Именно комета Чурюмова – Герасименко оказалась такой целью.

Проект “Розетта” назван по имени Розетского камня (Египет) как символа познания. На знаменитой плите выбит идентичный текст на трех языках. Упоминание известных имен (Птолемей и Клеопатра) позволило прочесть древнеегипетскую клинопись. Название спускаемого аппарата также связано с древнеегипетскими надписями. На острове Филы на реке Нил был найден другой обелиск с иероглифической надписью, упоминающей



К.И. Чурюмов, Ж.-Ж. Дордэн (Генеральный директор ESA в 2004 г.) и С.И. Герасименко. 2004 г. Фото ESA.

ХАРАКТЕРИСТИКИ АППАРАТА “РОЗЕТТА”

Наименование	Параметры
Габариты	2,8 × 2,1 × 2,0 м
Габариты панелей солнечных батарей	14 × 2,3 м
Площадь панелей солнечных батарей	2 × 32 м ²
Размах панелей солнечных батарей	32 м
Полная масса космического аппарата	2900 кг
Масса топлива	1670 кг
Масса научной аппаратуры	165 кг
Масса спускаемого аппарата “Филы”	97,9 кг
Производительность панелей солнечных батарей	395 Вт на удалении 5,25 а.е. от Солнца, 850 Вт на удалении 3,4 а.е.
Ожидаемое время функционирования	12 лет

царя Птолемея VIII и цариц Клеопатру II и Клеопатру III.

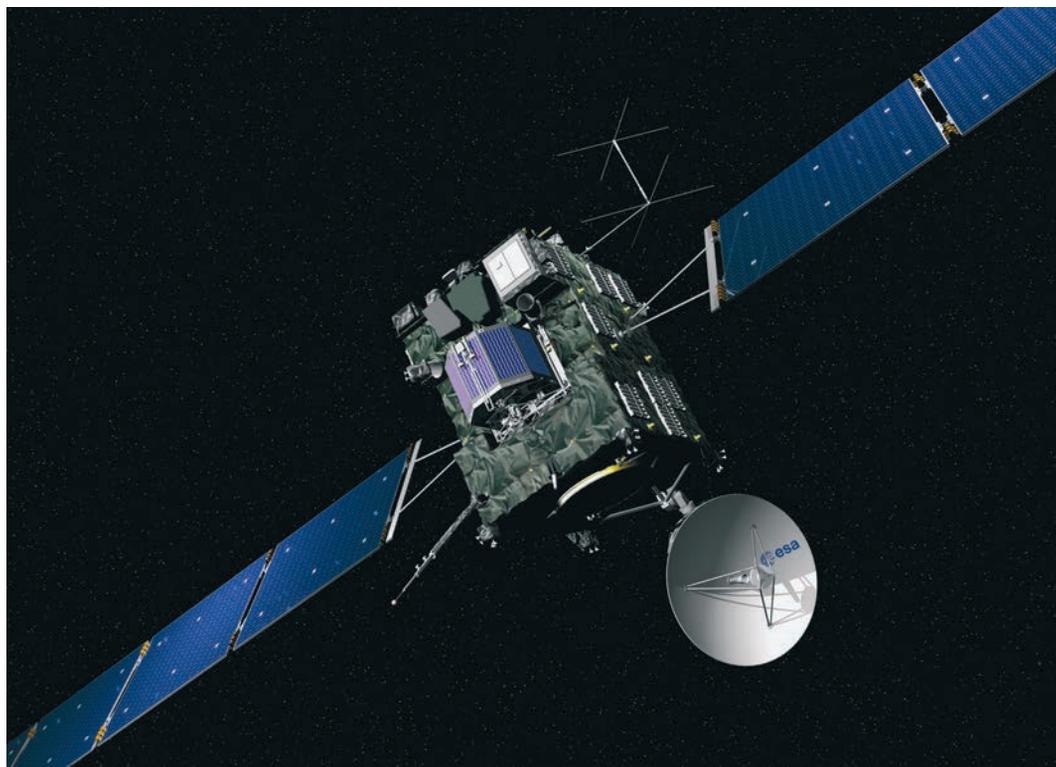
Космический аппарат “Розетта” был запущен с космодрома Куру во Французской Гвиане 2 марта 2004 г. (Земля и Вселенная, 2004, № 4, с. 47–50). На путешествие к цели – комете Чурюмова – Герасименко – ушло более 10 лет, причем во время полета аппарат сблизился с астероидами Штейнс (5 сентября 2008 г.; Земля и Вселенная, 2009, № 2, с. 86) и Лютеция (10 июля 2010 г.; Земля и Вселенная, 2010, № 6, с. 67). Баллистика полета предусматривала четыре гравитационных маневра: три – с возвращением к Земле и один у Марса (Земля и Вселенная, 2015, № 1).

В создании аппаратов “Розетта” и “Филы” участ-

вовали: консорциум Немецкий аэрокосмический центр (DLR), Общество Макса Планка (MPS), Французское космическое агентство (CNES), Итальянское космическое агентство (ASI). Общее руководство было за DLR. Активная система посадки также создавалась в DLR, маховики угловой реакции были изготовлены в Великобритании. Гарпуны создавались в Австрийском институте космических исследований и в Институте исследований Солнечной системы им. Макса Планка (Германия).

“Розетта” получает электроэнергию от двух больших панелей солнечных батарей общей площадью 64 м², вырабатывающих в перигелии мощность до 1500 Вт. Их использование необычно для полетов в дальний

космос, но авторы проекта использовали накопленный опыт высоких технологий, чтобы избежать применения радиоизотопных термоэлектрических генераторов. Для коррекции траектории полета используется система RCS из 24 микродвигателей тягой по 10 Н каждый. Связь аппарата с Землей осуществляется через остронаправленные антенны от передатчиков, работающих на частотах 8 и 2 ГГц. Максимальная скорость передачи данных около 19 кбод (кбит/с). Во время спуска и посадки аппарата “Филы” сигнал от “Розетты” достигал Земли только через 28 мин, поэтому все операции выполнялись автономно, а составление программы конкретных действий требовало весьма высо-



кой квалификации специалистов.

Приборы, установленные на аппаратах “Розетта” и “Филы”, отвечают высоким требованиям современных космических исследований. Например, ультрафиолетовый изображающий спектрометр ALICE (масса – 3,1 кг, потребление энергии – 2,9 Вт) предназначен для поиска благородных газов в эмиссиях ядра кометы и измерения их содержания в образцах, что позволяет оценить температуру среды формирования кометы. Прибор работает в УФ-диапазоне, от 700 Å до 2050 Å. Детектирование излучения осуществля-

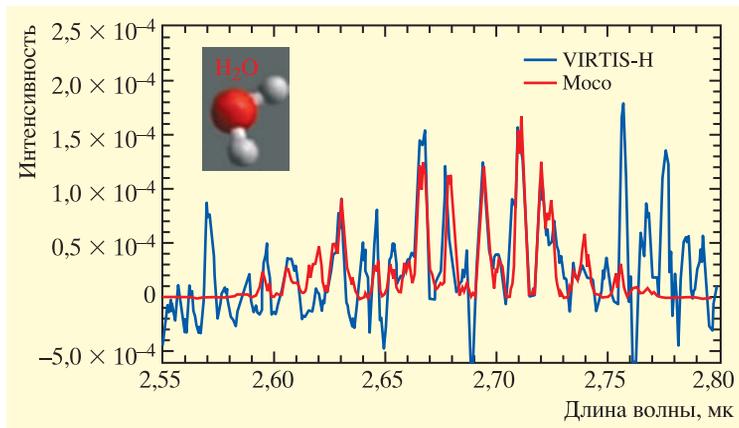
ется с помощью фотокачественной матрицы из бромида калия и йодида цезия. Версия этого же прибора используется в миссии “Новые горизонты”, в полете к Плутону (Земля и Вселенная, 2006, № 3, с. 108–109). В научную аппаратуру миссии “Розетта” входят прибор CONSERT – для радиозондирования ядра кометы; COSIMA – масс-спектрометр кометных вторичных ионов; GIADA – ударный анализатор и накопитель пылевых частиц; MIDAS – анализатор микроизображений пылевых частиц; MIRO – микроволновый спектрометр орбитального аппарата; OSIRIS – камера

*Аппарат “Розетта” со спускаемым аппаратом “Филы”.
Рисунок ESA.*

для получения спектров, снимков в видимом и ИК-диапазоне; ROSINA – спектрометр, анализирующий ионы и нейтральные частицы; RPC (пять детекторов и монитор) для плазменных экспериментов; RSI – прибор для радиоволновых экспериментов; VIRTIS – картирующий спектрометр оптического и теплового ИК-диапазона.

Дистанционное исследование кометы приборами “Розетты” проводилось в первой части полета на орбите вокруг

Спектр водяного пара на комете Чурюмова – Герасименко, зарегистрированный в октябре 2014 г. спектрометрами аппарата “Розетта” на орбите ее искусственного спутника. По данным ESA.



ее ядра и продолжилось в дальнейшем. Выбрасываемые ядром летучие, как и ожидалось, были в основном парами воды и углекислым газом. Но состав разреженной атмосферы кометы оказался богат и другими летучими. По данным измерений приборов VIRTIS и ROSINA, газовая смесь формирующейся комы включает воду, окись углерода, двуокись углерода, аммиак, метан, метанол, формальдегид, сероводород, цианистый водород, диоксид серы, дисульфид углерода и серу, а в пылевых частицах найдены натрий и магний. Предварительный анализ позволяет считать, что в газообразные составляющие комы входит ряд соединений, свидетельствующих о важных особенностях возникновения небесного тела. Например, сероводород содержит изотоп серы ^{32}S , а газообразная фаза – изотоп ^{34}S . Сероводород в коме

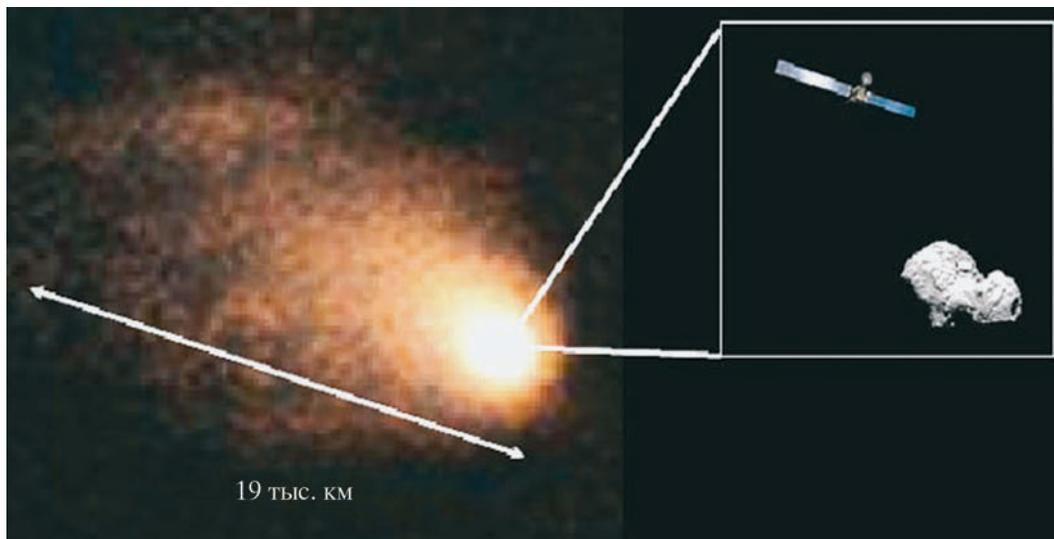
та раньше не находили. По-видимому, вещество ядра кометы родилось в своеобразных условиях.

Комета Чурюмова – Герасименко классифицирована как пылевая с отношением пылевых и газовых выбросов примерно 2:1. Максимальная производительность пыли в 2002–2003 гг. оценивалась примерно в 60 кг/с, но в 2012–2013 гг. регистрировались выбросы до 220 кг/с. Размеры детектируемых пылинок – от нескольких десятков до нескольких сотен микрометров и более (COSIMA и GIADA). Данные, касающиеся газовых компонентов и пыли, продолжают уточняться. Температура поверхности ядра, дистанционно измеренная приборами “Розетты” на выбранных участках, оказалась около $-70\text{ }^\circ\text{C}$, что может соответствовать неплотному, “пушистому” пылевому слою. Но в дальнейшем выяснилось, что структура поверхности гораздо сложнее.

Солнце будет в зените над экватором кометы за 120 сут до перигелия, 13 августа 2015 г., в этот момент комета пройдет на расстоянии 1,29 а.е. (185 млн км) от Солнца. Если нарастание активности кометы будет таким, как в 2003 г. и 2009 г., развитие хвоста ожидается в середине июля 2015 г., а поздняя активность кометы положительно скажется на работоспособности “Розетты”.

В результате исследований “Розетта” получила предварительные данные о некоторых свойствах и параметрах ядра кометы, таких как альbedo, количество газовых и пылевых выбросов, магнитное и электрическое поля. Последующие наблюдения по мере приближения кометы к перигелию позволят их улучшить.

Многочисленные летучие в атмосфере кометы стали неожиданностью, так как она находится еще далеко от Солнца и

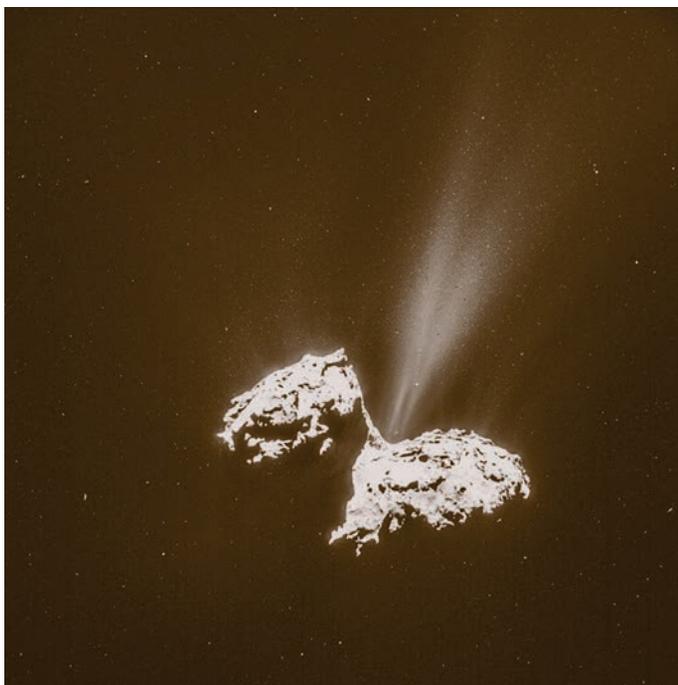


температура поверхности низка.

Для сравнения заметим, что в ядрах других комет также обнаружены сложные органические соединения. Исследования их спектров указывают

на выделение летучих из ядер комет: CN , C_2 , NH_2 , C_3 , OH , NO , NaI , OI , CH^+ , OH^+ , NH^+ и в "хвостах" CO^+ , N_2^+ , CO_2 , CH_3OH , CN и OH^+ . Как уже упоминалось, в коме кометы Чурюмова – Герасименко

Хвост кометы 67P / Чурюмова – Герасименко. Во врезке – аппарат "Розетта" и ядро кометы. Фото и рисунок ESA.



замечены новые, ранее не регистрировавшиеся составляющие. Связано ли это с ее необычным элементарным составом, относительно малой массой ее ядра (в 22 раза меньше массы ядра кометы Галлея) или с особенностями ее происхождения?

Газопылевые выбросы над седловиной ядра кометы Чурюмова – Герасименко усиливаются по мере приближения ее к перигелию. Снимок получен 6 февраля 2015 г. навигационной камерой "Розетты" с расстояния 124 км от кометы. Фото ESA.

**ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЯДРА КОМЕТЫ
ЧУРЮМОВА – ГЕРАСИМЕНКО**

Наименование	Параметры	Приборы, выполнившие измерения
Размеры (“голова” – меньшая часть)	2,0 × 2,5 × 2,5 км	OSIRIS
Размеры (“тело” – большая часть)	1,3 × 3,2 × 4,1 км	OSIRIS
Период вращения	12,4043 ч	OSIRIS
Ось вращения	$\alpha = 69^\circ$, $\delta = +64^\circ$	OSIRIS
Масса	10^{13} кг	RSI
Объем	25 км ³	OSIRIS
Плотность	0,4 г/см ³	RSI/OSIRIS
Скорость выделения водяного пара	300 мл/с (июнь 2014 г.); 1–5 л/с (июль – август 2014 г.)	MIRO
Температура поверхности (1)	205–230 К (июль – август 2014 г.)	VIRTIS
Температура поверхности (2)	25–160 К (июль – август 2014 г.)	MIRO

Перигелий еще далеко, но уже в 2014 г. можно было заметить газообразные и пылевые выбросы, достигающие 100-км орбиты “Розетты”. В конце 2014 г. – начале 2015 г. активность кометы Чурюмова – Герасименко была невелика, а длина ее хвоста не превышала 20 тыс. км. Продолжение спектроскопических исследований позволило в начале декабря 2014 г. установить, что регистрируемые пары воды, выбрасываемые ядром, значительно обогащены дейтерием по сравнению с водой на Земле (Земля и Вселенная, 2015, № 3). В земной воде на 10^6 молекул обычной воды (H_2O) приходится 156 мо-

лекул “тяжелой” воды (D_2O) – 156 ppm. У кометы Чурюмова – Герасименко “тяжелой” воды больше – около 500 ppm. Вместе с другими сюрпризами этот относится к факторам, вызывающим постоянные дискуссии о происхождении воды на Земле. Откуда она взялась, принесли ее планетезимали (“заготовки” планет) или кометы? По ряду оценок, вода комет на Земле составляет 30–40% в каждом стакане. Разумеется, источников воды было много, и земные океаны представляют их смесь. Отношение “тяжелой” воды к обычной (D/H) в других телах Солнечной системы при-

мерно такое же, как на Земле.

Предполагается, что комета 67P/Чурюмова – Герасименко пришла из пояса Койпера, расположенного за орбитой Нептуна (Земля и Вселенная, 1995, № 2). Пока исследованы только две кометы этой группы – 103P/Хартли-2 и 67P. Отношение D/H у кометы Хартли-2 полностью совпадает с земным, поэтому комета 67P отличается своим химическим составом и, по-видимому, происхождением, тем более что у нее самое высокое D/H из всех комет. Малые тела, пришедшие из самых удаленных окраин Солнечной системы – Облака Оорта, своими отно-



Выбросы из ядра кометы Чурюмова – Герасименко. Снимок получен 10 сентября 2014 г. Аппарат “Розетта”. Фото ESA.

шениями D/H также отличаются от земных, хотя и не столь значительно. В процессе испарения воды с поверхности ядра кометы и ее переноса к орбите аппарата, отношение D/H может несколько изменяться. Тем более опасно делать на основании единственного объекта прозвучавшие категорические выводы о том, что доставка воды на Землю кометами исключается.

После посадки на ядро кометы спускаемого аппарата “Филы” связь с Землей должна была осуществляться через “Розетту”, обращающуюся вокруг ядра кометы. Возможная продолжительность радиоконтакта между зондом “Филы” и “Розеттой” определяется положением послед-

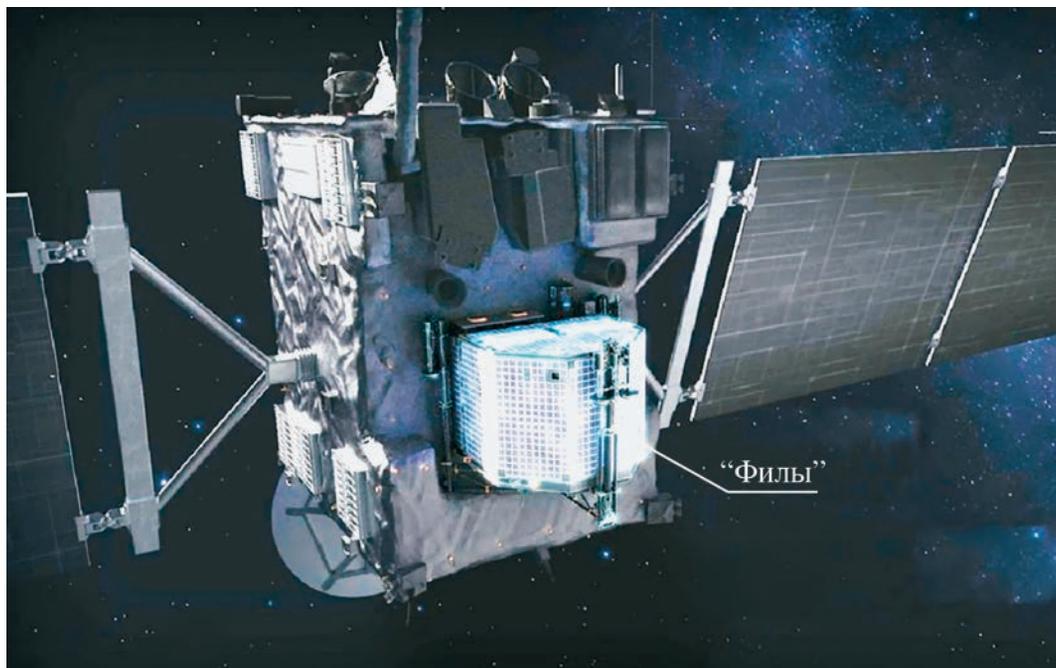
ней на орбите с весьма длительным орбитальным периодом. На высоте 20 км от ядра, где “Филы” отделились от “Розетты”, орбитальный период составлял 191 ч. На рабочих орбитах “Розетты” высотой 100, 30, 12 и 8 км ее периоды обращения вокруг кометы были 620, 350, 88 и 48 ч соответственно. Каждый маневр аппарата требовал тщательной оценки видимости спускаемого аппарата “Филы”, поскольку период вращения ядра составляет 12,4 ч.

ВЫБОР МЕСТА ПОСАДКИ

До отделения спускаемый аппарат “Филы” находился в специальном гнезде на аппарате “Розетта” и оставался там до 12 ноября 2014 г. Коман-

да на отделение была отдана после анализа возможных мест посадки. Первые снимки показывали, что ядро кометы представляет собой раздвоенное тело неправильной формы размерами около $1,3 \times 3,2 \times 4,1$ км. Последующие изображения демонстрировали как крутые горные склоны, испещренные провалами, хребтами и глыбами, так и равнинные поля. Неправильная форма ядра с узким перешейком допускает предположение, что ядро может разделиться на две половины. Такое предположение и соответствующие расчеты были сделаны в отношении кометы Хартли-2, но ядро кометы Чурюмова – Герасименко – это более сложный случай. После изучения нескольких вариантов специалисты одобрили место посадки “Фил” на небольшом равнинном участке меньшей части ядра, на внешней его стороне.

На гладкой, запорошенной пылью части шейки ядра разбросаны крупные глыбы. У примыкающего к ней склона четко выделяется слоистая структура с резкой границей у более глад-



Аппарат “Розетта” со спускаемым аппаратом “Филы” до разделения. Рисунок ESA.

кой поверхности. В обеих частях замечены многочисленные следы ударных кратеров разной глубины и сохранности, грубые изломы. Светлые оттенки обманчивы, поверхность очень темная, альbedo около 3% (темнее сажи). Глубокие тени не обязательно указывают на провалы: поверхность освещена прямыми солнечными лучами, рассеянного света практически нет. Так выглядит поверхность тела, мало изменившегося за 4,5 млрд лет, прошедших с возникновения Сол-

нечной системы. Если не учитывать происхождение слоистой стены и странной сдвоенности ядра, такое его строение соответствует ожиданиям ученых. Но, как выяснилось, тонкий пылевой слой скрывает новые неожиданные.

“Филы” – это первый аппарат, предназначенный для мягкой посадки на ядро кометы (Земля и Вселенная, 2004, № 4, с. 47–50). 12 ноября 2014 г. в 8 ч 35 мин (здесь и далее время по Гринвичу) была подана команда на его отделение и баллистический (неуправляемый) спуск на комету. Высота орбиты “Розетты”, на которой произошло отделение, составляла 20 км. С одной стороны, предполагалась возмож-

ность удобного обзора примыкающих деталей, с другой – поверхность казалась достаточно безопасной для посадки. Благодаря низкой гравитации время спуска (фактически – падения на комету) достигло 7 ч, скорость при посадке – около 1 м/с (точное значение зависит от высоты места над барицентром).

Посадочная система зонда “Филы” была снабжена устройствами для предотвращения отскока и удержания аппарата на поверхности. В систему входили ледобуры на опорах, гарпуны и прижимной ракетный двигатель. Ледобуры, установленные на каждой из трех опор, приводились в действие энергией удара при



посадке. Затем гарпуны, отстреливаемые пиропатронами, должны были вонзиться в поверхность со скоростью 70 м/с. Прижимной двигатель должен был предотвратить отскок аппарата при ударе и отдачу от стрельбы гарпунами. Двигатель работал на холодном газе, чтобы не загрязнять исследуемую поверхность. К сожалению, ни одно из трех устройств свою задачу не выполнило.

Энергопитание зонд “Филы” получал от двух батарей. На первом этапе первичная батарея с напряжением 28 В, рассчитанная на 1000 Вт·ч, при посадке обеспечивала электроэнергией все приборы и служебные системы в течение 60 ч. На втором этапе, после ожидаемой зарядки от солнечных панелей вторичной аккумуляторной Ni-Cd батареи (на 140 Вт·ч), бортовые

Фрагмент ядра кометы Чурюмова – Герасименко в районе перешейка. Один из лучших снимков, сделанный 7 августа 2014 г. (разрешение – 30–40 см). Фото ESA.

приборы переключались на нее. Вторичная батарея включалась только после исчерпания энергии первичной. Панели солнечных батарей площадью 2,2 м² покрывают пять из шести сторон

ХАРАКТЕРИСТИКИ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА “ФИЛЫ”

Наименование	Масса, кг
Конструкция	18,0
Система контроля терморегулирования	3,9
Система энергоснабжения	12,2
Активное управление посадкой	4,1
Маховики угловой реакции	2,9
Посадочный механизм	10,0
Гарпуны	1,4
Центральная система управления данными	2,9
Телеметрия и связь	2,4
Блок общей электроники	9,8
Механическая система, кабели, балансирующая масса	3,6
Научные приборы	26,7

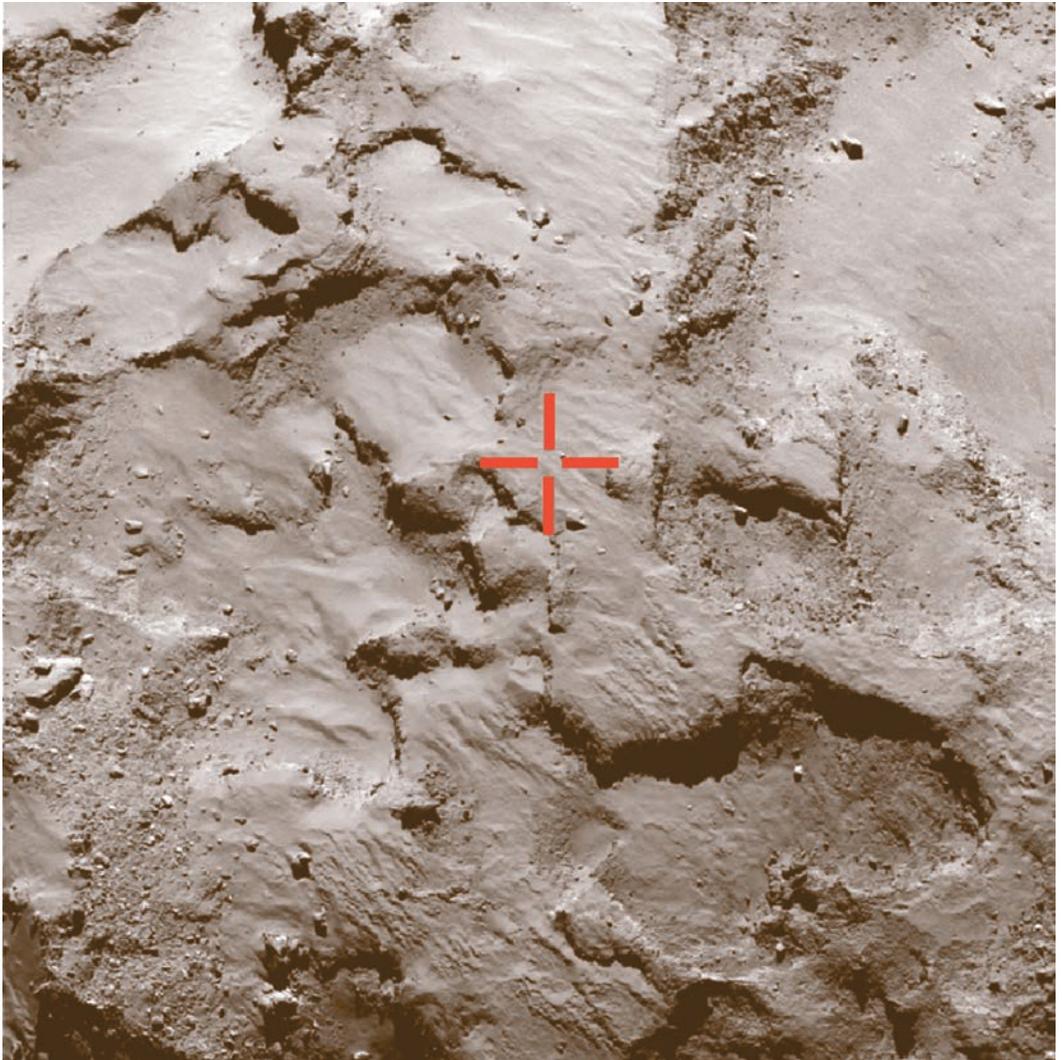
аппарата, они обеспечивают мощность до 32 Вт на расстоянии 3 а.е. от Солнца при условии прямого освещения.

На зонде “Филы” были установлены следующие научные приборы: APXS – спектрометр альфа-частиц и рентгеновского излучения; COSAC – комбинированный газовый хроматограф и масс-спектрометр, анализирующие образцы пород и летучие компоненты комы, включая органические вещества; PTOLEMY – детектор, измеряющий изотопные отношения в легких летучих компонентах ядра кометы; CIVA – шесть одинаковых микрокамер панорамной съемки поверхности с матрицами по 1024 × 1024 пикселей; ROLIS – ПЗС-камера для

съемок во время спуска с разрешением 1024 × 1024 пикселей; CONSERT – радар для зондирования внутреннего строения ядра; MUPUS – датчики измерения плотности, температурных и механических свойств поверхности до глубины 0,23 м; ROMAP – магнитометр и детектор плазмы для изучения магнитного поля ядра кометы и его взаимодействия с солнечным ветром; SESAME – три прибора, определяющие свойства внешних слоев кометы (CASSE – акустическое зондирование поверхности кометы, PP – исследование диэлектрической проницаемости поверхности кометы, DIM – измерение количества пыли, оседающей на поверхность); SD2 – буровая установка

для извлечения образцов горных пород с глубины до 0,23 м, их анализ проводился в приборах PTOLEMY, COSAC и на изображениях камер CIVA.

Среди других запланированных экспериментов следует отметить исследование хиральности органических соединений, присутствующих на комете. Несимметричная молекула может иметь “двойника” с зеркальной структурой. Вся биота Земли – левосторонняя. Предполагалось, что на комете Чурюмова – Герасименко будет исследована хиральность органики. У нас нет сведений о том, знали ли авторы исследования об аналогичных работах, выполненных 30–40 лет назад, причем не в космосе, а



в обычной лаборатории. Материал метеорита с высоким содержанием органических веществ тщательно измельчили и высадили в него растение (картофель). До эксперимента измерения показывали, что оба органических изомера присутствуют поровну. Когда куст картофеля вырос, выяснилось, что он усвоил только левый изомер. Земная биота полностью

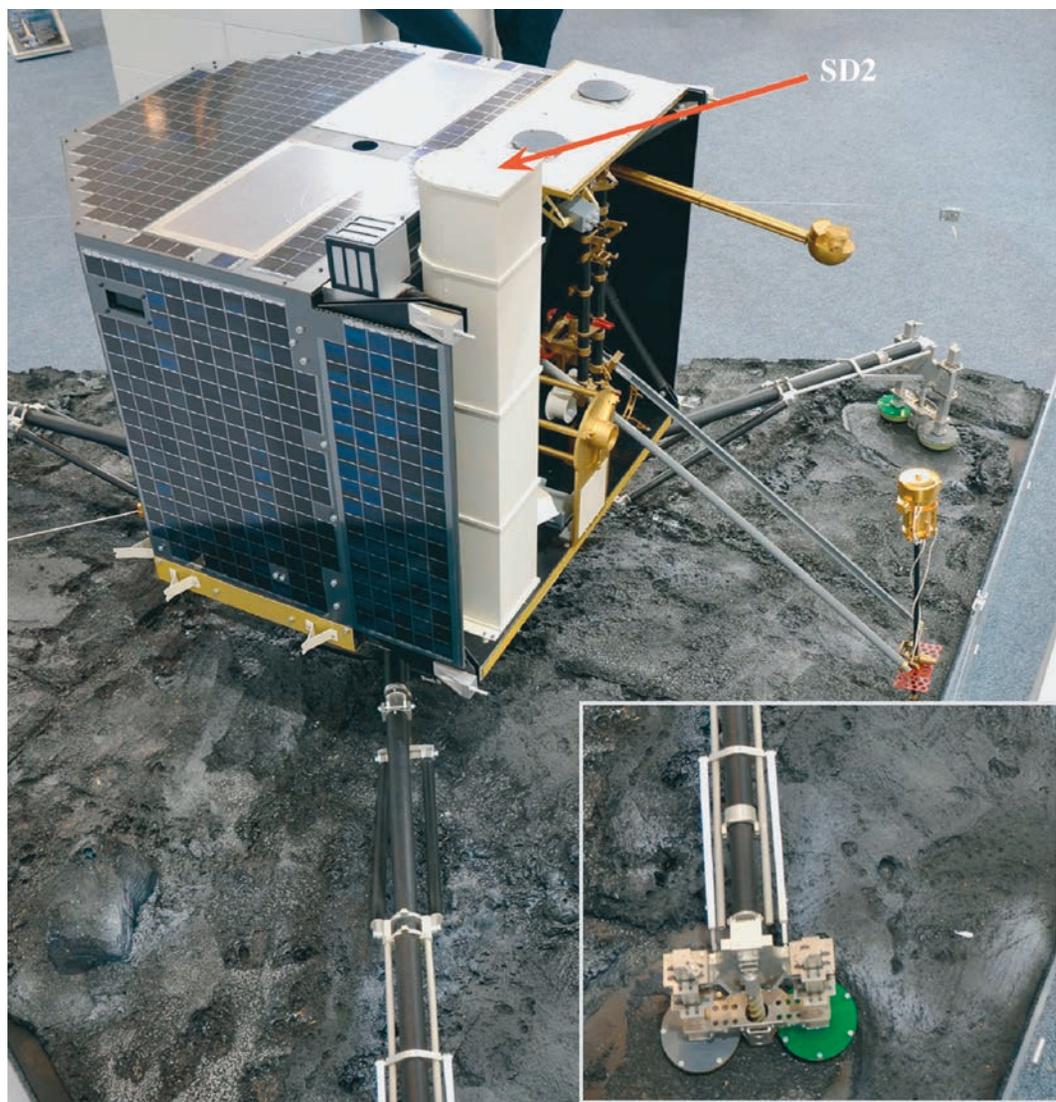
игнорирует правосторонние изомеры; если такие встречаются, питаться ими невозможно.

сложная посадка “Фил”

После завершения исследований на ядре кометы с помощью аппарата “Филы” было много противоречивых сообщений и комментариев ESA и участников экспериментов. Так, ESA сообщи-

Намеченное место посадки спускаемого аппарата “Филы” в области меньшей части ядра кометы Чурюмова – Герасименко. Снимок сделан 15 сентября 2014 г. Фото ESA.

ло, что после семичасового спуска зонд “Филы” приземлился всего в 50 м от намеченной точки, идеально подходившей для работы. После сиг-



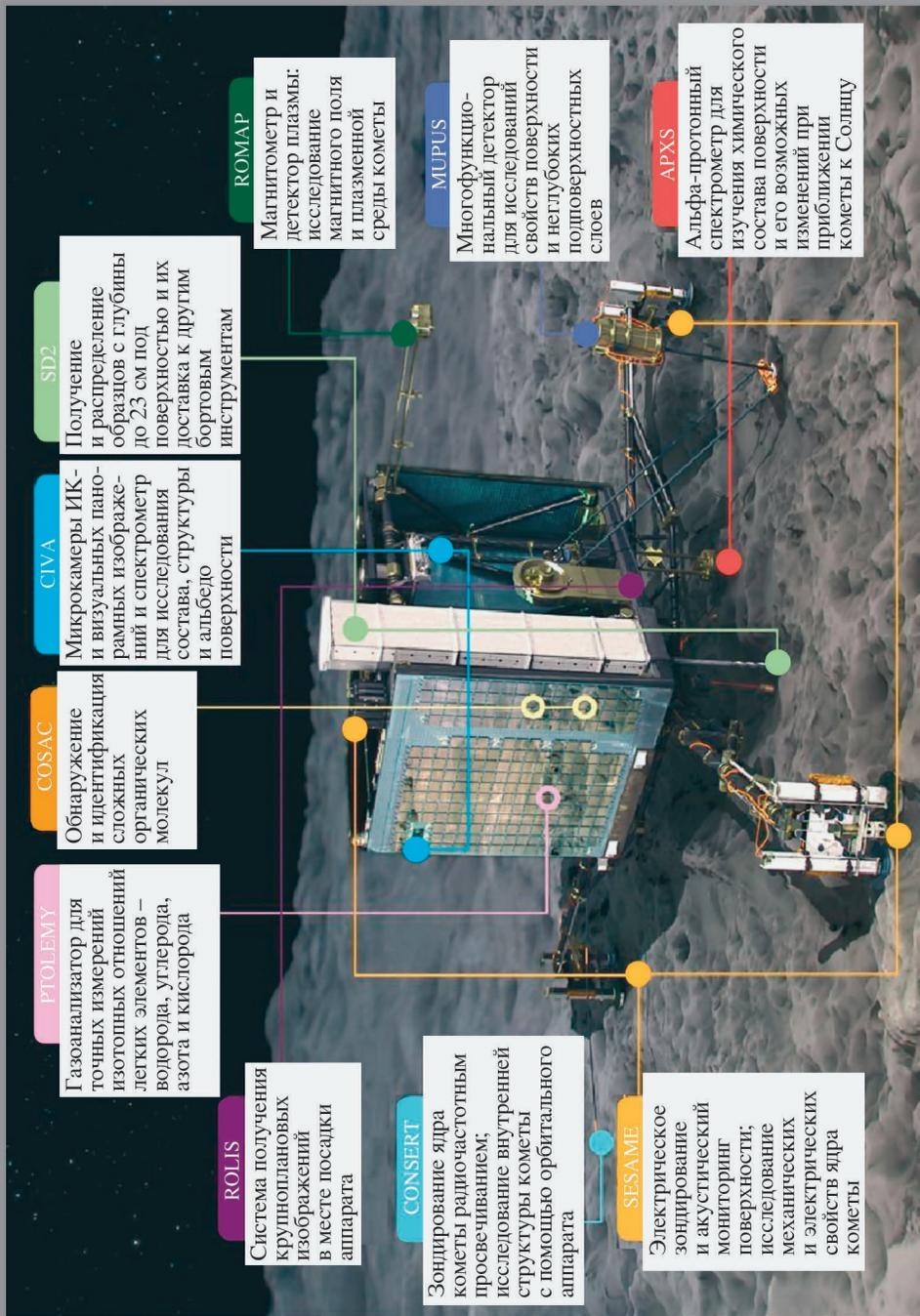
Спускаемый аппарат “Филы” во время лабораторных испытаний. На трех опорах установлены часть научных приборов и ледобуры (во врезке – буровое устройство SD2). Фото ESA.

нала о контакте “Фил” с поверхностью в соответствии с программой были приведены в действие два гарпуна, что-

бы через прикрепленные к ним тросы закрепиться на поверхности кометы. Пришел сигнал о включении всех приборов.казалось, что зонд сел, поэтому участники проекта в Европейском космическом центре в Дармштадте (Германия) начали торжествовать. Но на основе данных магнитометра, космические центры

в Тулузе и Кёльне сообщили, что дела обстоят не так блестяще, а зонд “Филы” все еще движется.

После сигнала о посадке оставалось около 50 ч, чтобы провести все намеченные научные эксперименты, так как время ограничивалось емкостью главной батареи “Фил”. В дей-



PTOLEMY
Газоанализатор для точных измерений изотопных отношений легких элементов — водорода, углерода, азота и кислорода

COSAC
Обнаружение и идентификация сложных органических молекул

CIVA
Микрокамеры ИК- и визуальных панорамных изображений и спектрометр для исследования состава, структуры и альбедо поверхности

SD2
Получение и распределение образцов с глубины до 23 см под поверхность и их доставка к другим бортовым инструментам

ROLIS
Система получения крупноплановых изображений в месте посадки аппарата

CONSERT
Зондирование ядра кометы радиочастотным просвечиванием; исследование внутренней структуры кометы с помощью орбитального аппарата

SESAME
Электрическое зондирование и акустический мониторинг поверхности; исследование механических и электрических свойств ядра кометы

ROMAP
Магнитометр и детектор плазмы; исследование магнитного поля и плазменной среды кометы

MUPUS
Многофункциональный детектор для исследований свойств поверхности и неглубоких подповерхностных слоев

APXS
Альфа-протонный спектрометр для изучения химического состава поверхности и его возможных изменений при приближении кометы к Солнцу

Научные приборы, установленные на спускаемом аппарате "Филы". Рисунок ESA.

ствительности батарея давала энергию даже немного дольше, она работала в течение 7 ч во время спуска и 57 ч на поверхности ядра кометы. Удачный выбор места посадки позволял бы получить достаточный ток от солнечных панелей для вторичной батареи (как ожидалось, в течение 7 ч за солнечные сутки кометы, 12,4 ч).

12 ноября 2014 г., еще до отделения аппарата, инженеры проекта сообщили, что система управления прижимным двигателем не отвечает на команды (как уже говорилось, прижимной двигатель должен был на какое-то время удерживать “Филы” на поверхности кометы и компенсировать силы реакции). Стало ясно, что без прижимного двигателя приземление будет рискованным. Тем не менее решение о посадке было принято. Вероятно, это было ошибкой, причем фатальной.

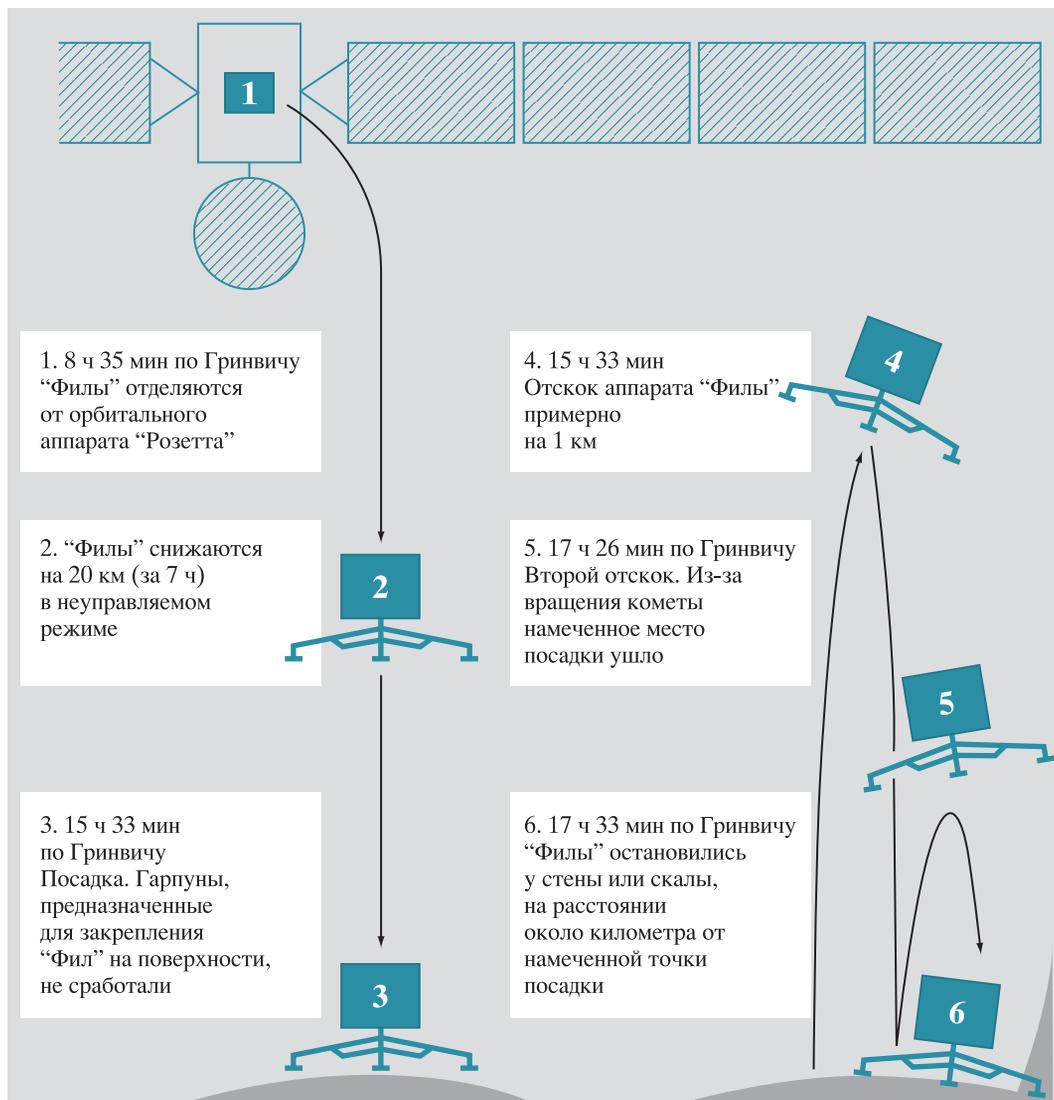
Аппарат приближался к цели и с высоты 40 м передал изображение поверхности ядра. Произошла посадка, но, к сожалению, оба гарпуна, которые должны были закрепить “Филы” на поверхности, почему-то не сработали, как и прижимной двигатель и ледобуры. На поверхности аппарат ничто больше не удерживало. Учитывая механическую реакцию от воздействия на грунт,

шансы “Фил” остаться на месте и на выполнение научных задач были ничтожными. Единственно, что удерживало “Филы” от прыжка, был небольшой вес аппарата. Если предположить, что от поверхности до гравитационного центра тела 1 км, ускорение свободного падения на комете при ее массе 10^{13} кг будет всего $6,8 \times 10^{-4}$ м/с², а вес аппарата при его массе 97,9 кг составит 6,8 г. Три опоры аппарата, слегка погрузившись в неплотный слой, на глубине около 20 см встретились с весьма плотной породой. Далее опоры спружинили и в 15 ч 33 мин отбросили аппарат со скоростью около 0,38 м/с. При столь низкой гравитации кометы скорости аппарата в момент посадки (около 1 м/с) и его кинетической энергии около 50 Дж оказалось достаточно, чтобы зонд “Филы” поднялся на высоту 1 км и спустился только почти через 2 ч, в 17 ч 26 мин. Аппарат затем поднялся снова, но невысоко, а окончательно остановился в 17 ч 33 мин. После первого контакта с ядром кометы на это ушло около 2 ч.

Прыжки “Фил” поставили под сомнение всю программу исследований. Пока зонд взлетал и падал, комета продолжала довольно быстро вращаться. Вместо плоской открытой местности, освещаемой

Солнцем, под аппаратом оказались каменные склоны и провалы. Спускаемый аппарат остановился в крайне сложных условиях. ESA опубликовало панорамное изображение, свидетельствующее об его неустойчивом положении. Зонд находился в углублении, среди высоких зазубренных каменных глыб, у глухой стены, причем одна его опора была поднята, а почти весь аппарат оставался в тени (Земля и Вселенная, 2015, № 2).

Специалисты сделали попытку приподнять аппарат, выдвигая и вращая буровое устройство SD2, и повернуть “Филы”, но неясно, удалось ли в результате увеличить освещенность солнечных батарей. Имелись сообщения, что Солнце все же освещало какую-то часть батарей в течение 1,5 ч, но для зарядки аккумуляторов необходим минимум 5 ч. В дальнейшем сведения о какой-либо освещенности батарей не поступили. Контакт с “Филами” был потерян утром 15 ноября в 12 ч 30 мин, так как “Розетта” зашла за горизонт ядра кометы. На панорамных снимках заметны только одна или, может быть, две опоры, и одна из них, вероятно, не касается грунта. В дальнейшем на снимках “Розетты” удалось проследить районы, над которыми зонд находился до и после первого



отскока в 15 ч 33 мин, но это ничего не меняет.

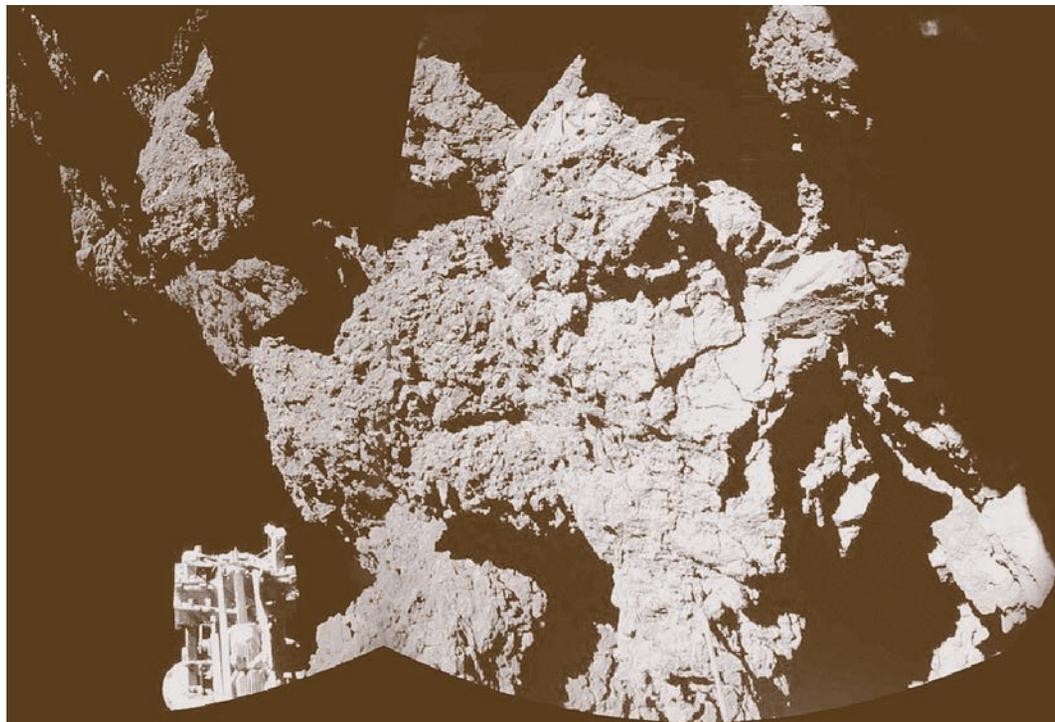
С целью получить данные о положении аппарата, прежде всего об освещенности его солнечных батарей, использовались снимки шести камер CIVA. Предполагается, что светлое пятно на снимке – это другая опора, которая упирается в черную стену. Короткая

белая линия – это штанга прибора MUPUS. Специалисты ESA попробовали понять, в каком положении оказался аппарат, и в своих комментариях 12 декабря 2014 г. отмечали, что место, где находится “Филы”, установить не удастся, несмотря на детальные снимки, получаемые с “Розетты”.

Последовательность событий при посадке 12 ноября 2014 г. спускаемого аппарата “Филы” на ядро кометы Чурюмова – Герасименко. Рисунок “The Guardian” и ESA.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА ЗОНДЕ “ФИЛЫ”

Прежде чем выключиться, в первые часы работы 15 ноября 2014 г.



Часть панорамы поверхности кометы Чурюмова – Герасименко, окружающей “Филы”. Внизу слева видна одна из опор аппарата. Снимок сделан аппаратом “Розетта”. Фото ESA.

зонд “Филы” сумел провести часть экспериментов и через “Розетту” ретранслировал на Землю полученные данные. В концевых частях опор располагались датчики SESAME, которые зарегистрировали толчок при первой посадке. Система автоматики была построена так, что сигнал датчиков SESAME включил все приборы “Фил” для исследования поверхности кометы. Но зонд в это время уже удалялся от нее, бес-

цельно расходуя энергию батареи и передавая несуществующие измерения. После окончательной посадки в третьем контакте с поверхностью, в связи с высоким потреблением энергии, буровую установку SD2 активировали в конце всех операций. Цель эксперимента SD2 состояла в том, чтобы провести бурение поверхности кометы для сбора, захвата и переноса образцов грунта в приборы COSAC и PTOLEMY, размещенные внутри спускаемого аппарата. Бур находится внутри конструкции и выдвигается вниз при работе. Грунт захватывается в трубку, присоединенную к буру, а затем доставляется к карусе-

ли с ячейками, распределяющей его потребителям. Руководитель эксперимента А. Финци (Италия) сообщила, что бур был развернут, как и планировалось, опущен до опорной точки на поверхности и приведен в действие. Затем бур с образцами подняли и переместили к карусели с 26 нагревательными пиролизными микропечами для разогрева образцов до 180 °С или 800 °С. Трубка с пробами остановилась над микропечами и должна была опустить пробы в микропечи, а карусель поворачивалась и доставляла их к прибору COSAC. Остается неизвестным, сколько материала попало в печи из трубки SD2, и во-

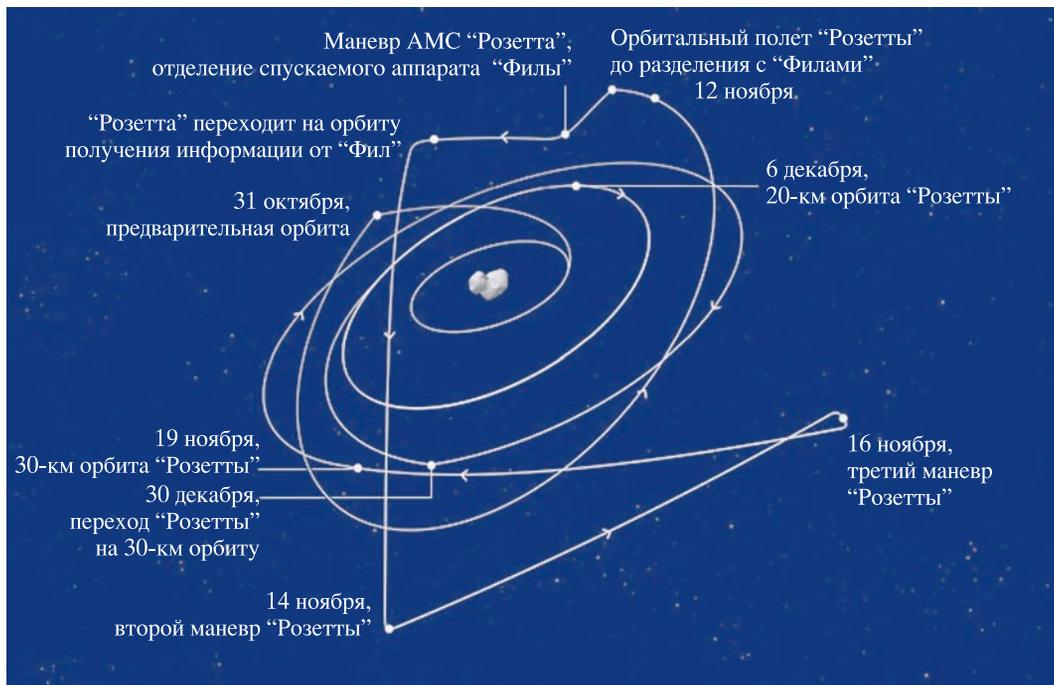


обще, удалось ли взять пробы пыли или газа во время посадки. А. Финци настаивает, что бур SD2 включился. Но на основе телеметрии прибора COSAC не удается определить, присутствовала ли проба в приборе COSAC или просто выделение газа из образца было недостаточным. Получил ли COSAC образец грунта, еще изучается, но ответ, скорее, отрицательный. Между тем из

анализа данных COSAC можно заключить, что уже при первом касании получены первые сведения об атмосфере кометы, которые указывают на обнаружение органических молекул. Сообщается, что инструмент PTOLEMY успешно собрал газ из среды над поверхностью. Продолжаются анализ спектров и идентификация летучих, обнаруженных обоими инструментами.

Спускаемый аппарат "Филы" на поверхности кометы Чурюмова – Герасименко. Концевые части опор совмещены с рельефом поверхности, чтобы определить положение аппарата на комете. Снимок сделан 12 ноября 2014 г. панорамной микрокамерой CIVA. Коллаж ESA.

Тепловой картограф в составе прибора MUPUS был разработан в Институте планетологии



Траектория полета "Розетты" вокруг ядра кометы Чурюмова – Герасименко во время спуска на его поверхность и после завершения программы исследований "Фил". Рисунок ESA.

университета Мюнстера (Германия) вместе с Центром космических исследований в Варшаве и другими международными партнерами. MUPUS управлялся международной командой в Институте планетных исследований в Берлине. Он оснащен многоцелевыми датчиками для исследования поверхности и подповерхностных слоев грунта. Его включили 12 ноября 2014 г. в момент разделения аппаратов (8 ч 35 мин). MUPUS

зарегистрировал первый контакт "Фил" с кометой в 15 ч 34 мин, но в дальнейшем выяснилось, что часть данных о температуре и ускорении была безвозвратно потеряна, так как датчики находились в гарпунах. MUPUS работал на протяжении спуска и во время всех трех посадок. По его данным, зонд "Филы" сел на запыленный лед.

В последнем месте посадки MUPUS зафиксировал температуру -153°C , близкую к температуре консоли посадочного аппарата. Затем в течение примерно получаса датчики охладились еще примерно на 10° . Это могло произойти либо из-за лучистого теплообмена с холодной стеной, либо потому,

что аппарат попал в слой холодной пыли. Затем MUPUS начал долбить поверхность, но не смог продвинуться глубже, чем на несколько миллиметров, даже при максимальной мощности двигателя. Из сравнения с лабораторными данными сделан вывод, что пенетратор встретил твердую поверхность с прочностью низкотемпературного льда. Сравнение результатов тепловое картирования и зондирования приводит к предварительному выводу, что верхние слои поверхности ядра кометы состоят из слоя пыли толщиной 10–20 см на механически прочной поверхности льда или смеси льда с пылью. На больших глубинах лед, вероятно, ста-

новится более пористым, на что указывает низкая средняя плотность ядра ($0,4 \text{ г/см}^3$), определенная с помощью приборов RSI и OSIRIS “Розетты”.

Судя по анализу полученных данных, прибору MUPUS не удалось получить пробу грунта. Вместо пушистого, как ожидалось, слоя пыли на податливой поверхности, грунт, по-видимому, был твердым, как лед, а образцы, полученные буром SD2, в приборе COSAC не поступили.

Пока обрабатывались и анализировались данные, “Розетта” продолжала исследовать комету, наблюдая, как изменяются ее поверхность и атмосфера с приближением к Солнцу. После завершения

первого этапа работы “Розетта” вернулась на 30-км орбиту вокруг кометы. В течение 2015 года она будет следовать за кометой, изучая ядро по мере того, как активность кометы возрастает на пути к перигелию (13 августа 2015 г.). Сближения с ядром и пролеты на высоте 8 км и даже 2–3 км требуют чрезвычайно сложного управления, и не только из-за неправильной формы ядра. Вмешаться в работу “Розетты” в реальном времени невозможно. В ноябре 2014 г. сигнал аппарата достигал Земли только через 28 мин, а узнать, выполнена ли отправленная команда, можно только через час.

Ожидается, что в мае – августе 2015 г. “Розетта”

сможет наблюдать краткосрочные и долгосрочные изменения, происходящие на комете при приближении к Солнцу.

Авторы экспериментов высказывали надежды на “оживление” спускаемого аппарата “Филы”, когда освещенность панелей солнечных батарей достигнет заданной величины. Но система электроснабжения, в том числе аккумуляторы, находится в очень тяжелых условиях, при крайне низкой температуре в затененном месте посадки. Поэтому работоспособность аккумуляторов после глубокого охлаждения может быть полностью потеряна.

Информация

“Мессенджер”: Равнина Жары

Огромную Равнину Жары (Caloris Planitia; $32,57^\circ$ с.ш. и $162,31^\circ$ в.д.) на Меркурии – одну из самых больших ударных структур в Солнечной системе – сфотографировала в марте 2015 г. АМС “Мессенджер” (см.

стр. 2 обложки). Через нее проходит меридиан 180° , где температура поднимается до рекордных для Меркурия значений – $350\text{--}427^\circ\text{C}$. Кратер Равнина Жары сформировался на ранних стадиях образования нашей планетной системы 3,8–3,9 млрд лет назад после столкновения Меркурия с большим астероидом. Его заполняет слой лавы толщиной 2,5–3,5 км. Образовавшиеся после застывания лавы кратеры обнажили слои грунта синего цвета. Они состоят, скорее всего, из вещества, которое было на поверхности планеты до столкновения. Оранжевые пятна – это, возможно, жерла вулканов.

Равнина Жары выглядит на снимках светлым пятном, так как ее отражательная способность на 15–20% выше, чем в среднем на планете. Ее окружают валы и небольшие темные равнины. Вдоль восточного края тянутся горы Жары высотой 2 км. Поверхность равнины усеяна трещинами и крупными кратерами: 100-км Атже, 75-км По, 54-км Мунк, 41-км Аполлотор, 37-км Каннингем и 22-км Баланчин. Около центра находятся Борозды Пантеон – система узких впадин, тянущихся на сотни километров.

Пресс-релиз NASA,
5 марта 2015 г.

Пылевые дьяволы на Земле и на Марсе

О.Г. ОНИЩЕНКО,
доктор физико-математических наук
Институт физики Земли РАН,
Институт космических исследований РАН
О.А. ПОХОТЕЛОВ,
доктор физико-математических наук
Институт физики Земли РАН
Н.М. АСТАФЬЕВА,
доктор физико-математических наук
Институт космических исследований РАН



Пылевые дьяволы – удивительное и загадочное атмосферное явление. Они представляют собой нестационарные вихревые структуры, возникающие в приповерхностном слое днем

в безветренную, обычно жаркую погоду при сильном прогреве планеты солнечными лучами. В отличие от торнадо, такие структуры не связаны с облаками и обычно существуют в

ясный день. Они видны благодаря мелкой пыли, увлекаемой воздушными потоками. Пылевые дьяволы наблюдаются на Земле и на Марсе.



ЧТО ТАКОЕ ПЫЛЕВЫЕ ДЬЯВОЛЫ?

Пылевые смерчи – вращающиеся столбы поднимающейся пыли. Самые мелкие из них на нашей планете иногда видны на открытых городских пространствах. Часто в ветреную погоду вблизи длинных зданий можно заметить неожиданно возникающие пылевые смерчи. Их происхождение связано с порывами ветра. Вблизи стены скорость ветра близка к нулю и быстро возрастает на некотором от нее расстоянии. Механизм генерации таких вихрей в неоднородном (сдвиговом) потоке хорошо известен и изучен в гидродинамике более ста лет назад и связан с неустойчивостью Кельвина – Гельмгольца. Аналогичные вихри можно наблюдать за кормой движущегося корабля.

Наряду с такими пыльными смерчами в атмосфере Земли существуют мощные мезомасштабные торнадо, генерируемые в грозовом облаке. Торнадо представляет собой быстро вращающуюся воронку, свисающую из кучево-дождевых облаков и нисходящую как воронкообразное облако пониженного давления. Вытянутую до поверхности воронку часто называют “хоботом”. Достигая земли, она “засасывает” вверх пыль и другие предметы (крыши домов, небольшие постройки и автомобили), что приводит к значительным разрушениям.

Кроме описанных выше пылевых смерчей в засушливых и пустынных районах Земли в спокойную, безветренную и солнечную погоду возникают пылевые вихри загадочного происхождения. В Казахстане,

Пылевые дьяволы вблизи г. Феникс (США). 7 мая 2012 г. Фото Б. Уитекера.

Арабских Эмиратах, Египте и в ряде других стран такие пылевые смерчи называются джиннами. Джинн – один из главных героев волшебных арабских сказок, он известен, в частности, по книге Л. Лагина “Старик Хоттабыч”. В англоязычных странах их часто называют пылевыми дьяволами (dust devils). Чтобы не путать такие вихри с хорошо объяснимыми пылевыми смерчами в неоднородных порывах ветра или более мощными торнадо, будем называть их пылевыми дьяволами. История регулярных наблюдений пылевых дьяволов длится уже более 150 лет. Эти атмосферные явления менее опасны, чем крупномасштабные торнадо. Поэтому

изучение загадочных пылевых дьяволов в течение длительного времени находилось вдали от основных направлений метеорологических исследований. Интерес к ним значительно возрос после того, как стало известно, что более мощные, чем на Земле, пылевые дьяволы есть на Марсе. Впервые они были обнаружены в конце 1970-х гг. американскими орбитальными аппаратами АМС “Викинг” (“Viking”; Земля и Вселенная, 1976, № 3; 1977, № 3). С этого момента пылевые дьяволы интенсивно обсуждаются в научной литературе и на конференциях.

В основе генерации пылевых дьяволов лежит процесс салтации (saltation), при котором хорошо подогретый конвективный поток воздуха подхватывает с поверхности планеты крупные частицы песка, увлекающие, в свою очередь, в совместное движение мелкие частицы пыли в виде миниатюрного торнадо. Такие структуры со спиралевидным восходящим потоком переносят пыль на большие высоты, где они могут оказывать большое влияние на погоду и климат. Из наблюдений установлено, что в открытой местности число вихрей с направлением вращения по часовой стрелке (антициклонических) и против (циклонических) совпадает.

Пылевые дьяволы могут генерировать силь-

ные электростатические поля из-за трения между пылью, песком и поверхностью Земли. Подхваченные горячие частицы пыли и песка в сухой атмосфере, в результате многочисленных столкновений приобретают электрический заряд (трибоэлектрический эффект). Например, известно появление электростатического электричества, если янтарь потереть о шерсть или расчесать волосы пластмассовой расческой. Частицы пыли и песка образуют трибоэлектрическую пару. При столкновении более тяжелые частицы (больших размеров) теряют электроны, отдавая их более легким частицам. Легкие частицы уносятся в гравитационном поле вверх, оставляя тяжелые внизу. Разделение зарядов создает гигантскую электрическую батарею. Разделение частиц пыли (пудры) по массе широко используется в промышленности, в частности, фармацевтической.

АМС “Викинг” и марсоход “Оппортьюнити” (“Opportunity”; Земля и Вселенная, 2004, № 1, с. 36–37; 2004, № 3, с. 22–27) позволили обнаружить многочисленные пылевые дьяволы на Марсе. Из-за разреженности атмосферы марсианские смерчи могут превышать свои земные аналоги в сотни раз. Пылевые смерчи выбрасывают в атмосферу планет тонны электрически заряженных пылевых частиц. Играя важ-

ную роль в формировании климата, они представляют реальную опасность для спускаемых аппаратов и для человека, когда тот ступит на поверхность красной планеты. Они могут инициировать молнии и электрические разряды, выводящие из строя электронные устройства, создавать помехи радиосвязи.

ПЫЛЕВЫЕ ДЬЯВОЛЫ НА ЗЕМЛЕ

Пылевые дьяволы чаще всего встречаются в засушливых пустынных регионах, в частности в Австралии, Африке, Перу и США. Особенно часто они возникают в пустыне Сахара. Серый столб пыли при этом поднимается до самых облаков. Летчики наблюдают восходящие потоки воздуха и пылевые смерчи порой на высоте в несколько километров. Николай Гумилёв – не только выдающийся поэт Серебряного века русской поэзии, но и один из крупнейших исследователей Африки. Вот как в стихотворении “Сахара” он описывает свои наблюдения пылевых смерчей:

*И звенит и поет, поднимаясь, песок,
Он узнал своего господина,
Воздух меркнет, становится
солнца зрачок,
Как гранатовая сердцевина.
И чудовищных пальм вековые стволы,
Вихри пыли взметнулись и пухнут,
Выгибаясь, качаясь, проходят
среди мглы,
Тайно веришь – вовеки не рухнут.*



*Так и будут бродить до скончания веков,
Каждый час все грозней и грознее,
Головой пропадая среди облаков,
Эти страшные серые змеи.
Но мгновенье... отстанет и дрогнет одна
И оседет песчаная гряда,
Это значит – в пути спотыкнулась она
О ревущего в страхе верблюда.*

Пылевые дьяволы возникают в различных регионах Земли. Например, в штатах Аризона и Невада (США) они стали объектом не только наблюдения, но и активного исследования. Б. Уитекер утверждает, что почти всегда можно увидеть множество пылевых дьяволов по дороге между городами Феникс



Пылевой смерч в Долине Эльдорадо (штат Невада, США). Фото Т. Майкла.

и Туксон (штат Аризона). В полдень 7 мая 2012 г. вблизи г. Феникс одновременно появились восемь пылевых дьяволов. В долине Эльдорадо (штат Невада) пылевой дьявол поднял тонны песка в атмосферу. Пылевой дьявол обнаружен в мексиканской пустыне весной, когда относительно холодный ветер дул над сухой пустыней. Можно сделать вывод, что пылевые дьяволы появляются в тихую солнечную погоду в отсутствие всякой грозовой деятельности. Они наиболее часто возникают в теплых засушливых регионах в летнее время. Иногда они также могут появляться зимой или весной, когда холодный воздух распространяется вдоль теплой земли даже в регионах субарктики.

Наряду с пылевыми дьяволами в море или на озерах наблюдаются водяные дьяволы аналогичного происхождения. При этом вместо пыли смерчи увлекают капли воды. Кроме того, во время пожара при полном штиле неожиданно

Пылевой дьявол в Новой Зеландии. Фото Х. Едена.



Пылевые вихри на Марсе. Снимок получен в мае 2005 г. марсоходом "Спирит". Фото NASA/JPL.

наблюдаются загадочные огненные дьяволы. Сами по себе они не несут опасности, но в сочетании с другими природными или окружающими их факторами способны привести к беде. Так, в 1923 г. огненный вихрь, образовавшийся во время Великого землетрясения Канто в Японии, погубил 38 тыс. человек всего за 15 мин.

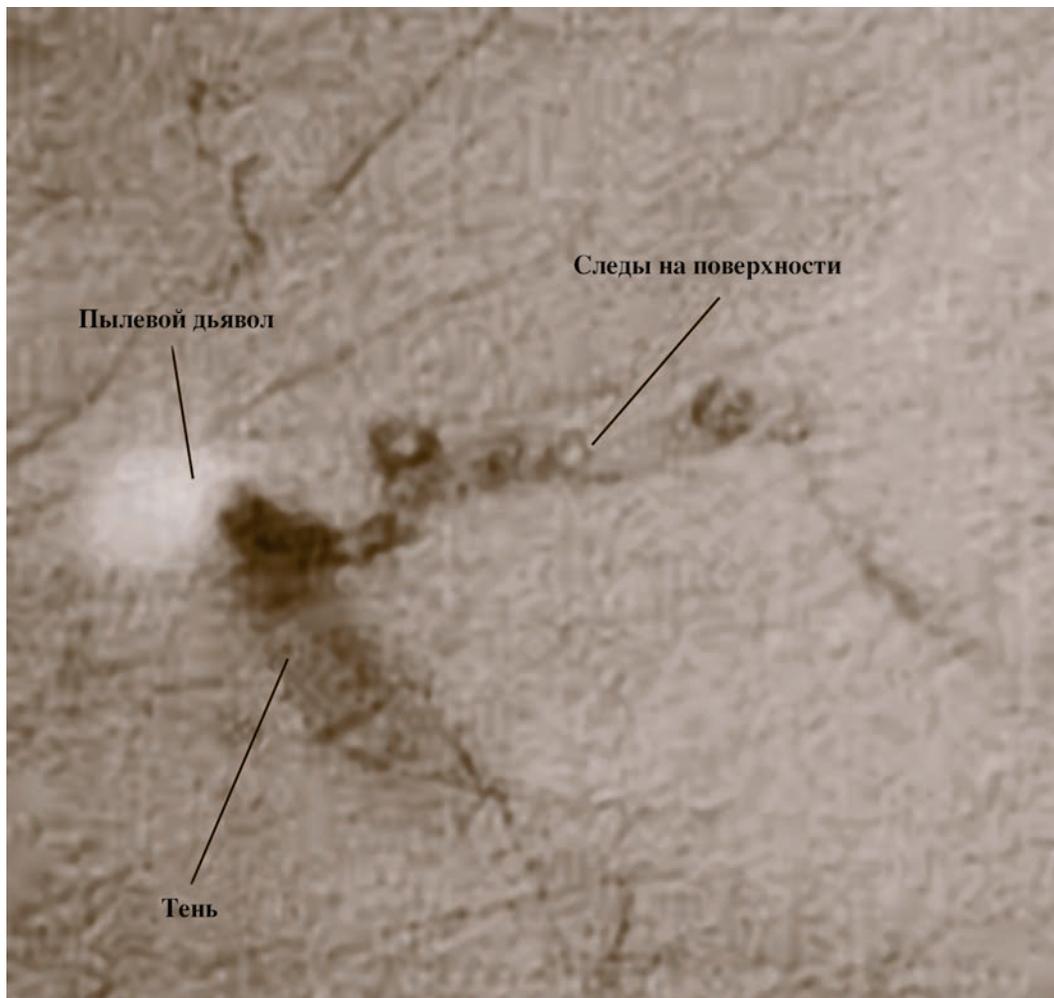
Высота пылевых дьяволов определяется дистанционно с Земли или с самолета. Наблюдение "термиком"¹ над мощными пылевыми дьяволами производилось на планерах. На высоте 2–4 км

возникают теплые потоки с температурой на несколько десятых градуса выше температуры окружающей среды с вертикальными скоростями ветра 2–4 м/с на площади 1–5 км². На периферии вихря существуют нисходящие потоки охлажденного воздуха. Это говорит о том, что крупные пылевые дьяволы связаны с более протяженными потоками восходящего теплого воздуха, который простирается далеко в высоту и в диаметре достигает нескольких километров перед вращением. Они влияют на эрозию почвы, перемещая пыль с поверхности планеты и изменяя альбедо. Обычно перемещение песка и пыли в таких структурах носит локальный характер, не превышая нескольких десятков метров.

Однако региональные ветры могут существенно увеличить эти размеры. Согласно современным представлениям, в Сахаре они поднимают мелкую пыль в верхнюю атмосферу и могут переносить ее в Европу.

Высота пылевого дьявола зависит от условий атмосферы, от состава и количества пыли. Большая их часть имеет диаметр 1–15 м. Высота от нескольких метров до километра и несколько выше. Самые мощные на нашей планете пылевые дьяволы образуются в Австралии, их радиус достигает до 30–140 м и высота до 4500 м. С увеличением масштаба вихря растет время его существования – от нескольких секунд до 20 мин (в основном – 1–4 мин), хотя наблюдались крупные, существовавшие до не-

¹ **Термик** – термический поток поднимающегося воздуха, который может перемешиваться с окружающим воздухом. Планеристы назвали **термиками** потоки теплого воздуха от нагретого Солнцем грунта, в которых они могли парить.



скольких часов. Частота их появления сильно зависит от сезона, времени дня и географического места. В штате Аризона на площади 1 км² в течение дня можно увидеть более 750 пылевых дьяволов. Они обычно перемещаются со скоростью окружающего ветра. Типичная скорость вращения – порядка 5–10 м/с и обычно не превышает 25 м/с, вертикальная скорость в вихре не превышает 10 м/с. Электри-

ческое поле достигает 20 кВ/м, соответствующая плотность заряда составляет 10⁵–10⁷ электронов в кубическом метре.

ПЫЛЕВЫЕ ДЬЯВОЛЫ НА МАРСЕ

Атмосфера Марса, состоящая в основном из углекислого газа, очень разрежена. Давление у поверхности Марса в 160 раз меньше земного. Марс отнюдь не мертвый мир, где ничего не проис-

Следы нескольких пылевых вихрей на Марсе. Снимок получен АМС "Марс Глобал Сервейер". Фото NASA/JPL.

ходит. Одним из самых интересных и драматических атмосферных явлений Марса – пылевые дьяволы и связанные с ними бури.

В 1997 г. АМС "Марс Патфайндер" ("Mars Pathfinder"; Земля и Вселенная, 1997, № 4, с. 65–68; 1998, № 3, с. 51–54)

Вихрь в области Равнины Амазонии на Марсе. Изображение охватывает район размером 644 м. Снимок получен камерой высокого разрешения HiRISE 16 февраля 2012 г. АМС “Марсианский орбитальный разведчик”. Фото NASA/JPL.



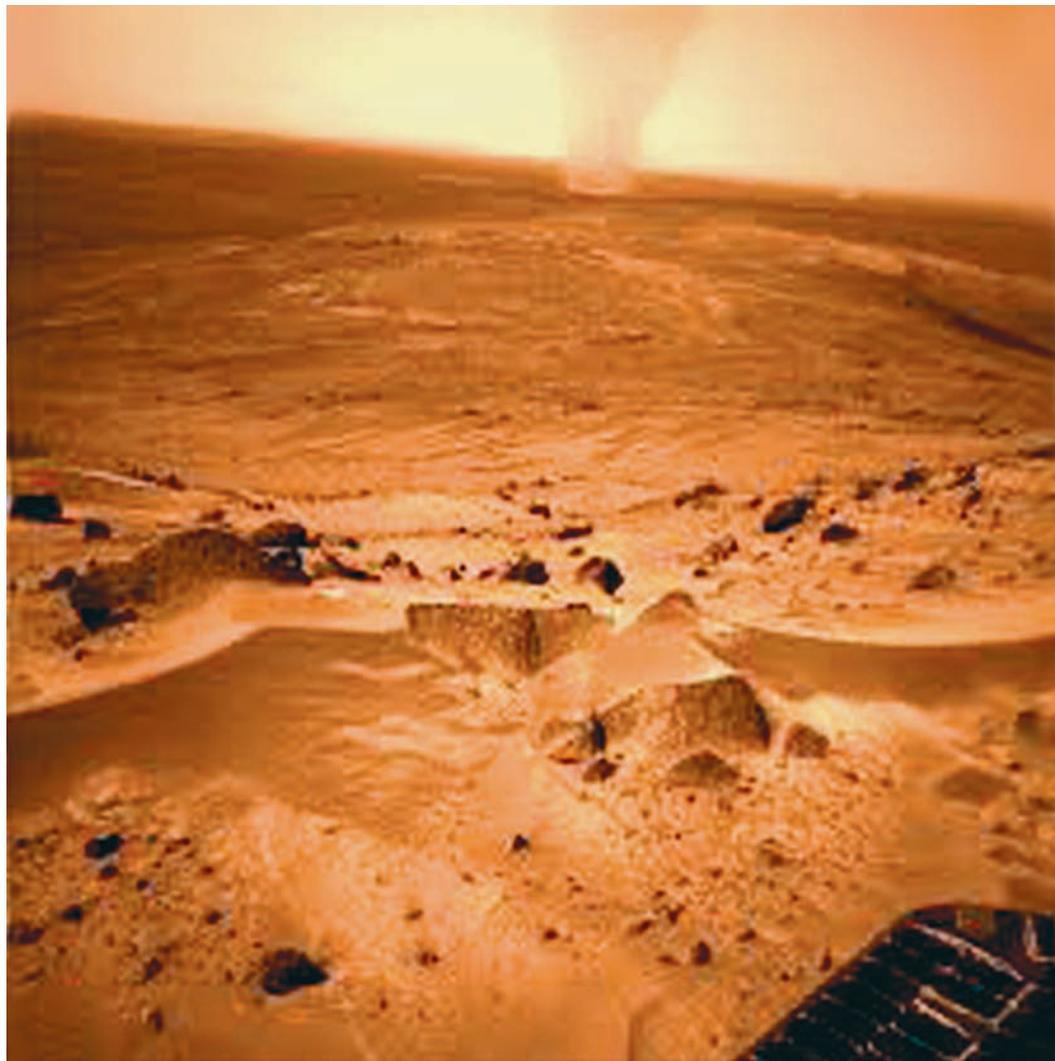
получила первое четкое изображение марсианского пылевого дьявола. С помощью камер высокого разрешения, установленных на АМС “Марс Глобал Сервейер” и “Марсианский орбитальный разведчик” (Земля и Вселенная, 1997, № 4, с. 64–65; 2007, № 5), было идентифицировано большое число пылевых дьяволов. Марс часто оказывается под властью пылевых бурь – ветры неумолимо перемалывают верхний иссушенный песчаный слой, застилая маревом обширные части планеты. Они появляются столь часто, что их многочисленные следы пересекают друг друга, позволяя проследить их пути на красно-

ватом грунте. Марсианская пыль включает в себя смесь частиц размером примерно микрон (в 20 раз меньше толщины человеческого волоса) – своеобразное подобие цементного порошка. Причудливые следы (темные полосы), оставленные на поверхности Марса крупными пылевыми смерчами, хорошо видны на снимках многих регионов планеты. Например, на фотографии гигантской низменности Равни-

на Амазонии, полученной 9 мая 2012 г. камерой HiRISE АМС “Марсианский орбитальный разведчик”, виден гигантский пылевой дьявол, отбрасывающий длинную тень (Земля и Вселенная, 2012, № 6, с. 29–31). По длине тени пылевого дьявола можно определить высоту вихря, он достигает примерно 800 м, в диаметре – около 30 м. Сцена не редкая для последних весенних дней на севере Марса. На другом

Крутящийся столб пыли высотой примерно 20 км на Марсе. Несмотря на внушительную высоту, диаметр пылевого дьявола всего 64 м. Снимок получен камерой высокого разрешения HiRISE 14 марта 2012 г. АМС “Марсианский орбитальный разведчик”. Фото NASA/JPL.





снимке, сделанном этой же станцией, зафиксирован гигантский пылевой столб диаметром 64 м и высотой 20 км, мчащийся по марсианским просторам. Марсоходу “Спирит” (“Spirit”) также удалось запечатлеть на снимке пылевой дьявол.

Ветер и связанные с ним пылевые дьяволы могут влиять на механизм, запускающий гигантские пылевые бури, – плохо

изученное явление. Существует мнение, что пылевые дьяволы и связанные с ними пылевые бури на поверхности Марса, способные перемещать большие массы пыли и песка, могут быть причиной отсутствия жизни на поверхности планеты. Предполагается, что бури могут быть источником образования ядовитого соединения перекиси водорода и других

Пылевой смерч в кратере Гусева на Марсе. Снимок сделан в декабре 2013 г. марсоходом “Кьюриосити”. Фото NASA/JPL.

коррозийных химикатов. Жизнь не смогла бы закрепиться и процветать при данных природных условиях.

Большую часть времени атмосфера находится

в механическом (или гидростатическом) равновесии, когда уравновешены эффекты гравитации и атмосферного давления. В такой атмосфере обычно отсутствует макроскопическое движение. Значительную часть времени термодинамическое состояние атмосферы близко к равновесному состоянию с вертикальным градиентом температуры. В такой атмосфере температура убывает примерно на 10°C при удалении от поверхности на высоту 1 км. Этот факт хорошо известен, в частности, альпинистам. Однако временами нагреваемая солнечным излучением атмосфера может быть далека от термодинамически равновесного адиабатического состояния. Если градиент температуры больше адиабатического, то в этом слое возникает интенсивное конвективное движение с восходящими потоками воздуха. Условие конвективной неустойчивости известно как критерий К. Шварцшильда. Слой атмосферы, в котором выполняется критерий Шварцшильда, называют конвективно неустойчивым.

В работе О.Г. Онищенко, В. Хортон, О.А. Похотелова и Л. Стенфло (2014) в рамках упрощенной гидродинамической модели исследована генерация пылевых дьяволов в конвективно неустойчивой атмосфере. В атмосфере с зародышевым медленным крупномасштабным движением (вращением вдоль вертикальной оси) из конвективных ячеек генерируются мелкомасштабные вихри с сильным торoidalным вращением – это пылевые дьяволы.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Согласно современным представлениям, земные вихревые конвективные структуры, нагруженные пылью, играют более важную роль в формировании климата, фотохимии атмосферы и биохимии океана, чем предполагали ранее. Значительное число аварий легких самолетов, планеров и вертолетов вызваны порывами ветра, связанными с этими структурами.

Следующие несколько десятилетий станут свидетелями исследований Марса с помощью автоматических межпланетных станций и пилотируемых

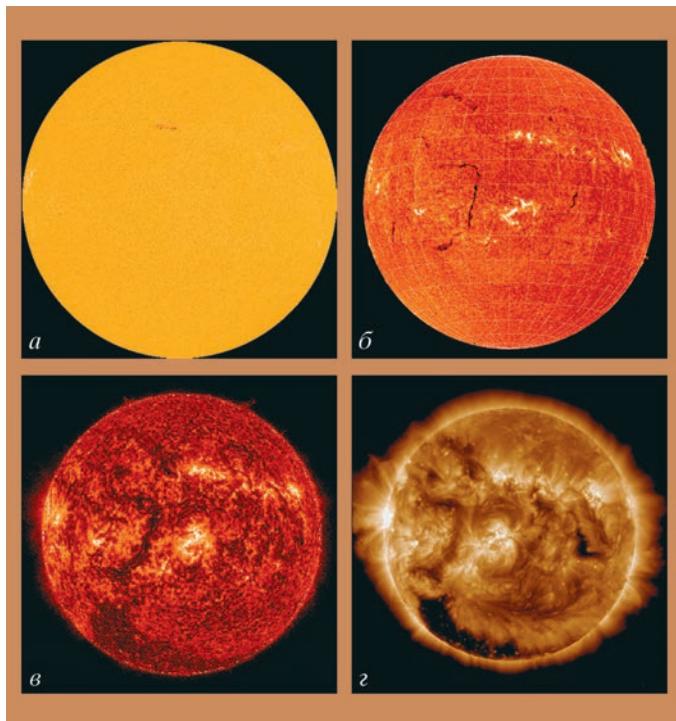
экспедиций. Для планирования полетов необходимо четкое понимание явлений, протекающих на Марсе. Пылевые дьяволы влияют на климат, эрозию и седиментацию на Марсе. Необходимость изучения их влияния на функционирование солнечных батарей автоматических станций на Марсе стимулировала NASA создать международные коллективы ученых по программам HEDS (Исследование и освоение космического пространства) и MATADOR (Атмосфера Марса и пыль в оптическом и радиодиапазоне). Цель этих программ – комплексное изучение пылевых дьяволов на Земле и на Марсе.

Марсианские пылевые дьяволы сильно наэлектризованы, предполагается, что это может приводить к мощным разрядам или пробоям, повышенному “прилипанию” пыли к космическим скафандрам будущих путешественников и их оборудованию, а также нарушению радиосвязи. Кроме того, космические устройства, посланные на Марс, должны выдерживать пребывание в гигантской “пескоструйной камере”.

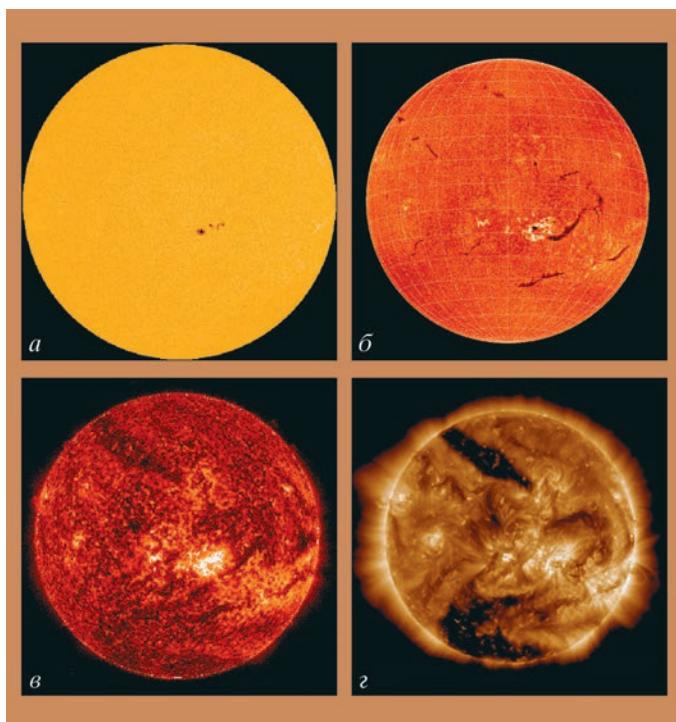
Информация

Солнце в феврале – марте 2015 г.

Конец зимы и начало весны ознаменовались дальнейшим уменьшением образования пятен на Солнце. Его активность держалась на среднем уровне, но в отдельные дни первой декады марта опускалась до низкого. Число групп пятен менялось от 1 до 8. Они в основном были небольшими. Из 36 групп солнечных пятен 18 появились в Северном полушарии. Кривая роста сглаженных за год значений относительного числа пятен уверенно идет на спад. Среднемесячные значения

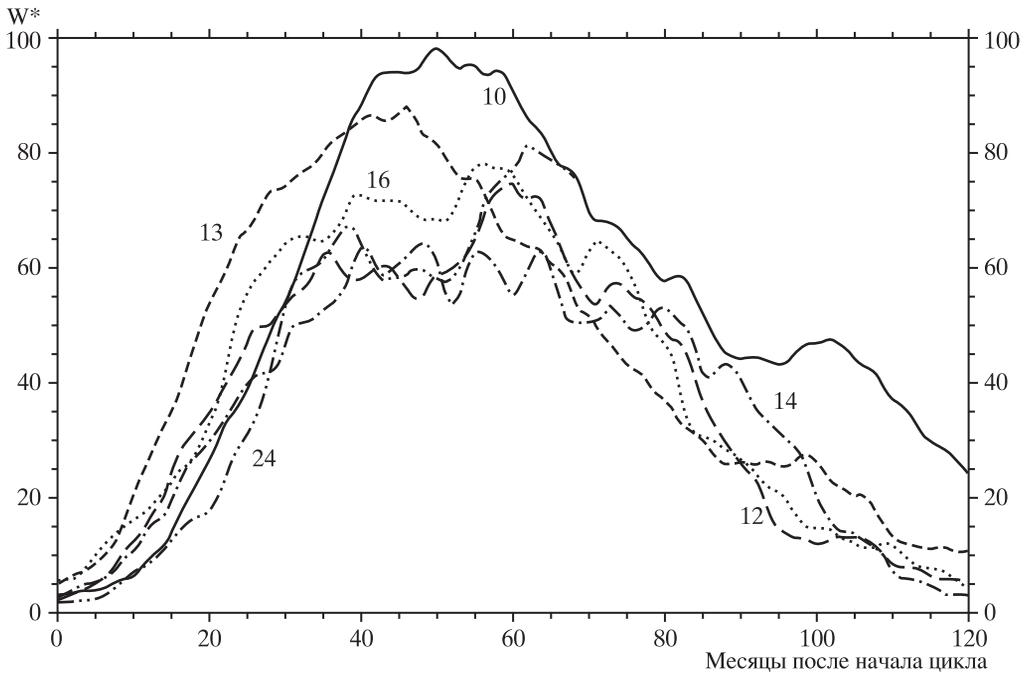


Солнце 24 февраля 2015 г.:
а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$);
б) в самой сильной водородной линии H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$);
в) в линии крайнего ультрафиолета $He II$ ($\lambda = 304 \text{ \AA}$);
г) в линии крайнего ультрафиолета $Fe XII$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$).
Космическая солнечная обсерватория "SDO" (<http://sdo.gsfc.nasa.gov/data/>).



Солнце 14 марта 2015 г.:
а) фотосфера в непрерывном спектре ($\lambda = 4500 \text{ \AA}$);
б) в самой сильной водородной линии H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$);
в) в линии крайнего ультрафиолета $He II$ ($\lambda = 304 \text{ \AA}$);
г) в линии крайнего ультрафиолета $Fe XII$ ($\lambda = 193 \text{ \AA}$).
Космическая солнечная обсерватория "SDO" (<http://spaceweather.com>).





Ход развития (68 месяцев) текущего 24-го цикла солнечной активности среди всех достоверных (с 1849 г.) солнечных циклов. W^* — сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

чисел Вольфа $W_{\text{фев.}} = 44,8$ и $W_{\text{мар.}} = 38,4$. Сглаженное значение относительного числа солнечных пятен в августе и сентябре 2014 г. составило $W^* = 75,6$ и $70,9$ соответственно.

До **17 февраля** пятнообразовательная активность Солнца постепенно снижалась, потом произошел ее двухдневный рост и 26 февраля снова медленное уменьшение до низкого уровня. Максимальное ежедневное значение относительных чисел солнечных пятен отмечено **1 февраля** ($W = 76$), минимальное — 25 февраля ($W = 16$). Вспышечная активность оставалась на среднем уровне 4 и 9 февраля, в остальные дни

была на низком и очень низком уровне. Выбросы солнечных волокон (12 событий) наблюдались 4, 14 (2), 18, 19 (2), 20, 23, 24, 27 и 28 (2) февраля. Возмущения от выбросов 14 и 27 февраля вызвали малые магнитные бури 17, 18 февраля и 2 марта. Коронोगрафы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали 108 корональных выбросов вещества разной интенсивности, в том числе один был типа “гало”, четыре — типа “частичное гало III” (угол раствора $180^\circ\text{--}270^\circ$) и 9 — типа “частичное гало II” (угол раствора $90^\circ\text{--}180^\circ$). Проходили по видимому диску Солнца 2 рекуррентные и 2 вновь образовавшиеся ко-

рональные дыры, лишь 2 последние вызвали значимое геомагнитное возмущение в околоземном космическом пространстве. На средних широтах Земли отмечено 4 малые магнитные бури: 1–3, 17, 18, 23–24 и 28 февраля. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергией больше 2 МэВ наблюдался 3–5 февраля.

В первые две декады **марта** пятнообразовательная активность Солнца заметно понизилась и 7–9 марта стала низкой. После 21 марта она резко повысилась, но держалась на среднем уровне, постепенно понижаясь к концу меся-

ца. На видимом диске Солнца наблюдалось 1–8 групп солнечных пятен, 2 из которых были среднего размера. Минимальное наблюдаемое число солнечных пятен отмечено 7 марта ($W = 12$), максимальное – **24 марта** ($W = 76$). Высокий уровень вспышечной активности наблюдался 3 марта, когда в небольшой группе пятен Северного полушария на западном лимбе Солнца появилась солнечная вспышка балла M8.2/SB. Второй период высокой вспышечной активности связан с группой пятен Южного полушария, в которой 7, 9 и 11 марта на восточной полусфере произошли 4 большие солнечные вспышки, одна из них была балла X2.1/2B. Значимых геомагнитных возмущений в околоземном космосе они не вызвали. 15 марта в той же группе пятен произошла небольшая солнечная вспышка балла C9.1, сопровождавшаяся

мощным корональным выбросом вещества типа “гало”. Распространяясь по межпланетному пространству со скоростью больше 1500 км/с, он вызвал самую большую магнитную бурю в текущем солнечном цикле. Полярное сияние от этой бури можно было наблюдать даже в Москве. Надо отметить, что последний раз полярное сияние в Москве и в Одессе (!) наблюдалось 29 октября 2003 г. после экстремальной солнечной вспышки, возникшей накануне. Вспышки среднего балла отмечены 1, 2, 5, 6, 12 и 18 марта. Выбросы солнечных волокон (9 событий) наблюдались 7, 8, 16, 18, 22 (2), 23 и 27 марта. Корonoграфы космической обсерватории “SOHO” зарегистрировали более 140 корональных выбросов вещества разной интенсивности, среди них два были типа “гало”, два – типа “частичное гало III” (угол раствора 180° – 270°) и 10 – типа “ча-

стичное гало II” (угол раствора 90° – 180°). В марте наблюдались 3 рекуррентные и 3 вновь образовавшиеся корональные дыры. Половина из них внесла значимый вклад в геомагнитную возмущенность в околоземном космосе. Очень большая магнитная буря зарегистрирована 17–19 марта и 5 малых – 1, 2, 7, 20 и 23 марта. Всего за месяц отмечено 8 суток с возмущенной геомагнитной обстановкой. На геостационарных орбитах очень высокий поток релятивистских электронов с энергиями больше 2 МэВ наблюдался 3–4 и 22–28 марта.

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

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Памяти Б.В. Морукова

1 января 2015 г. ушел из жизни Борис Владимирович Моруков – член-корреспондент РАН, профессор, доктор медицинских наук, выдающийся ученый, один из четырех космонавтов-исследователей Института медико-биологических проблем РАН (ИМБП), осуществивших космический полет.

Б.В. Моруков родился 1 октября 1950 г. в Москве, в 1967 г. окончил школу № 563 и поступил на лечебный факультет 2-го Московского государ-

ственного медицинского института им. Н.И. Пирогова (2 МОЛГМИ, ныне – РНИМУ им. Н.И. Пирогова). Борис Владимирович вспоминал: *“Стать космонавтом было мечтой моего детства, как у большинства мальчишек моего поколения... Довольно рано я объединил две сферы своих интересов – космонавтику и науку о жизни. В школьные годы занимался в Московском дворце пионеров в кружке космической физиологии, а затем, во время учебы во 2-м Медицинском институте имени Пирогова, имел контакты с Институтом медико-биологических проблем, участвовал как испытатель в медико-биологических экспериментах”.*

В архиве ИМБП сохранилась характеристика от 20 октября 1972 г., выданная военной кафедрой 2-го МОЛГМИ, которая показывает нам, что его выбор пути в космическую науку был не случайным: *“Б.В. Моруков обладает достаточным уровнем теоретических знаний по вопросам космической медицины, имеет опыт экспериментальных исследований; являясь председателем секции космической медицины, проявил организаторские способности. Имеет необходимые данные для научно-исследовательской работы”.*

В 1973 г. молодой врач поступил старшим лаборантом в ИМБП и работал под руководством академика А.И. Григорьева (тогда кандидат медицинских наук). В 1975 г. Б.В. Моруков поступает в очную аспирантуру 3-го главного управления Минздрава СССР



Врач-космонавт Б.В. Моруков. 2000 г. Фото NASA.

на базе ИМБП и успешно заканчивает ее в январе 1979 г., после защиты кандидатской диссертации переходит на должность младшего и в 1984 г. – старшего научного сотрудника.

В 1976 г. во время второго набора в отряд космонавтов ИМБП, созданный 5 мая 1972 г. приказом Минздрава СССР, Борис Владимирович подал документы и по решению Главной медицинской и мандатной комиссии ИМБП под председательством академика О.Г. Газенко был признан годным и рекомендован в спецгруппу. Однако по решению Государственной межведомственной комиссии в этот набор Б.В. Моруков не попал.

В эти же годы Борис Владимирович в качестве добровольца-исследователя участвовал в экспериментах, моделирующих действие отдельных факторов космического полета на организм человека – 7-суточное пребывание в гермокамере с температурой окружающей среды 35 °С при 100% влажности с увеличением концентрации CO₂ до 5%, 7-суточная “сухая” иммерсия с биопсией мышечной ткани, исследование вегетативной устойчивости и переносимости перегрузок, отработка режимов воздействия перегрузок на центрифуге короткого радиуса в комбинации с физическими нагрузками, а также серия коротких экспериментов с антиортостатическим положением тела до –15°.

Основное направление исследований Бориса Владимировича – воздействие невесомости на минеральный метаболизм. Он внес большой вклад в развитие методологии изучения минерального обмена, участвуя в серии уникальных модельных экспериментов на человеке (антиортостатическая гипокинезия в течение 49–240 сут), усовершенствовал комплекс методов исследования функционального состояния почек применительно к задачам космической медицины. В 1988 г. Б.В. Морукова избрали заведующим отделом, и в течение ряда лет он руководил научными темами, посвященными разработке и апробации мето-

дов профилактики и коррекции обмена веществ и состояния костной ткани в условиях гипокинезии и невесомости. В 1986–1987 гг. под его руководством впервые в мире проведена 370-суточная антиортостатическая гипокинезия с использованием комплекса профилактических мероприятий. В 1994 г. состоялся единственный в мире 120-суточный эксперимент с участием восьми женщин-добровольцев, находящихся в антиортостатическом положении, целью которого была отработка новых профилактических подходов для длительных космических полетов. Результаты этих исследований были внедрены в практику космической медицины при реализации рекордных по длительности полетов космонавта-исследователя В.В. Полякова (438 сут) и первой женщины-космонавта, совершившей длительный полет в космос – Е.В. Кондаковой (169 суток).

Но мечта о собственном космическом полете не оставляла ученого, поэтому в 1988 г. Борис Владимирович вновь успешно прошел медицинскую комиссию и 25 января 1989 г. был утвержден кандидатом в космонавты, оставаясь заведующим отделом ИМБП. Началась сложная подготовка к полету в отряде космонавтов.

В 1989–1992 гг. Б.В. Моруков без отрыва от научной деятельности прошел полный курс общей космической и медицинской подготовки в ЦПК им. Ю.А. Гагарина, по окончании которой 7 февраля 1992 г. получил квалификацию космонавта-исследователя. В 1993 г. Борис Владимирович совместно с космонавтами ИМБП В.В. Поляковым и Г.С. Арзамазовым прошел курс научной, медицинской и технической подготовки по программе длительного полета врача-космонавта на советской орбитальной станции “Мир”. С октября 1997 г. по февраль 1998 г. вновь готовился в ЦПК в группе вместе с космонавтами ИМБП В.В. Караштиным и В.Ю. Лукьянюком.

В эти годы, во время экспедиций экипажей на орбитальную станцию “Мир”, в том числе по программам “Мир –



Тренировки на Черном море по аварийной посадке на воду. Космонавты Б.В. Моруков, Е.В. Кондакова и А.Н. Викторенко. 1998 г.

Шаттл” и “Мир – NASA”, Б.В. Моруков проводил комплексные исследования минерального обмена и костного метаболизма, гормональной регуляции, состояния иммунитета и красной крови и штатные клинико-физиологические процедуры. В 1996–1998 гг. в рамках российско-американского научного сотрудничества он руководит проектом по изучению влияния длительной невесомости и гипокинезии на метаболизм кальция, в том числе исследованиями в 120-суточной антиортостатической гипокинезии с участием 13 мужчин-добровольцев. Здесь впервые была использована методика исследования кинетики обмена кальция с помощью стабильных изотопов. Интенсивно продолжалась подготовка к собственному космическому полету.

В августе 1998 г. Борис Владимирович был назначен командиром отряда врачей-космонавтов ИМБП, в декабре

того же года отобран для полета на КК “Спейс Шаттл” по программе STS-101. 10 января 1999 г. он приступил к общей космической подготовке в Космическом центре им. Л. Джонсона в Хьюстоне и одновременно в 1998–2001 гг. тренировался в качестве врача-космонавта по американской программе медицинского обеспечения космических полетов, получив сертификат по клинической кардиологии и травматологии.

8 сентября 2000 г. корабль “Атлантис” (STS-106, программа ISS-2A.2b) с экипажем в составе командира Т. Уилкатта, пилота С. Олтмана и специалистов полета Э. Лу, Р. Мастраккио, Д. Бёрбанка (США), Ю.И. Маленченко и Б.В. Морукова (Россия) стартовал с космодрома Космического центра им. Дж. Кеннеди на мысе Канаверал. Это была первая экспедиция после стыковки с МКС российского служебного

модуля “Звезда” (Земля и Вселенная, 2002, № 1, с. 54–55). Основная задача полета – подготовка станции к прибытию первой длительной экспедиции – экипажа МКС-1. Во время полета на МКС Борис Владимирович отвечал за работы с системами грузового корабля “Прогресс”, разгрузку и размещение доставленных грузов и оборудования на станции, установку части блоков на штатные места и их тестирование, участвовал в замене батарей системы электропитания и электронных блоков управления. В ходе работ в модуле “Звезда” он проверил работоспособность систем связи, пакетной передачи информации на борт и апробировал электронную систему инвентаризации и размещения грузов, проводил монтаж и тестирование велоэргометра и бегущей дорожки – основных средств профилактики неблагоприятного влия-

ния невесомости на организм человека. Как врач Б.В. Моруков во время полета отвечал за штатные процедуры медицинского контроля и проведение биотехнологических экспериментов; после входа в каждый новый отсек МКС контролировал параметры атмосферы и брал образцы воздуха. Приземление корабля “Атлантис” прошло в ночь на 20 сентября 2000 г. Программа полета была выполнена полностью, что обеспечило успешное начало основной экспедиции на МКС (У. Шеперд, Ю.П. Гидзенко, С.К. Крикалёв; Земля и Вселенная, 2001, № 5) и дальнейшее развертывание станции. 2 ноября 2000 г. началась эксплуатация МКС в непрерывном пилотируемом режиме.

В 2000 г. Борис Владимирович был награжден медалью NASA “За космический полет”. 9 апреля 2001 г. Указом Президента РФ за мужество и высокий



Б.В. Моруков в российском модуле “Звезда” МКС. 17 сентября 2000 г. Фото NASA.



Директор проекта “Марс-500” Б.В. Моруков поздравляет с Днем космонавтики экипаж, участвовавший в 105-суточном эксперименте. Поздравлять экипаж приехали также школьники – участники конкурса “Звездная эстафета”. 2009 г.

профессионализм, проявленные при осуществлении международного космического полета, Б.В. Морукову было присвоено почетное звание “Летчик-космонавт Российской Федерации”, за успешное осуществление международного космического полета Распоряжением Президента ему была объявлена благодарность. В 2011 г. его наградили медалью “За заслуги в освоении космоса”.

Несмотря на сложную программу подготовки в отряде космонавтов, Борис Владимирович продолжал научную работу. В 1996 г. за свои научные достижения был награжден медалью ордена “За заслуги перед Отечеством” 2-й степени, в 1999 г. защитил докторскую диссертацию. В 2006 г. его избра-

ли заместителем директора ИМБП по научной работе, при этом он остался заведующим отделом физиологии гомеостатических регуляций и заведующим (с 2010 г.) своей родной лаборатории метаболизма и иммунитета. Один из ведущих специалистов в мире в области космической медицины и биологии, Б.В. Моруков участвовал в разработке и реализации научных медико-биологических, биологических, микробиологических и радиобиологических экспериментов на пилотируемых космических объектах. Под его руководством было защищено десять кандидатских и докторских диссертаций. Борис Владимирович – автор и соавтор более 300 публикаций и 8 патентов. В сентябре 2011 г. ему было присвоено звание профессора, в декабре того же года он был избран в члены Российской академии медицинских наук, в 2014 г. после слияния двух академий стал членом-корреспондентом РАН, его избрали академиком Международной академии астронавтики. В январе 2012 г. его назначили членом Конкурсной комиссии по отбору кандидатов в космонавты.

В 2008 г. Б.В. Морукова назначили директором проекта “Марс-500”. Первые два этапа проекта (14- и 105-суточная изоляция) были успешно завершены к середине 2010 г. В 2010–2011 гг. прошел третий этап проекта – впервые в мире в наземном экспериментальном комплексе ИМБП выполнен 520-суточный эксперимент с участием шести испытуемых по моделированию основных отличий и ограничений, присущих марсианскому полету. В рамках мультидисциплинарного проекта выполнено более 100 экспериментов по физиологии, психологии и психофизиологии, клиническому и лабораторно-диагностическому анализу, микробиологии и гигиене, а также операционно-технологические работы. Уникальный проект “Марс-500” стал вершиной творческой работы Б.В. Морукова (Земля и Вселенная, 2008, № 3; 2010, № 5; 2013, № 3).

На протяжении ряда лет Борис Владимирович был председателем сек-



Космонавты Б.В. Моруков, Н.М. Бударин, Ю.В. Усачёв, А.Ф. Полещук, В.В. Поляков в Звездном городке.

ции Ученого совета ИМБП “Космическая биология и физиология”, членом бюро секции по космосу РАН, заместителем председателя Секции № 1 “Космическая медицина, биология и биотехнология” Координационного научно-технического совета Роскосмоса, руководителем секции Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, членом Научного Совета по космической медицине РАМН, Конкурсной комиссии по отбору кандидатов в космонавты, совместной рабочей группы с DLR, членом постоянных рабочих групп с NASA, ESA и JAXA, являлся академиком Международной академии астро-навтики.

Вся жизнь Бориса Владимировича была связана с космосом. Он прошел сорокалетний путь от лаборанта до кос-

монавта и члена-корреспондента РАН, обладая незаурядным интеллектом, редкими организаторскими способностями и умением увлечь людей на выполнение сложнейших задач, стоящих перед космической медициной. Создавал в коллективе особую атмосферу, которая давала возможность сотрудникам открыть свои научные таланты. Память о Б.В. Морукове останется в сердцах его коллег и соратников.

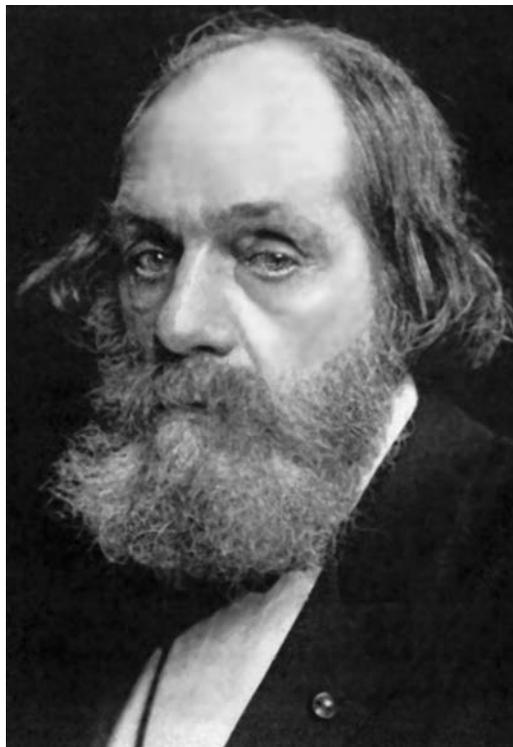
*М.С. БЕЛАКОВСКИЙ,
кандидат медицинских наук
Г.Ю. ВАСИЛЬЕВА,
кандидат медицинских наук
И.П. ПОНОМАРЁВА,
кандидат биологических наук
ИМБП РАН*

Из истории орбитальных станций до 1957 г.

Т.Н. ЖЕЛНИНА,
Музей космонавтики им. Германа Оберта, Фойт (Германия)

Предлагаемая статья содержит наиболее полный на сегодняшний день аналитический обзор проектов орбитальных станций, выдвинутых до начала космической эры.

Современная Международная космическая станция – десятая из всех, запущенных до сих пор, в которых люди обживают околоземный космос. Начало их эксплуатации положил 24-суточный полет первой основной экспедиции (Г.Т. Добровольский, В.Н. Волков, В.И. Пацаев) на советской орбитальной станции “Салют” в июне 1971 г. Мало кто знает, что мысль о создании космической станции принадлежит американскому священнику из г. Бостона Эдварду Эверетту Хейлу, опубликовавшему в октябре – декабре 1869 г. и феврале 1870 г. в четырех номерах журнала “Atlantic Monthly” рассказ “Кирпичная луна”. В нем описывалась обитаемая станция в форме шара диаметром 61 м, изготовленного из огнеупорных кирпичей. Станцию запустили на околоземную орбиту высотой 6500 км вместе с ее строителями и членами их семей силой двух стремительно вращавшихся колес. Она должна была “вечно обращаться вокруг Земли” в качестве навигационного маяка “на благо всем мореплавателям”. Рас-



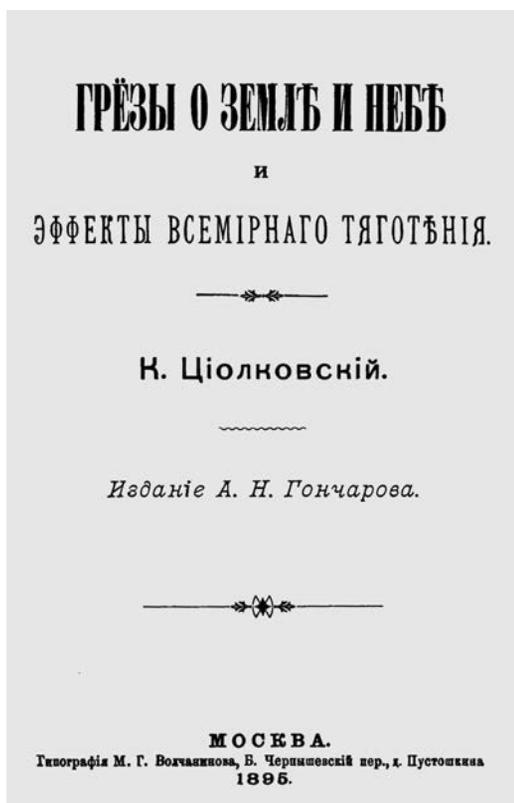
Эдвард Хейл.

сказ Э.Э. Хейла – по-видимому, первое в истории произведение, в котором высказана идея околоземной орбитальной станции – искусственного спутника нашей планеты.

Великий французский писатель-фантаст Жюль Верн в романе “Пятьсот миллионов бегумы”, изданном в 1879 г., не касался темы космической станции, но напомнил величину скорости, которую необходимо придать телу, чтобы оно вечно обращалось вокруг Земли в качестве ее искусственного спутника. В романе это сделано с помощью гигантской пушки. Снаряд вылетел из нее со скоростью, близкой к космической: *“...мы любовались вашим чересчур усовершенствованным снарядом, когда он пролетал над нашим городом. Он умчался на запад, устремляясь в безвоздушное пространство, где ему отныне суждено носиться до скончания века. Снаряд, начальная скорость которого достигает десяти километров*

в секунду, то есть... вечно движущееся тело, обреченное носиться в межпланетном пространстве в качестве постоянного спутника нашей планеты. Не мешало бы... подарить миру новую звезду, а Земле – новый спутник, право, это не так уж дорого”.

Следующий важный шаг в развитии темы космической станции сделал К.Э. Циолковский (Земля и Вселенная, 1972, № 5; 1982, № 5; 2007, № 5). Его книга “Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения” (1895) – наиболее раннее литературное произведение, в котором описана орбитальная станция, служащая землянам жилищем, научной лабораторией и промышленным комплексом. В первой половине 1890-х гг. Циолковский еще не нашел решения транспортной проблемы космонавтики. Поэтому он рассказал о гипотетической цивилизации, существующей на космической станции. Это гигантское сооружение образовало вокруг планет или звезд “ожерелье” (“цепь селений без почв”, “движущийся рой, имеющий форму кольца”). Вот первое в мировой литературе описание массовых околопланетных поселений: *“Многомиллионное население планеты живет на ней только частью, большинство же в погоне за светом и местом образует вокруг нее – вместе со своими машинами, аппаратами и строениями – движущийся рой, имеющий форму кольца вроде кольца Сатурна, только сравнительно больше. Живое кольцо это расположено в плоскости, перпендикулярной к направлению лучей солнечного света, и потому оно никогда не лишается его живительной силы; по мере же обращения планеты кругом Солнца движение кольца искусственно изменяется, и “лицо” его продолжает глядеть на светило; скорости элементов кольца так ничтожны, что перемену управления его плоскости можно устраивать не только раз в году, но и сто раз в день. Диаметр кольца раз в десять больше диаметра планеты, и потому жители первого получают в сто*



Обложка книги К.Э. Циолковского “Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения”. 1895 г.

раз больше солнечной энергии, чем жители собственно планеты”.

Циолковский сформулировал конечную цель создания и эксплуатации космических станций: они должны полностью заменить собой планеты и астероиды с господствующей на них тяжестью, с ограниченным количеством солнечного тепла и света, приходящихся на их долю. Мыслитель изобразил процесс демонтажа небесных тел и образования на их месте скоплений крупногабаритных конструкций, которые позволят разумным существам многократно увеличить темпы социального прогресса на основе максимально полного овладения энергией своей звезды и использования преимуществ среды без тяжести. Вещество демонтируемых небесных тел идет на строительство этих конструкций, причем часть его потребляется в виде сырья для производства различных строительных материалов, другая часть позволяет создать привычную для жителей планет природную среду.

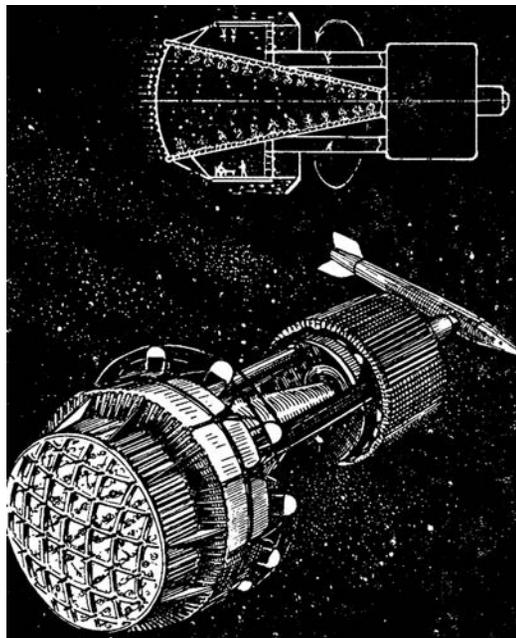
В описании (хотя и очень кратком) самих космических станций Циолковский придерживался строго научных понятий. Он представил их как герметично закрытые, построенные из стали и стекла сооружения шарообразной формы диаметром от нескольких метров до “несравненно больших размеров”. Они снабжены системой жизнеобеспечения с замкнутым экологическим циклом, в оранжерее выращивались растения для очищения атмосферы. Так, изобразив сначала *“стеклянный шар, имеющий несколько сажен [0,71 м – Т.Ж.] в диаметре и снабженный крепкою предохранительною сеткой из стальной проволоки”*, он писал далее: *“...представим себе еще несравненно больших размеров стальной шар с непрерывным рядом отверстий, закрытых герметически чистыми и прозрачными стеклянными плитками. Поместите туда немного почвы, растений, кислорода, углекислоты, азота, влаги – и все условия существования*

животных будут соблюдены... Чем далее подвигается человек по пути прогресса, тем более естественное заменяется искусственным!”

Циолковский отвел растениям еще одну жизненно важную роль в создании условий, необходимых для длительного (если не постоянного) существования людей на космической станции. Один из героев книги “Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения” так описал космическую станцию, сооруженную жителями астероидов, где ему довелось побывать: *“Огромный пустой металлический шар, полный воздуха, света и растений, возобновлявших испорченную моим дыханием атмосферу и кормивших меня превкусными и разнообразными плодами”*. На станции создана искусственная гравитация (!): *“Приноровленный к тяжести шар... связали длинными и крепкими цепями с довольно значительной массой, немного, однако, превышающей массу самого шара, и всю эту систему заста-*



К.Э. Циолковский. 1903 г.



Космическая станция К.Э. Циолковского. Иллюстрация из книги Б.В. Ляпунова "Рассказы о ракетах". 1950 г.

вили вращаться вокруг центра ее тяжести... При секундной скорости шара в 50 метров (23 сажени) и при цепи длиною в 500 метров (около $\frac{1}{2}$ версты) в нем развилась от центробежной силы тяжесть, равная земной". Спустя 28 лет этот метод создания искусственной гравитации описал Г. Оберт (Земля и Вселенная, 1995, № 5).

Циолковский предусмотрел и возможность регулирования температуры в помещениях станции. В их числе применение экранов, представляющих собой блестящие металлические листы с высокой отражательной способностью. Они замедляют потери тепла поверхностью станции или уменьшают приток к ней солнечного тепла: "С помощью нескольких экранов, расположенных один за другим, можно температуру понизить, так сказать, на самом носу у Солнца, до замерзания воды и спирта... Простые экраны то понижают ее [температуру – Т.Ж.], то повыша-

ют, смотря по тому, защищают ли они предмет от потери собственного лучеиспускания или от лучеиспускания Солнца. Защищая тело от его собственной потери тепла, экран, отражая в то же время солнечные лучи на самый предмет, еще больше способствует повышению его температуры. Имеют влияние и боковые экраны, по которым только скользят солнечные лучи, такие замедляют лучеиспускание тела". Для получения высоких температур в космосе Циолковский предложил использовать вогнутые зеркала-рефлекторы: "Такие зеркала могут быть, при громадных размерах, произвольно тонки и слабы; за целостость их, ввиду отсутствия тяжести, опасаться нечего..." С точки зрения принципа действия между космическим "рефлектором" К.Э. Циолковского (1895) и "космическим зеркалом" Г. Оберта (1923) – прямая аналогия; разница – в областях применения. Для Циолковского такие гелиоустановки – средство обустройства космических жилищ и налаживания космического производства. Для Оберта они – способ воздействия (в том числе в военных целях) на природу Земли и различные объекты на ее поверхности.

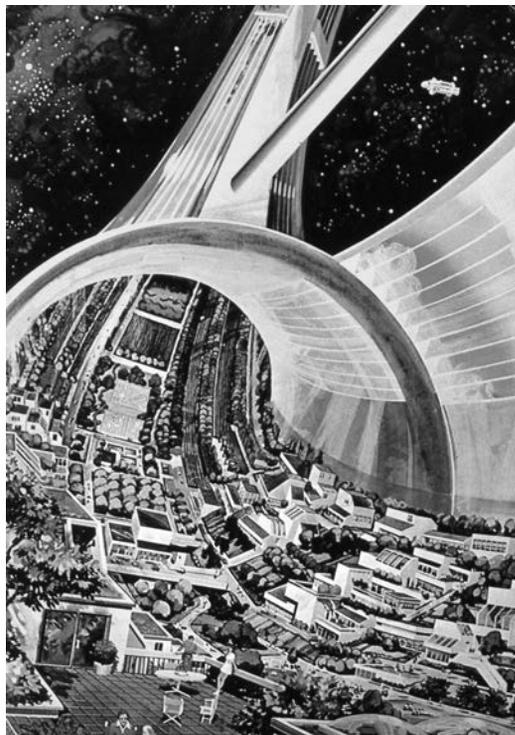
Циолковский не ограничился пребыванием героя книги "Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения" в космическом жилище, рассмотрев также выход его в открытое космическое пространство. При этом он описал соответствующий защитный костюм, который сегодня ассоциируется с космическим скафандром. Так, оказавшееся в космическом вакууме тело землянина было плотно закрыто "без нарушения его форм и свободы движенья особой довольно тонкой оболочкой, предохраняющей его от опасного отсутствия атмосферного давления"; кроме защитной оболочки землянин был снабжен "сосудами с кислородом и разными другими аппаратами, имевшими связь с его телом и заменявшими на некоторое время воздух

и питание”. Всякий раз при покидании космического жилища он “нацеплял всю амуницию, необходимую для жизни в безвоздушном пространстве, и гулял в нем, как ни в чем не бывало”.

Впервые о выходе человека из кабины космического аппарата и об использовании скафандра для пребывания в открытом космосе написал Жюль Верн в романе “Вокруг Луны” (1870). Но если французский писатель имел в виду известное с конца XVII в. водолазное снаряжение, то Циолковский впервые попытался переосмыслить такое устройство с учетом специфики условий деятельности в космическом пространстве.

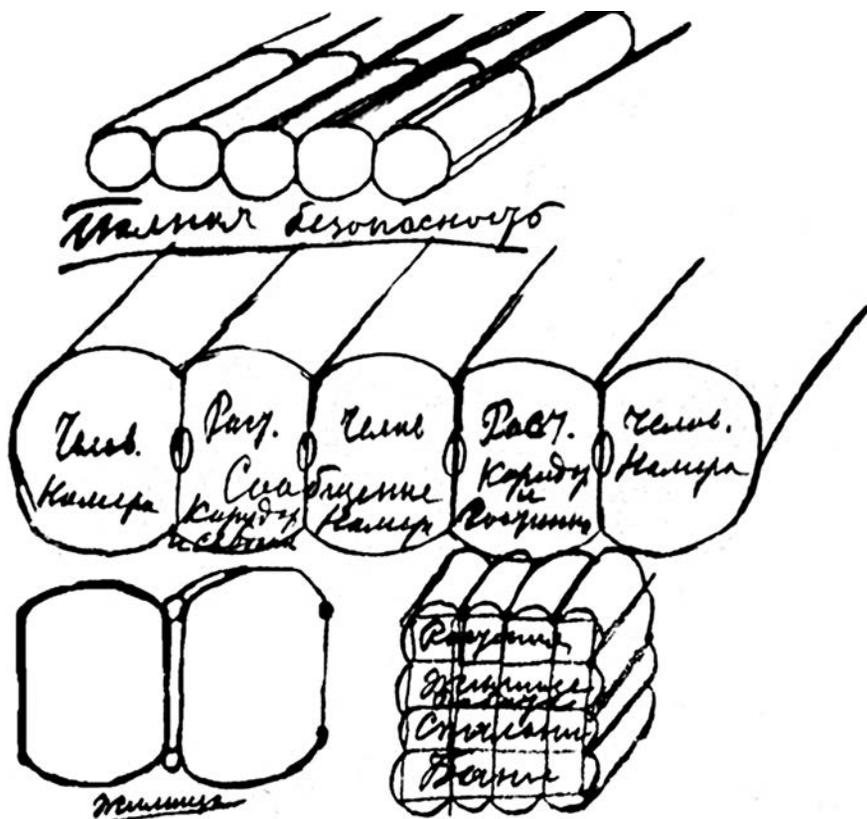
Летом 1894 г. Циолковский написал еще одно научно-фантастическое произведение – “О небе: фантазия и действительность”, оставшееся при жизни ученого неопубликованным. На его страницах также шла речь о космической станции, которую Циолковский называл “*междувзвездным домом*” и характеризовал как “*маленький мирок с маленьким круговращением органической жизни, подобный земному миру*”. Наряду с регулированием температуры и непрерывным очищением атмосферы в помещениях станции посредством растений Циолковский указал и на необходимость создания круговорота воды. Он предусмотрел конденсацию испарений образующейся на станции влаги в специальных холодильниках. В своих научно-фантастических сочинениях первой половины 1890-х гг. Циолковский рассмотрел проблему космической станции сразу в двух аспектах: с точки зрения создания на ней условий жизни и деятельности людей, подобных земным, и в перспективе глобального преобразования космоса его разумными обитателями.

Книга “На двух планетах” (1897) учителя математики из г. Готы (Германия) Курда Лассвица была написана на волне всеобщей эйфории после открытия в 1877 г. спутников Марса и обнаружения на его поверхности образований, вос-



Художественное изображение фрагмента “космического острова” Жерара О’Нейла, представляющего собой группу жилых цилиндров длиной 32 км и диаметром 6,4 км. Этот проект человеческой колонии в космосе, выдвинутый в 1969 г., – дальнейшее развитие идей, впервые высказанных К.Э. Циолковским.

принятых как искусственные каналы (Земля и Вселенная, 2010, № 5). Тогда это казалось неопровержимыми доказательствами существования высоко-развитой марсианской цивилизации, ставшей главным действующим лицом в романе К. Лассвица. Волей его творческой фантазии марсиане возвели над Северным полюсом Земли на высоте 6536 км неподвижную (!) станцию. Она удерживалась в таком положении антигравитационным полем и служила для марсианских кораблей “космическим портом”, откуда они спускались на нашу планету. Околосемная станция К. Лассвица не была орбитальной,



Устройство космической станции. Рисунок К.Э. Циолковского. 1921 г.

но писатель первым предложил использовать ее как перевалочный пункт при посещении других планет.

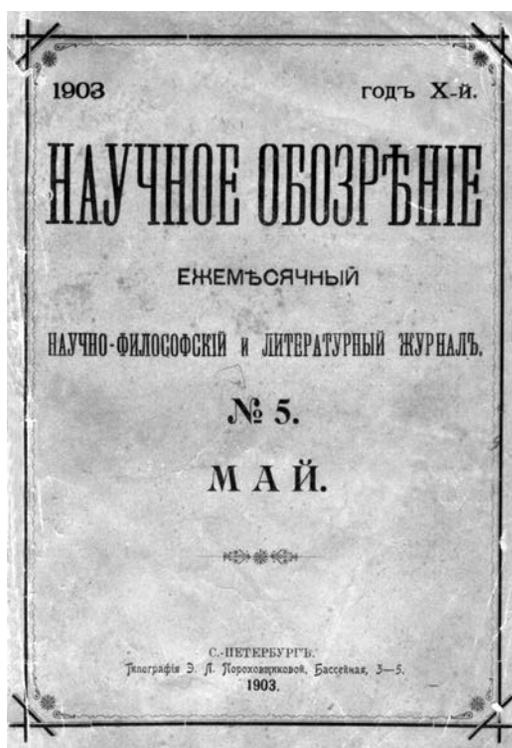
Честь научно-теоретической разработки вопросов, связанных с созданием и использованием космических станций, бесспорно, принадлежит К.Э. Циолковскому. Уже в своем первом в мире научном труде по космонавтике – статье “Исследование мировых пространств реактивными приборами”, опубликованной в начале лета 1903 г., ученый наряду с теорией ракетно-космического полета поставил задачу “устроить постоянную обсерваторию, движущуюся за пределами атмосферы неопределенно долгое время вокруг Земли, подобно ее Луне”. Кстати, в приведенной цитате космическая станция-обсерватория впервые упоми-

налась не в художественном, а в научно-техническом контексте. Во второй статье “Исследование мировых пространств реактивными приборами” (1911–1912) – она была продолжением публикации 1903 г. – Циолковский изложил программу распространения человечества за пределами Земли и овладения природными ресурсами космоса, указав, что ее реализация невозможна без космических станций: “Движение вокруг Земли ряда снарядов со всеми приспособлениями для существования разумных существ может служить базой для дальнейшего распространения человечества. Поселя[я]сь кругом Земли во множестве колец, подобных кольцам Сатурна... люди увеличивают в 100–1000 раз запас солнечной энергии, отпущенной им на

поверхности Земли. Но и этим человек может не удовлетвориться и с завоеванной базы протянуть свои руки за остальной солнечной энергией, которой в два миллиарда раз больше, чем получает Земля". Далее ученый вновь остановился на роли растений в обеспечении условий "существования во время полета". Проанализировав урожайность различных сортов растений, ее зависимость от состава и состояния почвы, количества солнечного света и тепла, приходящихся на их долю, Циолковский пришел к выводу, "что одного квадратного метра оранжереи, обращенной к солнечному свету, уже достаточно для питания человека".

Предполагая переселение в космос огромного количества людей, Циолковский уделил много внимания крупногабаритным космическим оранжереям. Их назначение – очищать газовую среду внеземных станций и снабжать их обитателей питанием. Как доставить станции в космос – вот вопрос, который он задался прежде всего. Предложение выводить оранжереи "с громадной поверхностью в упакованном виде, то есть в малом объеме" и затем монтировать их в единую конструкцию стало существенным вкладом Циолковского в дальнейшую разработку проблемы космической станции. Он писал: "Когда круговое движение вокруг Земли или Солнца установится, мы собираем и выдвигаем из ракеты наши герметически закрытые цилиндрические ящики с разнообразными зачатками растений и подходящей почвой".

Таким образом, в 1895–1912 гг. Циолковский впервые сформулировал мысль о том, что роль космических станций на разных этапах овладения человечеством космоса будет постепенно меняться. Если сначала они будут базами, которые позволят людям заселить околопланетные пространства, то в дальнейшем им предстоит заменить собой планеты, став их искусственными аналогами, сохраняющими все их преимущества и избавлен-



Обложка журнала "Научное обозрение", в котором опубликована статья К.Э. Циолковского "Исследование мировых пространств реактивными приборами". 1903 г.

ными от свойственных им недостатков. В соответствии с этим представлением Циолковский выделил три типа космических станций:

- целиком изготовленные на Земле и выводимые в космос как целостные конструкции;
- собираемые на орбите из отдельных элементов, доставленных с Земли;
- строящиеся в космосе из сырых материалов, поступающих с Земли и других небесных тел.

Существование станций первых двух типов, по мнению Циолковского, невозможно без постоянной связи с Землей. При переходе к станциям третьего типа эта связь постепенно прерывается.



Обложка брошюры, в которой К.Э. Циолковский кратко изложил содержание своей первой статьи «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Ученый издал ее в 1914 г. с целью напомнить о своем приоритете в разработке теории ракетно-космического полета.

Вторая статья «Исследование мировых пространств реактивными приборами» относилась к тем трудам, которые Циолковский создавал на начальном этапе разработки теории ракетно-космического полета. Их содержание в целом было ориентировано на решение транспортной проблемы космонавтики, изучение основных закономерностей движения космических ракет. Вопросы экспансии человечества в космос и основания внеземных поселений сформулированы в ней в общем виде. Циолковский детально рассмотрел их в 1917–1935 гг. – на втором этапе своих исследований в области

космонавтики. В этот период ученый дополнил намеченную ранее программу индустриализации космоса конкретными предложениями, связанными с обустройством человека в среде без сил тяготения и сопротивления. Продвинулся он и в разработке концепции космической станции. При этом его исследования не только стали более интенсивными и масштабными, изменилось и их содержание.

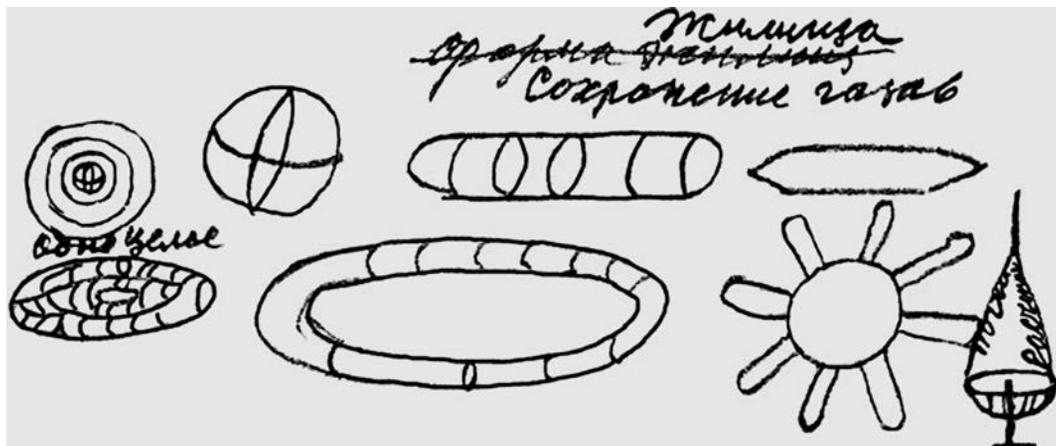
Раньше он, в основном, интересовался назначением, способами сооружения станций и созданием на них земных условий. Теперь его больше увлекало устройство космических станций, организация в них быта, повседневная жизнь, трудовая и исследовательская деятельность. Он старался не только описывать станции, но и изображать их. Наиболее ранние схематические рисунки станций и их обитателей в его работах относятся к 1919 г., наиболее поздние – к 1933–1934 гг. Обдумывая конструктивные схемы станций, Константин Эдуардович отталкивался от размещения на них растений. Он считал непрактичным, хотя и допустимым, сосуществование растений и людей в одном помещении, ведь жилище человека должно быть более безопасным и прочным, а газовая среда в нем отличалась иными параметрами.

Исходя из этого, Циолковский предложил станции трех видов:

- состоящие из одного обитаемого отделения, предназначенного для людей и растений (жилища-оранжереи);

- разделенные на жилые, производственные и оранжерейные отсеки, изолированные друг от друга и соединяющиеся через герметично закрывающиеся люки;

- связки из нескольких модулей разного назначения (модульные конструкции ему представлялись наиболее технически сложными сооружениями, поэтому их эксплуатацию он относил к тому времени, когда человечество уже распространится «в огромной небесной сфере»).



Внешний вид космических станций. Рисунок К.Э. Циолковского. 1933 г.

Для станций первого вида ученый предложил форму сферы и конуса, для станций второго и третьего видов – цилиндрическую и тороидальную форму. Для космических оранжерей Циолковский явно предпочитал коническую форму, так как она позволяет продуктивно использовать солнечное тепло, приходящееся на долю оранжереи, и в то же время предупреждает чрезмерное повышение температуры внутри нее: «Вообразим себе длинную коническую поверхность или воронку, основание или широкое отверстие которой прикрыто прозрачной шаровой поверхностью. Она прямо обращена к Солнцу, а воронка вращается вокруг своей длинной оси (высоты). На непрозрачных внутренних стенках конуса – слой влажной почвы с насаженными в ней растениями. Вот способ использовать вполне солнечную энергию, без чрезмерного повышения температуры, даже на расстоянии Земли от Солнца. Чем длиннее будет конус, чем больше его поверхность, при одном и том же прозрачном основании, тем ниже будет температура внутри конуса. На расстоянии Земли поверхность эта должна быть раза в четыре больше, чем застекленная площадь. Для этого нужно, чтобы образующая (немного большая

высоты конуса) была в 2 раза больше диаметра основания. Ближе к Солнцу конус будет длиннее, дальше – короче. Даже при самом близком расстоянии от Солнца можно сделать температуру конуса, его растений и газов сносной». Делая акцент на преимуществах конической оранжереи, Циолковский не исключал и придания «питомникам для растений» формы цилиндра, поскольку «соединять вращающиеся конусы проходами затруднительнее, чем описанные цилиндрические жилища».

В сочинениях «Вне Земли», «Жизнь в космическом эфире», «Распространение человека в космосе», «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (это была четвертая работа с таким названием, изданная в 1926 г. отдельной брошюрой), «Цели звездоплавания», «Альбом космических путешествий» Циолковский описал внутренние интерьеры станций, жилые, производственные, банные и оранжерейные помещения, бытовые и промышленные установки. Ученый неоднократно возвращался к вопросу о том, какую часть поверхности станции должны занимать окна: «Около одной трети поверхности жилища открыто для лучей солнечного света. Они проникают во все отделения благодаря

ность жизни в пустоте можно довести до 100%". Принцип соединения помещений станции описан Циолковским так: "Они [отсеки, либо модули – Т.Ж.] сообщаются между собой свободными проходами, но с герметично закрывающимися люками, чтобы в случае порчи оболочки какой-либо оранжереи или ее разрушения болидом газ не ушел зараз из многих отделений... При проходе соединительной камеры дверь тотчас же за входящими захлопывается герметически".

В работах Циолковского 1917–1934 гг. также содержатся достаточно подробные расчеты размеров космических орбитальных станций. Прежде всего, ученый определил оптимальную толщину стенок обитаемых и оранжерейных помещений (0,25–1 см и 0,005–1 мм соответственно) и их диаметры – 10 м и 2 м. При этом он руководствовался необходимостью обеспечения нормальные условия существования космических поселенцев, их безопасность и общение друг с другом. Большую популярность приобрели слова Константина Эдуардовича о том, что "устройство жилищ здесь [в космосе – Т.Ж.] поразительно просто и однообразно... Строить их будут для миллиардов людей". Однако они характеризуют, скорее, его представления о численности космического населения вообще, нежели населения конкретных станций. До настоящего времени мысли ученого, касающиеся пределов населенности станций, не привлекали внимания исследователей. Тем важнее раскрыть их содержание. Обобщенное

выражение они получили в следующей формулировке: "...Жилище (чтобы толщина стенок оказалась практической) устраивается на несколько сотен или тысяч человек". Не удовлетворившись таким общим рассуждением, Циолковский в ряде работ привел параметры космических станций, предназначенных для размещения 42, 79, 100, 335, 628, 1000, 1131, 2120, 2681, 5024, 5236, 9813, 141 372 человек. Они представляли собой сооружения сферической формы диаметром от 20 м до 300 м (толщина стенок 1–15 мм), а также цилиндрической (тороидальной) формы диаметром 10–50 м, длиной 100–500 м и более. Поясняя расчеты, он писал: "Меньшие жилища пригодны для меньших коммун и небольшого хозяйства, большие – для больших коммун и заводов". Он исходил из того, что на одного человека приходится объем 100 м³.

Размышляя о высоте орбиты, на которую предстояло выводить космические станции, Циолковский пришел к выводу, что наиболее благоприятной будет геосинхронная орбита: "По совету ученых, рой этих ракет расположился на расстоянии $5\frac{1}{2}$ радиусов Земли от ее поверхности, или на расстоянии 33 тысяч километров. Время оборота их кругом планеты как раз сравнялось с земными сутками. День был почти вечный, сменяясь каждые 24 часа коротким солнечным затмением, никак не могущим сойти за ночь... Скорость ракеты в отношении Земли составляла 3 километра в секунду".

Продолжение следует

Барнаульскому планетарию 65 лет

Барнаульский планетарий – один из старейших. Первую публичную лекцию под его звездным куполом прочитал 11 марта 1950 г. опытейший лектор, первый директор Московского планетария К.Н. Шистовский. Эта дата и считается датой открытия нашего планетария, хотя он начал функционировать еще осенью 1949 г. (Земля и Вселенная, 2010, № 6).

Первый директор И.И. Старков возглавил реконструкцию здания, ему на смену в конце 1950 г. пришла З.Е. Панарина, талантливый лектор и руководитель, которая отдала Планетарию всю жизнь и возглавляла его до 1963 г. Вокруг нашего научно-просветительного учреждения объединились его горячие поклонники, ставшие первыми лекторами. Возглавил работу лекторского состава научно-методический совет, его бессменным председателем до самой

смерти был кандидат технических наук Л.П. Леонов, заведующий кафедрой высшей математики Машиностроительного института (ныне Алтайский государственный технический университет, АГТУ). Многие из лекторов совмещали работу в Планетарии с преподаванием в вузах города.

В 1964 г. стоявший ранее в Звездном зале упрощенный звездный проектор УП-2 заменен малым Цейсом фирмы “Карл Цейс Йена”, переданным нам Московским планетарием. Искусственное небо стало удивительно похожим на настоящее, на купол проецируются видимые невооруженным глазом 5820 звезд Северного полушария. Визуализация линий и точек небесной сферы облегчила ориентацию среди небесных светил и понимание сферической астрономии. Малый Цейс уже полвека демонстрирует посетителям звездное небо. Наш коллектив

с трепетом относится к этому раритету и бережно сохраняет его для будущих поколений.

В 1989 г. директором избрана Г.И. Шкловская, молодой энергичный методист по организационной работе. В 1990-е гг. многие планетарии не выдержали экономических трудностей этого периода и были закрыты или законсервированы. Трудности не миновали и Барнаульский планетарий. До сих пор Г.И. Шкловская с ужасом вспоминает, каких невероятных усилий стоили ей поиски средств на ремонт, поддержка Планетария в рабочем состоянии. Из старой плеяды опытных лекторов в Планетарии остался заслуженный учитель РФ, доцент АГТУ, кандидат технических наук В.И. Токарев, великолепный педагог и энтузиаст Планетария. Он наставник для лекторов, пришедших к нам после 1995 г. Будучи далеко не молодым человеком, В.И. Токарев поддерживает связь



Здание Барнаульского планетария.

с нашим коллективом, он неперенный участник всех значительных мероприятий.

Сегодня Барнаульский планетарий считается одним из ведущих в России и СНГ, член Ассоциации планетариев России (АПР) с момента ее образования в 1994 г., Международного Союза планетариев (МСП), Евразийского сообщества планетариев (ЕАСП), Федерации космонавтики России, Российского астрономического общества (АстроО), Ассоциации музеев космонавтики Рос-

сии (АМКОС). В его стенах проведены в 2000 и 2008 гг. две международные конференции под председательством президента АПР космонавта Г.М. Гречко.

Наш Планетарий собирает и бережно хранит память об уроженцах Алтая, внесших заметную лепту в достижения отечественной и мировой космонавтики. Он сотрудничает с Федерацией космонавтики России и по праву гордится ее дипломами, почетными грамотами и медалями за значительный вклад

в дело пропаганды достижений отечественной космонавтики. В 1961 г. и 1975 г. гостями Планетария были уроженцы Алтая летчики-космонавты Г.С. Титов и В.Г. Лазарев, в 2005 г. – президент Федерации космонавтики России летчик-космонавт В.В. Ковалёнок.

Планетарий уникален тем, что синтезирует достижения науки, техники и искусства, здесь соединяются три социальные системы: образование, культура и наука, это учебный класс и театр, где актеры – небес-



Звездный зал Планетария. Программа об экзопланетах.

ные тела. Звездный зал поражает своей необычностью: чудо-аппарат в центре, притягивающая взор круговая панорама Барнаула, спецэффекты по периметру, модели космических станций и кораблей на стеллажах и стенах зала, содержательные красочные сменные выставки, великолепные баннеры туманностей, в фойе – портреты Ю.А. Гагарина и Г.С. Титова. Таинственные пейзажи далеких миров вместе с завораживающим голосом лектора, излагающего интересный текст в обрамлении прекрасной музыки, оказывают необыкновенное влияние на зрителя. По-

сле посещения Планетария люди приобщаются к астрономическим знаниям и начинают пристальнее вглядываться в окружающий мир.

Сегодня в Планетарии работает сплоченный творческий коллектив, внедряющий новации. Лекторы и методисты в программах используют дополнительные мультимедийные проекторы для создания световых динамических эффектов, показа слайдов и видеосюжетов, систему сферического кино; выступают в качестве драматурга, ученого, режиссера и исполнителя, обладают актерскими способностями и творческой индиви-

дуальностью. Они оперативно вводят в свои лекции новейшую информацию, создают атмосферу познавательной игры, в которой легко запоминается и усваивается материал по астрономии. Мы постоянно экспериментируем, придумываем новые формы общения со зрителем, привлекаем к сотрудничеству детские музыкальные ансамбли, артистов Алтайского театра музыкальной комедии, поэтов, певцов, музыкантов, устраиваем дискуссионные круглые столы на злободневные научные темы. Очень интересен совместный проект с театром драмы “Открой

новую звезду”, где сплелись тема спектакля, научно-популярная лекция и наблюдения в телескоп. Занимательны музыкально-поэтические композиции, творческие встречи с интересными людьми, авторские поэтические и корпоративные вечера, “День рождения со звездами”, персональные праздники “Звезды для влюбленных”, брачные церемонии “Союз под звездами”. В репертуаре Планетария активно используются более 60 программ, ориентированных на различную подготовку и возраст зрителей. Успехи космических и наземных обсерваторий, ускоренное разбегание Вселенной, черные дыры в ядрах галактик, темные материя и энергия, гравитационные линзы, экзопланеты, очаги звездообразования, необычные небесные явления – все это темы новых лекций. Большую координирующую роль в этом играет научно-методический совет, в состав которого входят ведущие ученые края. Его председателем в 2010 г. стал ректор АГПУ, доктор педагогических наук В.М. Лопаткин.

Наряду с плановой лекторской работой в Планетарии регулярно устраиваются мероприятия, разрабатываются и показываются новые проекты. Планетарий не просто центр естественнонаучного образования,



День знаний – 1 сентября.



Награждение победителей астрономического конкурса.

он позиционирует себя и как центр интеллектуально-духовного роста человеческой личности. Звездное небо удивительно усиливает эмоциональное восприятие слова и музыки. Весело и разнообразно проходят детские тематиче-

ские костюмированные праздники на астроплощадке. Малыши участвуют в астрономических наблюдениях, отважно пускаются в космические путешествия, становясь строителями ракет, навигаторами космических кораблей, худож-



День учителя в Планетарии.

редкие астрономические явления также становятся поводом для публичных наблюдений в телескоп. В Планетарии есть три телескопа с главным зеркалом диаметром 150 мм и часовым приводом.

11 марта 2015 г. Планетарий отмечает двойной юбилей: свое 65-летие и 15-летие городского астрономического конкурса «Планетарий – окно во Вселенную». На конкурс подано 250 работ: талантливые живописные картины, действующие модели роботов, планетоходов и космических станций, отвечающих теме «Планетарий – инструмент познания мира».

никами на асфальте. В познавательных играх и викторинах в мастерской Звездочета они овладевают астрономическими

знаниями, учатся беречь природу. С 1997 г. особой популярностью пользуются вечера асфальтовой астрономии. Все



Тротуарная астрономия. Все желающие наблюдают в телескоп.

В этом году исполнилось 15 лет городскому астрономическому конкурсу. Его победители и дипломанты многократно становились призерами краевых, федеральных и международных молодежных астрономических конкурсов. Работы победителей превращаются в экспонаты выставок, устраиваемых в Звездном зале и на других выставочных площадках города. Торжественное награждение победителей выливается в яркий незабываемый праздник, широко освещаемый на региональном телевидении, радио и СМИ в рубрике «Вести из Планетария».

Планетарии переходят на принципиально новое демонстрацион-

ное оборудование – цифровое. В Год российской космонавтики (2011) наш Планетарий провел две большие технические реконструкции, не останавливая работу со зрителем. Приобретение зеркальной системы сферического проецирования с мощным видеопроектором – первый шаг к полнокупольным программам. К сожалению, эта оптическая система вносила довольно сильные визуальные искажения, поэтому пришлось установить систему из пяти проекторов для полнокупольных шоу-программ в формате “fulldome”. У зрителей создается “эффект погружения”, планетарий превращается в звездный театр.

Несмотря на тесноту, небольшой 9-м купол, отсутствие площадей для занятий, Барнаульский планетарий выглядит весьма достойно даже среди планетариев с современным весьма дорогостоящим оборудованием. У нас качество изображения, его яркость, четкость, передача цвета не уступает абсолютно новым системам в недавно построенных планетариях. Барнаульцы очень любят свой уютный Планетарий, но мечтают о новом звездном доме с лазерным шоу, собственной обсерваторией, аудиториями для занятий, интерактивным музеем и тренажерами.

Н.Н. ПАВЛОВА
заместитель директора
Барнаульского планетария

Информация

Газопылевые облака в Орионе

Американский астроном-любитель Р.Б. Андрео 15 марта 2015 г. составил мозаику из широкополосных телескопических снимков гигантских молекулярных облаков светящегося водорода и Большой туманности Ориона на фоне звезд

Пояса Ориона. Фотография размером почти 30° охватывает все созвездие Ориона (см. стр. 4 обложки). Эмиссионная туманность Ориона (M42, NGC 1976) – ближайшая к нам область звездообразования (1500 св. лет). Недалеко от нее находятся туманности Конская голова (IC 434), M78 (NGC 2068), M43 (NGC 1982), Ведьмина голова (IC 2118) и мерцающая туманность λ Ориона (Меисса), красный гигант Бетельгейзе, голубой Ригель. Труднее всего было зарегистрировать свечение огромных облаков межзвездного газа и пылевых облаков в этом богатом ту-

манностями комплексе. Для составления мозаики понадобились дополнительные наблюдения в узкой полосе H α , чтобы на фотографии проявились тонкие волокна высокоэнергичных водородных структур с гигантской Петлей Барнарда (эмиссионная туманность, часть облака Ориона). Происхождение этой туманности связывается с серией вспышек сверхновых, произошедших 2–3 млн лет назад. Свечение туманности поддерживается излучением группы молодых горячих звезд, расположенных поблизости.

Интернет-сайт Астронет,
15 марта 2015 г.

Полное солнечное затмение на Шпицбергене

18 марта 2015 г. наша группа из 18 человек отправилась в экспедицию на Шпицберген для наблюдения полно-

го солнечного затмения. Из Осло мы доехали до аэропорта Лонгйир, а затем самолетом вылетели на Шпицберген. Еще не-

сколько участников присоединились на месте. В первый же день мы прибыли в поселок Пирамида, преодолев на снего-



Участники экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения 20 марта 2015 г. Поселок Пирамида, Шпицберген. Снимок сделан с помощью камеры "Go Pro Digital Hero 3", F = 2,8 мм, выдержка – 1/5 с, экспозиция – 400 ИСО.

ходах около 110 км. На следующий день мы выбрали лучшее место для съемок. Проехали на снегоходах к леднику в бухте Петунья, дул сильный ветер. Площадка у ледника нас не устроила, окружающие горы лишь на 1–2° были ниже, чем Солнце во время полной фазы, но некоторые участники экспедиции наблюдали затмение в этой точке. Это место подходит для съемки полной фазы, потому что здесь Солнце поднимается в 3–4 раза выше окружающих гор. Несколько человек решили подняться по галерее на гору Пирамида (300–400 м выше уровня моря), чтобы улучшить условия съемки. У меня было много тяжелого оборудования, поэтому устраивал оптимальный вариант съемки у “телефонной будки”, недалеко от порта, где и была большая часть наблюдателей. Мы заранее проверили фильтры для съемки частных фаз затмения, работу фотокамер, зарядили резервные аккумуляторы. Погода 20 марта ожидалась морозная, –15–20 °С, при такой температуре аккумуляторы садятся быстро.

20 марта в 9 ч 15 мин (здесь и далее местное время) наша группа вышла из гостиницы “Тюльпан” в поселке Пирамида, и за 15–20 мин мы дошли до наблюдательной площадки. Наблюдение затмения про-



Полное солнечное затмение 20 марта 2015 г., 11 ч 12 мин по местному времени. Поселок Пирамида, Шпицберген. Снимок сделан с помощью телескопа-апохромата ED 66/400 мм, фотокамера “Canon 650D”, выдержка – 1/8 с, экспозиция – 100 ИСО.

длилось до 12 ч 13 мин. Технику развернули в 10 ч 11 мин, примерно за 15 мин до начала частных фаз. Все намеревались поймать момент первого касания диска Луны с диском Солнца. До начала полной фазы оставалось чуть более часа. Со стороны горы Пирамида спускались полупрозрачные облака, которые, к счастью, не сильно мешали наблюдениям, а слева от Солнца появилось гало. Каждые 5 мин я делал фотографии фаз с помощью телескопа-апохромата (диаметр – 66 мм, фокусное расстояние – 400 мм), используя плен-

ки-фильтры Астросоляр. За 10 мин до начала полной фазы включил цифровой фотоаппарат “Go Pro Digital Hero 3” с серией кадров через каждые 10 с. Камера справилась со своей задачей, и я смог сделать хорошие широкоугольные фотографии во время полной фазы, на которых видна и Венера. На улице темно, примерно за 5 мин до начала полной фазы я снял фильтр с телескопа, включил видеосъемку на мобильном телефоне. На улице стало уже значительно темнее, и за 1–2 мин до полного затмения мы увидели эффект “теневого волн”, снег по-



Полное солнечное затмение 20 марта 2015 г., 11 ч 14 мин по местному времени. Поселок Пирамида, Шпицберген. Снимок сделан с помощью телескопа-апохромата ED 66/400 мм, фотокамера "Canon 650D", выдержка – 1/30 с, экспозиция – 100 ИСО.

служил отличным экраном. Солнечные лучи, оставшиеся не закрытыми диском Луны, просвечивали между лунных гор и производили необыкновенное впечатление. В 11 ч 12 мин в начале максимальной фазы после второго касания возник оптический эффект четок Бейли (яркие пятна вдоль лунного лимба), затем засияло бриллиантовое кольцо и наступила полная фаза. Левее Солнца яркой звездой вспыхнула Венера, какие-либо еще небесные объекты увидеть не удалось. Самый эмоциональный момент наступил в начале полной фазы, когда в видоискателе фотоаппарата у левого края диска Луны стали видны

протуберанцы и прожилки лучей внутренней короны. Снимаю в широком диапазоне выдержек (от десятых до тысячных долей секунды), на первых кадрах заметны внешняя и средняя корона, на последующих – внутренняя и протуберанцы у края диска Луны. Один из протуберанцев оторвался от поверхности Солнца. Луна сдвигается все левее, протуберанцы постепенно уходят из виду, появляются справа от солнечного диска, но они не столь ярки и заметны, как протуберанцы с левого края диска. На улице стало темно, я с трудом смог найти бинокль. В него лучше всего различаются протуберанцы, мелкие детали

и волокнистая структура солнечной короны. Однако на снимках ее очень сложно воспроизвести, только сумма нескольких различных экспозиций может дать вид, схожий с тем, что наблюдается визуально. Щелкают затворы фотокамеры, идет съемка, краем глаза замечаю, как перемещается справа налево тень Луны, справа от Солнца небо уже светлеет, до момента появления бриллиантового кольца, четок Бейли и бегущих теней остаются десятки секунд. В 11 ч 14 мин появляется первый луч, полная фаза проходит. Хочется, чтобы затмение продлилось еще, ведь следующий такой момент будет еще не скоро и совершенно в другом уголке Земли. На бескрайних заснеженных просторах опять видны бегущие тени. Съемка частных фаз продолжалась еще около часа, росла освещенность, температура упала на 3° (с –16,7 °С до –19,7 °С) и начала повышаться только через какое-то время после полной фазы. В 12 ч 13 мин диск Луны полностью сошел с солнечного. Затмение 20 марта 2015 г. осталось в истории!

До поездки на Шпицберген я участвовал в экспедициях по наблюдению четырех полных солнечных затмений: 2006 г., 2008 г., 2009 г., 2012 г. – и всегда в теплое время года (преды-

дущее состоялось на северо-востоке Австралии в ноябре 2012 г.), однако никогда не видел явления “теневого волны”. Оно возникает за 1–2 мин до начала полной фазы и сразу после него. Заснеженные просторы

Шпицбергена наконец-то позволили им полюбоваться. Эта поездка оказалась самой увлекательной и сложной. Природа вокруг поселка Пирамида была красивой и какой-то неземной. Перед выездом вечером

я любовался сполохами полярного сияния.

Следующее полное солнечное затмение произойдет в марте 2016 г.

*А.Л. МАНАННИКОВ
г. Раменское,
Московская обл.*

Информация

“Объекты Ханни”

Первый загадочный “Объект Ханни” (“Nanny’s Voorwerp”) в форме дуги зеленого цвета открыла в 2007 г. датская школьная учительница Ханни ванн Аркель, участвовавшая в интернет-проекте “Зоопарк галактик” (“Galaxy Zoo”). Яркое зеленое свечение исходит от ионизованных атомов кислорода молекулярного облака, растянувшегося на 300 тыс. св. лет вокруг спиральной галактики IC 2497, находящейся в 650 млн св. лет от нас

в созвездии Малого Льва. Газ подсвечен и ионизован выбросами высокоэнергичных частиц из квазара, расположенного в центре этой галактики. Ученые считают, что квазар, скорее всего, возник в результате слияния IC 2497 с другой галактикой около миллиарда лет назад. Сверхмассивная черная дыра в IC 2497 подпиталась веществом при взаимодействии галактик, и одна из ее релятивистских струй прошла через газовое облако. На снимках КТХ зафиксированы струи газа из активного ядра IC 2497, которые взаимодействуют с областью размером в тысячи световых лет в “Объекте Ханни”. Здесь идет процесс звездообразования, возраст звезд оценивается в несколько миллионов лет. Излучение от квазара должно было достигнуть “Объекта Ханни”, но признаков его воздействия не обнаружено,

поэтому предполагается, что квазар “выключился” менее 200 тыс. лет назад.

К настоящему времени обнаружено еще восемь таких структур, расположенных вблизи галактик с активными ядрами: 2MASX J14302986+1339117 (SDSS 1430+13), NGC 5972, 2MASX J15100402+0740370 (SDSS 1510+07), UGC 7342, NGC 5252, Mrk 1498, UGC 11185 и 2MASX J22014163+1151237 (SDSS 2201+11). Их изображения получены в 2010–2014 гг. КТХ и на Обсерватории Китт-Пик (США) по совместному проекту NASA и ESA (см. стр. 3 обложки). “Объекты Ханни” зажигаются, когда излучение квазара доходит до них, и перестают светиться через десятки тысяч лет после того, как потух квазар.

Пресс-релиз NASA,
2 апреля 2015 г.

Славный юбилей космонавтики

Исполнилось 50 лет со дня, когда **Алексей Архипович Леонов** совершил первый в мире выход в открытый космос. 18 марта 1965 г. командир корабля Павел Иванович Беляев сообщил по радио: “Внимание! Человек вышел в космическое пространство! Человек вышел в космическое пространство!” Всего 12 мин. продол-

жался выход, но он стал эпохальным в истории мировой космонавтики и одним из приоритетных достижений отечественной космонавтики (Земля и Вселенная, 1965, № 2). Недаром, когда перечисляют первопроходцев, имя дважды Героя Советского Союза А.А. Леонова всегда идет вслед за именем Ю.А. Гагарина. Мемориальный музей

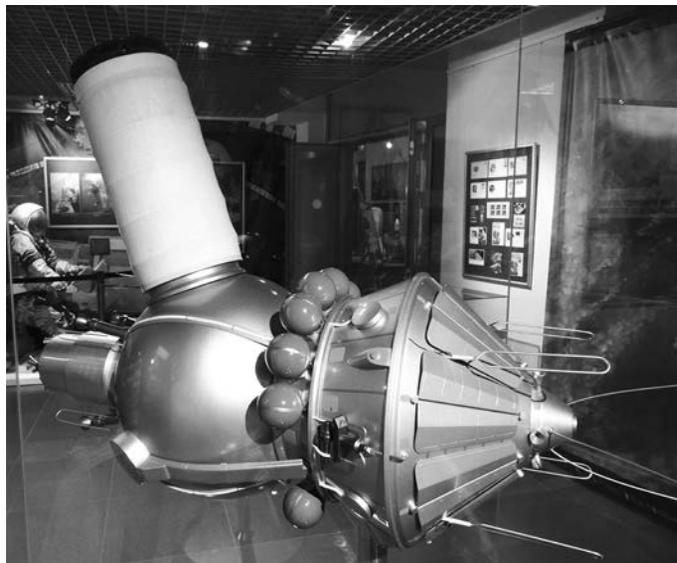
космонавтики отметил это историческое событие выставкой “**Под ногами – бездна**”, открывшейся 19 марта 2015 г. Она рассказывает об особенностях выходов космонавтов в открытый космос за прошедшие полвека. Выставку подготовили сотрудники отдела научно-выставочной деятельности Т.С. Калугина, Л.Ю. Свиридова и Д.В. Кублицкая, оформил художник В.А. Галлиард. Структурно выставка состоит из пяти взаимосвязанных разделов, представлено 256 экспонатов.

Центральный раздел, “**Первый выход человека в открытое космическое пространство**”, рассказывает о тренировках основного и дублирующего экипажей, полету корабля “Восход-2”, нештатному возвращению и встрече экипажа на Земле. Кадры кинохроники оживляют события полувековой давности. Одну из стен украшают увеличенная репродукция картины А.А. Леоно-



Общий вид центрального раздела выставки.

ва «Над Черным морем» и плакат «Слава советским космонавтам, впервые в мире открывшим дверь во Вселенную!». В витринах – макет в масштабе 1:10 космического корабля «Восход-2» со шлюзовой камерой «Волга» и дублирующей тормозной установкой (ТДУ), папка с надписью «Дело о рекордах первого в мире полета с выходом человека в космическое пространство на космическом корабле-спутнике «Восход-2»», письмо главному конструктору ОКБ-1 академику С.П. Королёву от заместителя начальника ВВС по космосу Н.П. Каманина о передаче в ЦПК макета объекта ЗКД («Восход-2»), схема этапов полета КК «Восход-2», дистанционное управление для нагрудного фотоаппарата скафандра «Беркут», диплом № 8 почетного гражданина города Гагарина Смоленской области А.А. Леонова, грамота № 331 Президиума АН СССР о награждении А.А. Леонова Золотой медалью им. К.Э. Циолковского, медальон с изображением А.А. Леонова и П.И. Беляева. В разделе представлены медали, значки фотографии, почтовые открытки и конверты, кадры кинохроники и первые полосы газет, посвященные историческому выходу А.А. Леонова в открытый космос.



Макет космического корабля «Восход-2» со шлюзовой камерой «Волга» и приборным отсеком.

Вспомним, как проходил полет. В 1964–1965 гг. экипаж КК «Восход-2» (командир П.И. Беляев и пилот А.А. Леонов) тренировался вместе с дублерами В.В. Горбатко (заменен из-за болезни на Д.А. Заикина) и Е.В. Хруновым. В самолете-лаборатории Ту-104Л с макетом кабины «Восхода-2» и шлюзовой камерой в условиях кратковременной невесомости были отработаны действия экипажа во время выхода в открытый космос и при имитации 3 тыс. отказов различных систем корабля. Однако в полете возникло несколько нештатных ситуаций. Прежде всего, корабль оказался на более высокой орбите (в апогее – 495 км), чем предусматривалось. Подготовка к

выходу началась, когда «Восход-2» (масса – 5682 кг) делал первый виток. Во время старта шлюзовая камера «Волга» массой 250 кг, диаметром 0,70 м и длиной 0,77 м была в сложенном состоянии. В космосе она надулась и приняла форму цилиндра диаметром 1,2 м и длиной 2,5 м. На первом витке, через 1 ч 20 мин после старта, А.А. Леонов в скафандре «Беркут» вплыл в шлюзовую камеру, затем из нее был стравлен воздух. Через 8 мин он вышел из шлюза, прикрепил кинокамеру на обресте люка; держась за фал длиной 5,35 м, он удалялся пять раз от корабля на длину фала. Все действия А.А. Леонов выполнял, как на тренировках: отходил от корабля спи-

ной, подплывал к шлюзу головой вперед с вытянутыми руками, чтобы не удариться. За 5 мин до входа корабля в тень Земли А.А. Леонов вместе с кинокамерой и свернутым фалом начал вход в шлюзовую камеру, но с первой попытки не смог этого сделать. Кислорода в ранце скафандра оставалось всего на 10 мин, его запас рассчитан на 30 мин. А.А. Леонов принял рискованное решение: сбросил давление внутри скафандра на 50%, затем смог вплыть в шлюзовую камеру не по инструкции – вперед головой, с большим усилием перевернулся в ней и закрыл крышку выходного люка. А.А. Леонов находился в условиях вакуума почти 24 мин, из них в открытом космосе вне шлюза – 12 мин 09 с. Выполнив главную задачу полета, экипаж приступил к медико-биологическим экспериментам и визуальным наблюдениям Земли, решал вопросы навигации. На 16-м витке по командам с Земли была включена программа ориентации и спуска корабля, на следующем витке – отстреляна шлюзовая камера. В результате детонации при отстреле корабль закрутило вокруг оси, что привело к выходу из строя системы ориентации по Солнцу. Готовясь к посадке, космонавты за 5 мин до включения ТДУ обнаружили отклонение

в работе системы автоматического управления. С.П. Королёв посоветовал экипажу перейти на ручное управление. Используя систему “Взор” на одном из иллюминаторов, П.И. Беляев выполнил ориентацию корабля, на 18-м витке включил ТДУ для схода корабля с орбиты. Команда на включение тормозного двигателя опоздала на 45 с, посадка произошла в нерасчетном районе. Во время 30-мин спуска перегрузки доходили до 10 единиц. На высоте примерно 9 км была введена в действие парашютная система корабля, и над поверхностью сработал двигатель мягкой посадки для безопасного приземления экипажа. “Восход-2” совершил посадку в нерасчетном районе – в тайге, труднодоступном глухом лесу в 66 км от районного центра Усолье, примерно в 12 км от населенного пункта Кургановка, в 184 км к северу от Перми. Из-за переноса посадки с 17-го на 18-й виток место приземления сместилось на 1500 км к северу от запланированного (недалеко от Кустаная в Казахстане). Полет продолжался 1 сут 02 ч 02 мин.

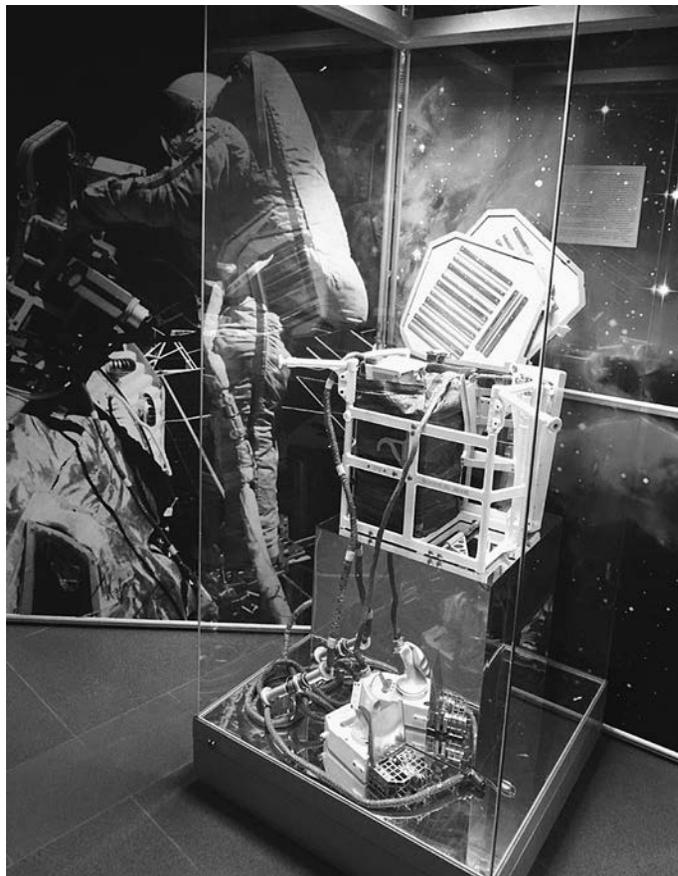
По сигналу радиостанции корабля “Восход-2” были определены примерные координаты места посадки. Через час после приземления экипаж заметил с самолета,

но вертолет местных авиалиний не смог доставить им теплую одежду и питание. В тайге лежал 1,5-метровый снег и температура опустилась до -25°C . Космонавтам пришлось лечь спать в кабине корабля. 20 марта в 5 ч утра к ним прилетел самолет, эвакуацию экипажа осуществляли вылетевшие из Байконура две группы спасателей, в том числе от С.П. Королёва, а также лыжная поисково-спасательная группа из леспромхозов. В 9 км от места приземления были вырублены деревья и подготовлена площадка для посадки вертолета. До вертолета спасатели и экипаж возвращались на лыжах в течение нескольких часов. В 2004 г. на берегу Камы недалеко от места посадки “Восхода-2” был открыт Монумент героям космоса П.И. Беляеву и А.А. Леонову. В статье “Шаги в будущее” С.П. Королёв писал: *«Перед экипажем корабля “Восход-2” была поставлена труднейшая, качественно иная, чем в предыдущих полетах, задача. От ее успешного решения зависело дальнейшее развитие космонавтики, пожалуй, не в меньшей степени, чем от успеха первого космического полета. Павел Беляев и Алексей Леонов справились с ней, и значение этого подвига трудно переоценить: их полет показал, что человек мо-*

жет жить в свободном космосе, выходить из корабля, не чувствовать себя ограниченным его стенами, он может работать всюду так, как это окажется необходимым. Без такой возможности нельзя было бы думать о прокладывании новых путей в космосе».

Второй раздел, **“50 лет над Землей. Первопроходцы и рекордсмены открытого космоса”**, знакомит посетителей со статистическими данными национальных и мировых рекордов пребывания космонавтов и астронавтов в открытом космосе. На планшетах показаны таблицы и портреты первопроходцев и рекордсменов. Первым американским астронавтом, вышедшим 3 июня 1965 г. в открытый космос на 36 мин во время полета КК “Джемини-4”, стал Эдвард Уайт. Поскольку корабли серии “Джемини” не имели шлюзовой камеры, для выхода экипажу пришлось разгерметизировать кабину корабля. Первый выход в космос в межпланетном пространстве осуществил Альфред Уорден 5 августа 1971 г. перед возвращением КК “Аполлон-15” с лунной орбиты. Первой женщиной, вышедшей в открытый космос 25 июля 1984 г. с борта орбитальной космической станции “Салют-7”, была Светлана Евгеньевна Савицкая. Первая

3. Земля и Вселенная, № 4



Витрина с универсальным ручным инструментом и контейнером с планшетами, использованными при выходе С.Е. Савицкой в открытый космос из орбитальной станции “Салют-7”. На втором плане – фотография этого исторического события.

американка, побывавшая 11 октября 1984 г. в открытом космосе во время полета на корабле “Челленджер” (STS-41G), – Кэтрин Салливан. Выход в открытый космос европейского космонавта состоялся 9 декабря 1988 г. Его совершил француз Жан-Лу Кретьен во время трехнедельного полета на советской орбитальной станции “Мир”. Первым китайским кос-

монавтом, вышедшим в открытый космос, стал Чжай Чжиган. 27 сентября 2008 г. он покинул корабль “Шэньчжоу-7” на 21 мин. Самый длительный выход осуществили 11 марта 2001 г. американские астронавты Джеймс Восс и Сьюзен Хелмс. В течение 8 ч 56 мин они провели работы по подготовке стыковочного модуля РМА-3 на модуле “Юнити” к приему италь-



Скафандр "Орлан-Т" (внизу – устройство крепления ног "Якорь") и ферма "Софора". Ферма собиралась на модуле "Квант" станции "Мир".



Витрина с инструментами и приспособлениями для работы космонавтов в открытом космосе.

янского модуля "Леонардо". Рекорд пребывания россиян в открытом космосе установили 27 января 2014 г. космонавты О.В. Котов и С.Н. Рязанский, проработав в скафандрах за бортом МКС 8 ч 07 мин. Советский космонавт А.Я. Соловьёв – рекордсмен не только по общему времени пребывания в открытом космосе, но и по количеству выходов – 16 за пять полетов, его общая продолжительность работы в открытом космосе –

78 ч 48 мин. Майкл Лопес-Алегрía – рекордсмен среди американских астронавтов по количеству выходов в открытый космос – 10 и по их общей продолжительности – 67 ч 40 мин. Американка Сунита Уильямс совершила наибольшее число выходов в открытый космос среди женщин, она рекордсменка по суммарному времени работы в открытом космосе: семь выходов – 50 ч 40 мин.

Следующий раздел, **"СССР – Россия. Хрони-**

ка выходов в открытый космос", рассказывает о работе космонавтов, выполненной во время полетов на пилотируемых кораблях "Союз-4" – "Союз-5" и орбитальных станциях "Салют-6", "Салют-7" и "Мир". В витринах экспонируются «Дело о рекордах первого в мире полета экспериментальной орбитальной станции "Союз-4 – 5"», Акт о продолжительности пребывания в космическом пространстве космонавтов "Союз-5", диплом



Интерактивный бокс с перчатками скафандра "Орлан", тренажером, карабинами и цифровой фоторамкой.



Пантограф и складная панель дополнительной солнечной батареи, которые были укреплены в 1987 г. на базовом блоке станции "Мир".

им. Ю.А. Гагарина на имя В.А. Шаталова, «Дело об абсолютных мировых рекордах полета экипажа В.А. Ляхова и В.В. Рюмина на научно-исследовательском комплексе "Салют-6" – "Союз-32" 25 февраля – 19 августа 1979 г.»». Напомним, что 14 января 1969 г. стартовал КК "Союз-4" с В.А. Шаталовым на борту, через сутки на орбиту отправился "Союз-5" с экипажем в составе Б.В. Воынова, Е.В. Хрунова и А.С. Елисеева. Автоматическое сближение и стыковка кораблей состоялись 16 января. Е.В. Хрунов и А.С. Елисеев в скафандрах "Ястреб" впервые в мире перешли из одного корабля

в другой через открытый космос. 17 января космонавты В.А. Шаталов, А.С. Елисеев и Е.В. Хрунов благополучно вернулись на Землю на КК "Союз-4". Б.В. Воынов на "Союзе-5" приземлился 18 января. Первый этап испытательных полетов "Союзов" был завершен успешно – это важный шаг в мировой пилотируемой космонавтике. В 1977–1979 гг. из станции "Салют-6" осуществлены три выхода в открытый космос общей продолжительностью 4 ч 56 мин, в 1982–1984 гг. из станции "Салют-7" – 13 выходов (48 ч 33 мин), в 1986–2000 гг. из орбитального комплекса "Мир" – 75 выходов (359 ч 12 мин).

Например, Л.Д. Кизим и В.А. Соловьёв за 22 ч 50 мин совершили шесть выходов в открытый космос из орбитальной станции "Салют-7". В этом разделе размещены стенд для наземной отработки ремонта объединенной двигательной установки; витрины с инструментом для ремонта топливной системы "Салюта-7"; универсальный ручной инструмент (УРИ) и контейнер с четырьмя планшетами. С помощью УРИ 25 июля 1984 г. в течение 3 ч 35 мин В.А. Джанибеков и С.Е. Савицкая в открытом космосе проводили работы по сварке, пайке и резке металлов. Обращает внимание посетителей



Средство перемещения космонавта в открытом космосе со скафандром "Орлан".



Карабины страховочных фалов, фиксаторы предметов, бортовая документация и перчатки от скафандра "Орлан-ДМ" космонавта О.Г. Артемьева.



инсталляция, иллюстрирующая монтаж фрагмента фермы "Софора" (длина всей фермы – 14,5 м, она состоит из 20 секций) космонавтом

в скафандре "Орлан-Т", укрепленном с помощью устройства фиксации ног "Якорь". В июле 1991 г. ферму собрали на модуле "Квант" орбитальной

станции "Мир" А.П. Арцебарский и С.К. Крикалёв. На ферме "Софора" установили дополнительный двигатель коррекции и приборы. Рядом находят-

ся пантограф для монтажа панелей солнечных батарей и складная дополнительная панель батареи. В 1987 г. такие батареи раскрыли на базовом блоке станции “Мир” Ю.В. Романенко и А.И. Лавейкин, в 1995–1996 гг. – на модуле “Квант” станции “Мир” В.Н. Дежуров, Г.М. Стрекалов, Ю.И. Онуфриенко и Ю.В. Усачёв.

Четвертый раздел посвящен **Международной космической станции** и техническим аспектам внекорабельной деятельности: инструментам и приспособлениям, бортовой документации. Успехом у детей пользовался интерактивный бокс, где можно было попробовать выполнить несложные операции в перчатках скафандра “Орлан”: завернуть гайку или зацепиться карабином за поручень. Примыкает к боксу витрина, в которой помещены карабины со страховочным

фалом и перчатки от скафандра “Орлан-ДМ” космонавта О.Г. Артемьева, бортовая инструкция по выполнению работ в открытом космосе, укладка с проволочными фиксаторами, магнитно-механические замки и такелажные элементы к ним для крепления оборудования внутри и вне орбитальной станции. В этом разделе в цифровой фоторамке интерактивного бокса и на экране демонстрировалась видеохроника с сюжетами работы космонавтов в открытом космосе. Первый выход в открытый космос из российского модуля “Заря” МКС совершили Ю.В. Усачёв и Дж. Восс 8 июня 2001 г. для монтажа приемного конуса системы управления переходного отсека на модуле “Звезда”. К настоящему времени российские космонавты выполнили более 50 выходов в открытый космос из МКС.

В заключительном разделе, “**Космос начинается на Земле**”, показана подготовка космонавтов для работы в открытом космосе, которая проводится в гидролаборатории ЦПК им. Ю.А. Гагарина. В этом разделе представлены фотографии, на которых посетители могут увидеть, как космонавты в гидролаборатории ЦПК готовятся к работе в открытом космосе и выходят из МКС. Здесь помещены прошедшие в 1980-х гг. наземные испытания макет установки для перемещения и маневрирования космонавта в открытом космосе (средство перемещения космонавта) и скафандр “Орлан-Д”. Они созданы в Научно-производственном предприятии “Звезда”.

Выставка будет демонстрироваться до ноября 2015 г.

С.А. ГЕРАСЮТИН
Фото автора

Наблюдения комет в 2014 г.

2014 год, как и любой другой, был наполнен событиями в области кометной астрономии. Не считая “царапающих” Солнце комет, зафиксированных космической обсерваторией “SOHO”, в течение года открыты 65 комет, из них 20 короткопериодические (период обращения вокруг Солнца менее 30 лет). Свои постоянные номера в каталоге короткопериодических комет получил 21 объект (начиная с 296P/Garradd и заканчивая 316P/LONEOS-Christensen), 17 из них переоткрыты, а четыре – впервые обнаружены в 2013–2014 гг. Открытия комет 20–21^m стали регулярными благодаря системе телескопов панорамного обзора неба PANSTARRS. Поисками околоземных астероидов вновь занялась космическая инфракрасная обсерватория “WISE” по дополнительной программе NEOWISE (Земля и Вселенная, 2013, № 4, с. 91), она нашла в 2014 г. три новые кометы.

24 сентября 2014 г. в ходе обзора неба Catalina замечен новый активный 500-м астероид **313P/Gibbs** из Главного пояса астероидов с периодом обращения 5,60 года и эксцентриситетом 0,24.

Комета **C/2014 Q1 (PANSTARRS)**, открытая 16 августа 2014 г. на 1,8-м телескопе обзора PANSTARRS (Гавайские острова), пройдет перигелий на расстоянии 0,3 а.е. от Солнца в начале июля 2015 г. и, как ожидается, достигнет яркости примерно 3^m. К сожалению, в период максимума ее элонгация будет не выше 15°, поэтому попытаться увидеть комету можно будет только в светлых сумерках, если она не распадется во время приближения к Солнцу.

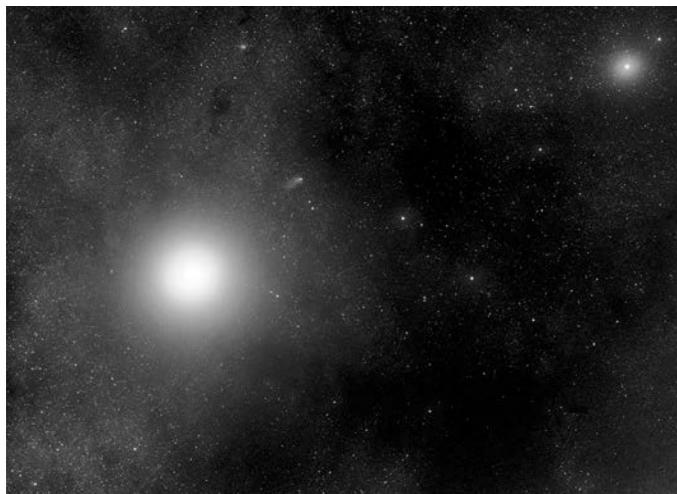
C/2014 F3 (Sheppard-Trujillo) открыта 11 октября 2014 г. на 4-м рефлекторе СТЮ Межамериканской обсерватории Серро-Тололо (Чили) с блеском 23^m (рекордно слабая для новооткрытой кометы!). В мо-

мент открытия комета была удалена от Солнца на 13,5 а.е., ее период обращения около 66 лет. Она пройдет перигелий в мае 2021 г., приблизившись к Солнцу примерно на 5,5 а.е., максимальная яркость не превысит 17^m. Несмотря на то что комета многократно возвращалась к Солнцу, она все еще сохранила достаточное количество легкоплавких веществ, чтобы быть активной на удалении от Солнца более 13 а.е.

17 июня 2014 г. Х. Са-то (Япония), используя удаленный телескоп обсерватории Сайдинг Спринг (Австралия), переоткрыл считавшуюся потерянной комету **72P/Denning-Fujikawa**. Она наблюдалась только около перигелия в 1881 г. и 1978 г. Комета с периодом обращения чуть меньше 9 лет обладала яркостью около 16,5^m и сконденсированной комой диаметром 25” (23 тыс. км). Она прошла перигелий 11 июля, достигнув максимальной

яркости $15,5^m$, наблюдения проводились до 2 августа ($17,4^m$). Возможно, эта комета проявляет активность лишь в некоторые периоды времени, показывая нестабильное фотометрическое поведение.

3 января 2013 г. в ходе поиска новых объектов с использованием 0,5-м телескопа Шмидта обсерватории Сайдинг Спринг австралийский астроном Р. Макнот обнаружил в созвездии Зайца комету **C/2013 A1 (Siding Spring)** с блеском $18,5^m$. Компактная кома диаметром $10''$ (50 тыс. км) имела намек на слабый хвост, направленный к северу. Комета была названа в честь обсерватории, а не первооткрывателя, потому что Р. Макнот не смог сразу по первым снимкам достоверно выявить ее кометную природу. C/2013 A1 была удалена от Солнца на 7,2 а.е., исследования показали, что она впервые попала во внутренние области Солнечной системы из облака Оорта. Сближение кометы с Марсом произошло 19 октября, минимальное расстояние между ними составило 139,3 тыс. км. Столь редкое событие предоставило прекрасную возможность флотилии ИСМ изучить ее с близкого расстояния, а также взаимодействие планеты и кометной атмосферы. К февралю 2014 г. яркость кометы выросла

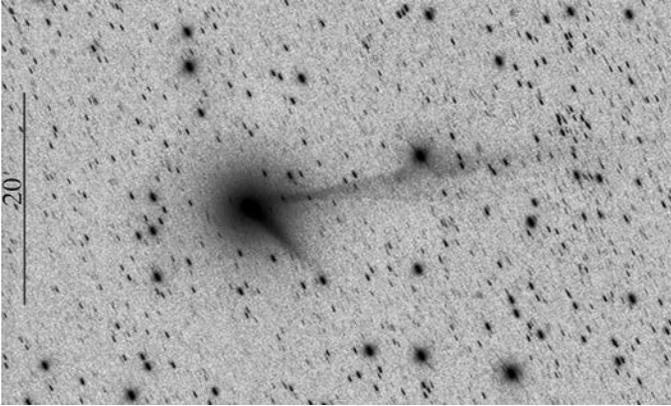


Комета C/2013 A1 (чуть выше и левее центра снимка, рядом с ярким Марсом) пролетает недалеко от Марса. Снимок сделан 20 октября 2014 г. Р. Лигустри (Италия).

до $14,5^m$, кома увеличилась до $0,6'$ (100 тыс. км). В этот период на ПЗС-снимках стал отчетливо просматриваться короткий хвост длиной до $3'$. Комета продолжала приближаться к Солнцу, поэтому ее яркость постепенно возрастала: до 12^m к началу июля и до $9,8^m$ к началу сентября, диаметр комы вырос до $4-5'$ (300 тыс. км) к началу августа и уменьшился до $4'$ (160 тыс. км) к началу сентября. 5 сентября C/2013 A1 сблизилась с Землей на 0,89 а.е., 25 октября прошла перигелий на расстоянии $1,4$ а.е. от Солнца. В сентябре – октябре можно было визуально увидеть хвост кометы с максимальной длиной около $7'$. После сближения с нашей планетой комета стала довольно быст-

ро слабеть, к середине октября ее блеск снизился до $11,5^m$, диаметр комы уменьшился до $1'$ (100 тыс. км). Падение яркости кометы остановилось, и она даже чуть выросла к началу ноября, после чего в результате вспышки (начавшейся около 10–12 ноября) увеличилась на 2^m , достигнув $9,5^m$. Судя по снимкам космической обсерватории “Swift” и АМС “Марсианский орбитальный разведчик”, диаметр ядра кометы был лишь 400–700 м. Искусственный спутник Марса “MAVEN” (США) обнаружил мощный метеорный поток от пролетающей недалеко от планеты кометы C/2013 A1 (Siding Spring), в результате на Красной планете осело несколько тонн кометной пыли. Взаимодействие с комой

до $14,5^m$, кома увеличилась до $0,6'$ (100 тыс. км). В этот период на ПЗС-снимках стал отчетливо просматриваться короткий хвост длиной до $3'$. Комета продолжала приближаться к Солнцу, поэтому ее яркость постепенно возрастала: до 12^m к началу июля и до $9,8^m$ к началу сентября, диаметр комы вырос до $4-5'$ (300 тыс. км) к началу августа и уменьшился до $4'$ (160 тыс. км) к началу сентября. 5 сентября C/2013 A1 сблизилась с Землей на 0,89 а.е., 25 октября прошла перигелий на расстоянии $1,4$ а.е. от Солнца. В сентябре – октябре можно было визуально увидеть хвост кометы с максимальной длиной около $7'$. После сближения с нашей планетой комета стала довольно быст-



Комета C/2012 K1 (PANSTARRS) с двумя хвостами, ее интегральная яркость – около $9,5^m$. Снимок сделан 21 апреля 2014 г. М. Егером (Австрия).

кометы C/2013 A1 в значительной мере, хотя и на короткий промежуток времени, изменило состав ионов марсианской ионосферы – подобный эффект впервые наблюдался в атмосфере планет вообще.

Комета **C/2012 K1 (PANSTARRS)** открыта 15 мая 2012 г. с помощью 1,8-м телескопа обзора неба PANSTARRS (Гавайские острова, США) на границе созвездий Змееносца и Геркулеса в виде очень конденсированного, но чуть диффузного объекта с блеском $18,5^m$. Она впервые пришла во внутренние регионы Солнечной системы из облака Оорта, обладая ретроградной орбитой. Перигелий пройден 27 августа 2014 г. на расстоянии 1,05 а.е. от Солнца, минимальное расстояние от Земли (0,95 а.е.) – 31 октября 2014 г.

К февралю 2014 г. ее яркость поднялась до 12^m , диаметр комы составлял 1,4' (190 тыс. км); с начала марта до середины июля яркость C/2012 K1 выросла с $11,5^m$ до 8^m , диаметр комы к началу мая достиг 9', к началу июля снизившись до 7–8'. Локальное сближение с Землей до 1,47 а.е. произошло в первых числах мая, к концу июня расстояние увеличилось до 1,98 а.е. Газовая кома, окружающая плотную внутреннюю кому, впервые появилась на снимках кометы в начале марта 2014 г. На снимках, полученных 20–22 апреля, размер внутренней комы был 2,5', внешней газовой комы – 15' (1 млн км). На снимке 4 мая М. Егера (Австрия) размер внешней очень слабой комы был 20' (1,1 млн км), диаметр наиболее плотной части –

12'. С февраля до июля степень конденсации комы к центру не изменялась и равнялась 5. В апреле 2013 г. зафиксирован короткий пылевой хвост длиной менее 0,5', он медленно увеличивался и к началу марта 2014 г. достиг 1,5'. В феврале 2014 г. пылевой хвост наблюдался визуально, в конце марта на снимках кометы появился стремительно увеличивающийся ионный хвост. С конца марта пылевой и ионный хвосты наблюдались одновременно. 20–22 апреля на снимках отмечены два хорошо выраженных хвоста: пылевой (как продолжение внутренней комы, длина чуть больше 10') и ионный (45', 8 млн км). 22 мая пылевой хвост вырос до 19', ионный хвост – до 3° (24 млн км). На снимках конца июня длина ионного хвоста была не менее $1,5^\circ$ (15 млн км). Визуально был виден только более яркий пылевой хвост длиной до $0,3^\circ$.

В сентябре – октябре 2014 г. яркость C/2012 K1 держалась на уровне $7,5^m$, так как комета прошла перигелий 27 августа, а 31 октября произошло сближение с Землей на расстояние 0,95 а.е. После сближения ее яркость быстро снижалась, упав до 11^m к концу 2014 г.; в течение этого времени оба хвоста были видны на снимках, а пылевой хвост наблю-

дался и визуально. Газовый хвост присутствовал на снимках Р. Лигустри (Италия) 11 ноября, когда расстояние кометы от Солнца r увеличилось до 1,6 а.е., 13 декабря ($r = 1,98$ а.е.) его уже не было. Пылевой хвост был виден на снимках и в течение первых месяцев 2015 г.

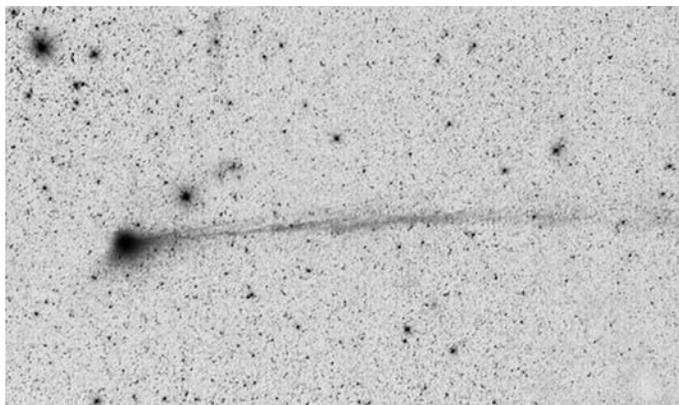
Комету **C/2013 V5 (Oukaimeden)** с блеском $18,5^m$ обнаружил 12 ноября 2013 г. швейцарский астроном М. Ори на 0,5-м телескопе обсерватории Укаймеден (Марокко) в созвездии Близнецов. У кометы были сконденсированная кома диаметром $15''$ (45 тыс. км) и веерообразный хвост длиной $25''$. Впоследствии стало ясно, что комета впервые попала во внутренние регионы Солнечной системы из облака Оорта, но при взаимодействии с планетами-гигантами период ее обращения вокруг Солнца сократился до 6 тыс. лет. C/2013 V5 наблюдалась на протяжении нескольких месяцев, до середины апреля 2014 г., а затем стала недоступна из-за соединения с Солнцем. Первые наблюдения кометы после перерыва получены в середине июля 2014 г., когда ее блеск был около 12^m . К 1 августа блеск C/2013 V5 вырос до 10^m (визуальный диаметр комы – $2'$, 160 тыс. км), к 15 августа – до 9^m (визуальный диаметр комы –



Комета C/2013 V5 (Oukaimeden) движется на фоне звезд. Снимок сделан 27 сентября 2014 г. С. Томсоном (Австралия).

$3'$, 175 тыс. км), к началу сентября – до $7,5^m$ (визуальный диаметр комы – $5'$, 175 тыс. км). Максимальной яркости ($6,4^m$) комета достигла 17 сентября вблизи сближения с нашей планетой на 0,48 а.е., перигелий прошла в конце сентября на расстоянии 0,63 а.е. от Солнца. Визуальный диаметр комы при сближении с Землей равнялся $5'$ (100 тыс. км), максимальных значений ($7'$, 175 тыс. км) достиг во второй половине месяца, близ перигелия. Немецкий исследователь А. Каммерер объясняет на своем сайте столь странный характер изменения диаметра комы не самыми благоприятными условиями видимости в момент сближения

(элонгация – 35°). К 10 октября яркость C/2013 V5 упала до 9^m (визуальный диаметр комы – $3-4'$, 175 тыс. км), к 20 октября – до 11^m (визуальный диаметр комы – $2'$, 120 тыс. км). Анализ данных визуальных наблюдений показывает, что внутренняя активность кометы стабильно падала на протяжении двух месяцев перед перигелием, когда она очень медленно наращивала свою яркость. Хвост кометы наблюдался визуально с начала августа до середины сентября, его максимальная длина была $0,5-1^\circ$ (0,8–1,5 млн км). 2 января 2015 г. Г. Борисов сфотографировал C/2013 V5 после ее выхода из очередного соединения с Солнцем. Она



Комета C/2014 E2 (Jacques) с хвостом длиной до 20 млн км. Снимок сделан 26 июля 2014 г. М. Егером (Австрия).

выглядела как диффузный объект размером 1' (100 тыс. км), с блеском 15^m, узким хвостом длиной 15' и антихвостом длиной 2'!

Комета **(C/2014 E2 (Jacques))** была открыта 13 марта 2014 г. в ходе любительского обзора SONEAR (Бразилия) с использованием 45-см телескопа. Это довольно крупный (немногим меньше 3') вытянутый диффузный объект с блеском 11,5^m, расположенный в созвездии Центавра. Комета прошла точку перигелия 2 июля 2014 г. на расстоянии 0,66 а.е. от Солнца. С момента открытия и до начала июня ее блеск вырос до 7,5^m, после чего комета не наблюдалась более месяца из-за соединения с Солнцем. 28 августа она сблизилась с Землей на расстоянии 0,56 а.е. Визуальный диаметр комы C/2014 E2 вырос с 3' в мо-

мент открытия (150 тыс. км) до 10–12' (300 тыс. км) во второй половине апреля и в самом начале мая, к концу мая снизился до 4–5' (300 тыс. км). Газовый хвост кометы появился на снимках в начале апреля 2014 г., когда бóльшая его часть располагалась внутри комы, через две недели он достиг длины 20–25' (2 млн км), к концу мая – 30' (более 3 млн км). С 3 июня по 17 июля 2014 г. элонгация кометы была меньше 30°. Комету наблюдали космические обсерватории "SOHO" и "STEREO-A". 30 июня она сблизилась со "STEREO-A" на расстояние 0,32 а.е., 13 июля – с Венерой на расстояние 0,085 а.е. Австралиец М. Маттъяццо оценил блеск кометы по снимкам "STEREO-A" в 1^m, отметив, что длина ионного хвоста – 50–60°. После перигелия C/2014 E2

появилась на утреннем небе во второй половине июля и именно в этот период наблюдалась с максимальной яркостью – 6,5^m, диаметр комы – 4–5' (250 тыс. км). В августе она двигалась по созвездиям Возничего, Персея, Жирафа, Кассиопеи и Цефея, ее блеск в течение всего августа был стабилен – 7^m, физический диаметр комы не изменялся – 250–300 тыс. км. На снимке М. Егера, полученном 7 августа, длина ионного хвоста кометы достигала 7° (19 млн км), визуально хвост был длиной более градуса. К середине августа яркость хвоста значительно уменьшилась, при визуальной длине до 0,25° (500 тыс. км) увидеть его стало сложнее. Блеск C/2014 E2 уменьшился с 7^m в конце августа до 9^m к концу сентября и до 12–13^m в конце октября, когда комета отдалялась от Солнца и Земли. В сентябре газовый хвост кометы стал очень слабым и пропал, в то время как пылевой еще можно было наблюдать. На снимках Р. Лигустри длина пылевого хвоста изменялась: 4 сентября – 1,5°, 20 сентября – 40', 15 октября – 15', весь сентябрь диаметр комы держался на уровне 250–300 тыс. км, затем стал постепенно уменьшаться, к ноябрю – до 100 тыс. км. После текущего перигелия период обращения кометы вокруг Солнца снизился с 22 тыс. лет до 12 тыс. лет.

Комета **C/2012 X1 (LINEAR)** была обнаружена 8 декабря 2012 г. при блеске $18,5^m$ в ходе обзора неба LINEAR (Нью-Мексико, США) в северо-западной части созвездия Льва. Она прошла перигелий 21 февраля 2014 г. на расстоянии 1,60 а.е. от Солнца, а ближе всего к Земле ($1,55$ а.е.) находилась 27 июня 2014 г. Комета непрерывно наблюдалась до середины 2013 г., достигла яркости 16^m , затем вступила в соединение с Солнцем. Диаметр круглой компактной комы в это время не превышал $0,5'$ (80 тыс. км). Первые наблюдения после соединения с Солнцем показали, что комета испытала значительную вспышку яркости классического типа (как у комет 17P/Holmes и 29P/Schwassmann-Wachmann) 18 октября 2013 г., буквально за пару дней до возобновления наблюдений. 21 октября 2013 г. астроном Х. Сато (Япония) по снимкам определил, что диаметр комы в форме диска – $1,6'$. Другие наблюдатели показали, что наиболее плотную часть комы окружала слабая и диффузная оболочка диаметром $5'$. За несколько дней кома быстро увеличилась. К 8 ноября диаметр комы достиг $13,5'$ ($1,5$ млн км), скорость расширения комы составила $0,85$ км/с. На пике вспышки

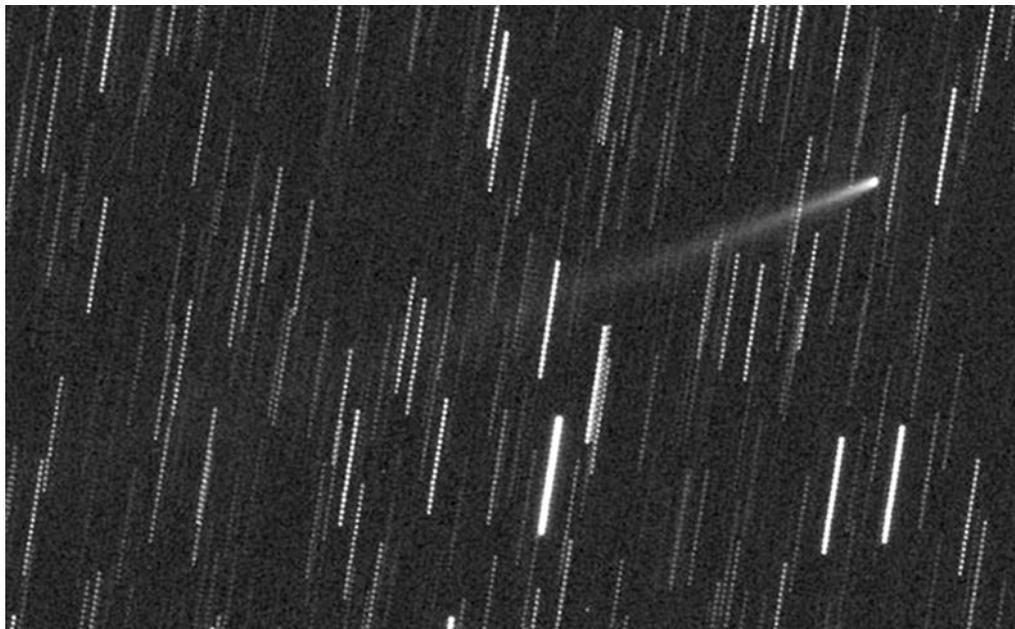


Комета C/2012 X1 (LINEAR) через несколько дней после вспышки. Псевдоядро окружает округлая расширяющаяся кома. Снимок сделан 26 октября 2014 г. Р. Лигустри (Италия).

визуальная яркость кометы превысила 8^m (на $5-6^m$ ярче ожидаемой при условии отсутствия вспышки). К началу декабря интегральная яркость снизилась лишь на $1,5^m$, в результате блеск кометы достиг $9,3^m$. Затем яркость медленно росла, достигнув главного максимума ($8,2^m$) в начале марта 2014 г., к концу мая яркость упала до $8,8^m$. В декабре 2013 г. диаметр комы стабилизировался на $4-5'$ и не изменялся на протяжении нескольких месяцев (500 тыс. км), в марте – апреле 2014 г. в период максимальной яркости увеличился до $6-8'$ (600 тыс. км). Пылевой хвост кометы наблюдался визуально с начала

декабря 2013 г. до конца мая 2014 г. при длине до $0,15^\circ$. К концу августа 2014 г. яркость кометы снизилась до $10,8^m$, диаметр комы уменьшился до $2-3'$ (350 тыс. км), степень конденсации за три месяца (июнь – август) уменьшилась с 4 до 3. В сентябре – декабре 2014 г. блеск кометы продолжал снижаться, к началу декабря достигнув $12,5^m$, к началу января 2015 г. – 13^m . На ПЗС-снимках кометы, полученных в декабре 2014 г., диаметр комы составлял около $1'$ (180 тыс. км), хвост наблюдался на фотографиях по крайней мере до сентября 2014 г.

12 марта 2014 г. короткопериодическая ко-



Комета 209P/LINEAR с хвостом длиной более 50' (450 тыс. км). Снимок сделан 25 мая 2014 г. М. Егером (Австрия).

мета **290P/Jäger** с момента открытия прошла свой второй перигелий на расстоянии 2,16 а.е. от Солнца. 12 июня 2013 г. К. Сарнецки обнаружил ее с помощью 60-см телескопа Шмидта обсерватории Конколи (Венгрия), когда она выглядела очень конденсированным объектом с блеском $17,5^m$. В конце января – начале февраля 2014 г. яркость кометы достигла максимума – около $12,5^m$. К концу июля 2014 г., когда комета уже имела небольшую элонгацию, яркость упала до 16^m . Хвост длиной до 3' заметен на ПЗС-снимках, сделанных с начала сентября 2013 г. до середины января 2014 г.,

но визуально увидеть его было практически невозможно. При появлении в 2014 г. ее максимальная яркость ($12,5^m$) оказалась ниже прогнозных значений ($10,5^m$), основанных на наблюдениях в прошлом появлении. Это связано с тем, что перед предыдущим перигелием комета была вброшена во внутренние регионы Солнечной системы гравитацией Сатурна, в результате чего была особенно активна в 1999 г. благодаря сублимации чистых поверхностных льдов.

Дамоклоид **2013 UQ₄** был обнаружен на ПЗС-снимках, полученных 68-см телескопом обзора неба Catalina (Аризона,

США) 23 октября 2013 г. Объект с блеском около $18,5^m$ располагался в созвездии Эридана на расстоянии 3,6 а.е. от Солнца. Абсолютный блеск неактивного объекта ($H = 12,9$) свидетельствовал о его довольно большом диаметре – 7–20 км, период обращения вокруг Солнца – 471 год. Кометная активность у 2013 UQ₄ была обнаружена в начале мая 2014 г., в ходе первых наблюдений объекта после его выхода из соединения с Солнцем (точное время ее появления осталось неизвестным). На ПЗС-снимках объект выглядел крупным и диффузным с интегральным блеском $13,5^m$, диаметр

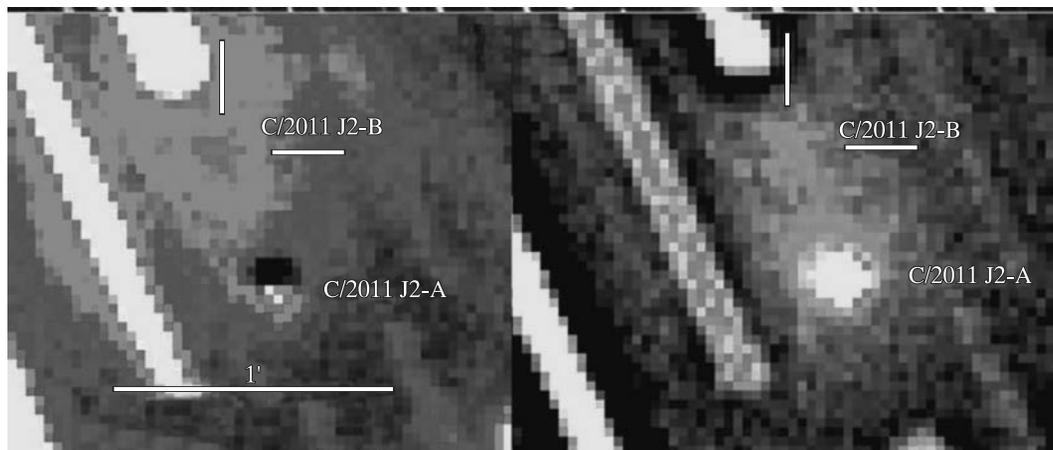
внешней комы – 1,5', внутренней компактной и конденсированной – 25". Псевдоядро с окружающей его компактной комой было расположено асимметрично внутри внешней комы кометы. Вскоре объект получил обозначение **C/2013 UQ₄ (Catalina)**. К началу июня кома кометы, сохранив свою асимметричность, увеличилась примерно до 3', интегральная яркость – до 11,5^m. На снимках, сделанных в середине июня, у кометы, кроме выраженной очень диффузной веерообразной комы, появился довольно длинный хвост. В конце июня диаметр комы превысил 10' (200 тыс. км), длина хвоста – 50' (1,5 млн км). C/2013 UQ₄ прошла перигелий 5 июля 2014 г. на расстоянии 1,08 а.е. от Солнца, через 2 сут приблизилась на 0,314 а.е. к Земле (максимальный блеск – 9,6^m). К концу июля яркость упала до 12^m, к концу августа – до 14,5^m. Последние снимки кометы перед ее соединением с Солнцем получены в начале сентября 2014 г., весной 2015 г. она вновь наблюдалась как инертный астероидоподобный объект.

Интересным событием стало одно из самых тесных сближений Земли с кометами за всю историю, лишь 8 хвостатых странниц проходили еще ближе. 29 мая комета **209P/LINEAR**, открытая

в ходе обзора LINEAR в 2004 г., приблизилась к нашей планете на 0,055 а.е. (8 млн км). В текущем появлении она перекрывается в октябре 2013 г., в тот момент комета выглядела как астероид с блеском около 21^m. Визуальный поиск кометы начали в апреле 2014 г., незадолго до перигелия 6 мая, гелиоцентрическое расстояние – 0,97 а.е. Первое успешное визуальное наблюдение 209P/LINEAR, (блеск – 14,5^m) выполнил с помощью 32,6-см рефлектора чешский астроном-любитель П. Гузик. Наблюдаемая визуально (как и на ПЗС-снимках) кома около 25 мая была не больше 1,0', что соответствует очень маленькому диаметру – порядка 4 тыс. км. После 25 мая видимый диаметр комы стал снижаться: 5 июня, например, он составлял 0,5' (ПЗС-данные), еще через пару недель в любительские телескопы кому невозможно было увидеть. Максимальная яркость, несмотря на то что комета подошла очень близко к Земле, не превысила 12^m. Длина хвоста 10 марта 2014 г. составляла 0,2' и увеличивалась на протяжении нескольких недель: 15 апреля – 1,3', 12 мая – 3', 16 мая – 6', 19 мая – 10'. На снимке 25 мая М. Егера хвост кометы просматривается более чем на 50' (150 тыс. км). После сближения с Зем-

лей яркость 209P/LINEAR стала снижаться, комета теряла кому, резко уменьшался хвост, к концу июля он исчез. Незадолго до сближения с нашей планетой, 23–27 мая, ядро 209P/LINEAR наблюдалось на радиообсерватории Аресибо (Пуэрто-Рико). Оказалось, что оно имеет удлинённую форму с размерами 2,4 × 3 км. Узкополосная фотометрия, выполненная Д. Шляйхером 19 мая, указывает на крайне низкие темпы активности: площадь сублимирующей поверхности ядра может составлять только 0,01 км². Также предполагалось, что в 2014 г. впервые может наблюдаться метеорный поток, порожденный этой кометой. Его появление лишь случайно совпало с тесным сближением кометы и Земли; поток возник из-за того, что орбита кометы чуть изменилась из-за сближения 17 февраля 2012 г. с Юпитером на 0,59 а.е. До первого наблюдения поток получил неофициальное название “Камелопардалиды”, так как его радиант расположен в созвездии Жирафа. Активность действительно наблюдалась, но оказалась намного ниже ожидаемой (в максимуме ZHR = 15). Метеоры потока входили в земную атмосферу со скоростью 21 км/с.

1 февраля 2014 г. австралийский астроном-любитель А. Ватсон на



Комета C/2011 J2 (LINEAR) и фрагмент В ее ядра C/2011J2–В. Слева – снимок специально обработан, чтобы выделить два псевдоядра. На фотографиях видны треки звезд. Снимки сделаны 24 октября 2014 г. М. Фаччини (Италия).

снимках космической обсерватории “STEREO-A” обнаружил комету **C/2014 C2 (STEREO)** с блеском около 6^m . Спустя сутки после открытия кометы ее яркость уменьшилась до 12^m , столь резкое падение объясняется снижением влияния на блеск кометы эффекта прямого рассеяния. В середине февраля наземные наблюдатели снимали C/2014 C2 (STEREO) как относительно тусклый (15^m) конденсированный объект с узким хвостиком длиной до $6'$ (180 тыс. км), диаметр комы – $0,4\text{--}0,5'$ (15–18 тыс. км). Максимальная яркость (14^m или чуть ярче) зафиксирована через две недели после перигелия (0,5 а.е.; 18 февраля 2014 г.) и примерно за неделю до сближения с Землей (до 0,64 а.е.; 10 марта 2014 г.). У ко-

меты наблюдался хвост длиной до $5\text{--}6'$. C/2014 C2 была очень маленькой кометой с низким абсолютным блеском, тем не менее она не распалась в перигелии. Вероятно, комета, которая не в первый раз проходит точку своего перигелия, раньше могла быть наиболее прочной составной частью более крупного родительского кометного ядра. Согласно расчетам Центра малых планет, период ее обращения равен 16 тыс. лет.

27 марта 2014 г. комета **17P/Holmes** прошла свой следующий после знаменитой вспышки (24 октября 2007 г.) перигелий. В этом появлении комета была намного слабее, но наблюдалась визуально. В июне А. Хейл (США) использовал 41-см телескоп для определения ее

блеска ($12,5\text{--}13,1^m$), диаметр комы – чуть больше $1'$ (до 130 тыс. км). К концу августа она ослабела до 14^m . 26 января 2015 г. уже ослабевшая примерно до 17^m комета испытала небольшую вспышку, яркость увеличилась до 13^m . К середине февраля блеск кометы упал до $14,5^m$.

Комета **15P/Finlay** прошла очередной перигелий 27 декабря 2014 г., она дважды сильно вспыхнула. Первая вспышка произошла 21 декабря 2014 г., комета стала объектом $8,8^m$. 17 января 2015 г. произошла следующая вспышка, когда максимальная яркость увеличилась до 7^m , к середине февраля она снизилась до $11,5^m$. Перед первой вспышкой диаметр комы равнялся примерно $1,5'$ (100 тыс. км), но в ходе вспышки

достиг 3,5' (250 тыс. км), после второй вспышки – 4,5' (300 тыс. км).

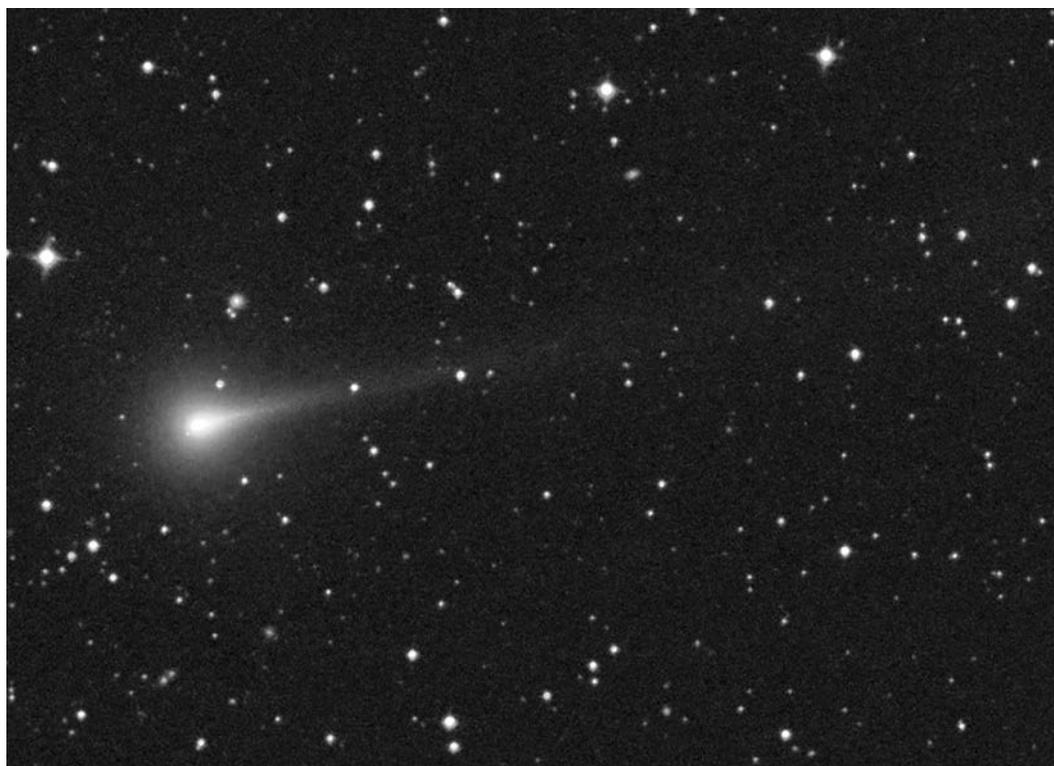
В течение 2014 г. комета облака Оорта **C/2011 J2 (LINEAR)**, прошедшая точку перигелия 25 декабря 2013 г. на расстоянии 3,44 а.е. от Солнца, снизила свою яркость с 13,2^m до 15^m, диаметр комы – с 1,2' до 0,7' (с 190 до 150 тыс. км). 27 августа 2014 г. группа итальянских исследователей на 2-м Ливерпульском телескопе (Канарские острова) обнаружила вторичный фрагмент В кометы C/2011 J2 (LINEAR), удаленный на 7,5" от пер-

вичного и на 1,5^m слабее него. Моделирование З. Секанины показало, что отделение фрагмента В произошло в январе 2014 г., еще один фрагмент (С) был обнаружен в октябре 2014 г.

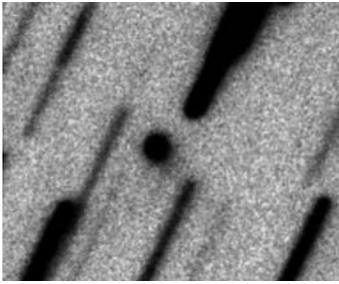
Традиционно привлекала внимание астрономов-любителей регулярно вспыхивающая комета **29P/Schwassmann-Wachmann**. В конце декабря 2013 г. комета вышла из соединения с Солнцем довольно слабым объектом, недоступным визуальным наблюдениям. 3 марта 2014 г. на ней произошла вспышка уме-

ренной силы, блеск ее псевдоядерного уплотнения поднялся до 13,5^m при интегральной яркости 12,5^m. Следующая заметная вспышка зафиксирована 1 мая, когда блеск псевдоядра увеличился до 13,5^m; 30 сентября, незадолго до ухода кометы к соединению с Солнцем, – третья вспышка, 2 и 26 февраля 2015 г. – еще две вспышки (псевдоядро 13,8^m и 14,3^m).

Наши соотечественники **Леонид Еленин** (проект ISON, Москва) и **Геннадий Борисов** (Обсерватория MARGO, пос.



Комета C/2014 Q3 (Borisov) со слабым длинным хвостом длиной менее 1 млн км. Снимок сделан 30 ноября 2014 г. М. Егером (Австрия).



Комета P/2014 X1 (Elenin). Снимок сделан 13 декабря 2014 г. А. Кусакиным, И. Ревой, Л. Елениным.

Научный, Крым) в 2014 г. порадовали нас тремя открытиями комет. 22 августа 2014 г. Г. Борисов обнаружил свою третью комету, **C/2014 Q3 (Borisov)**, на снимках, сделанных с использованием авторского 30-см телескопа "GenonMax" (фокусное расстояние – 450 мм). В момент открытия комета была расположена в северной части Ориона при элонгации около 60° , яркость – 16^m , диаметр комы – $0,3\text{--}0,5'$ (50 тыс. км). Дальнейшие наблюдения позволили выяснить, что ее период обращения вокруг Солнца – 152 года. Она прошла перигелий 19 ноября 2014 г. на расстоянии $1,65$ а.е. от Солнца, а ближе всего к Земле ($1,15$ а.е.) была 3 ноября 2014 г. В конце сентября наблюдатели сообщили, что комета демонстрирует необычно высокую активность, увеличив яркость значительно сильнее, чем ожидалось. В ходе ПЗС-наблюдений была зарегистрирована

на кома $5'$ (330 тыс. км), очень большая для кометы яркостью примерно 12^m (по Т. Приставскому). Максимальной яркости ($10,9^m$) C/2014 Q3 достигла в конце октября – начале ноября, в период сближения с нашей планетой. После этого яркость кометы стала падать, снизившись до $12\text{--}13^m$ к началу декабря и до 14^m к началу января 2015 г. В декабре комета уже была очень диффузным объектом, внешняя кома стала значительно слабее. На ПЗС-снимках кома кометы просматривалась на $6\text{--}7'$ (350–400 тыс. км) в ноябре, к середине декабря уменьшилась до $3,5\text{--}4'$ (250 тыс. км). Степень конденсации комы постепенно уменьшалась: от 4 в начале октября до $2\text{--}3$ в начале ноября и 2 в начале декабря, когда комета стала уже очень диффузным объектом. На снимках, сделанных в ноябре, был заметен очень слабый хвост (по-видимому, пылевой) длиной не более $10'$ (менее 1 млн км).

Утром 5 сентября 2014 г. Г. Борисов (обсерватория MARGO, пос. Научный, Крым) обнаружил свою четвертую комету, **C/2014 R1 (Borisov)**, на снимках, сделанных с использованием авторского 30-см телескопа "GenonMax" ($F = 0,45$ м). В момент открытия комета находилась в созвездии Рака в 3° от рассеянного звездного скопления M44 (NGC 2632 "Ясли") при элонгации почти

38° , яркость – 13^m , диаметр слабой диффузной комы – около $2'$, длина хвоста – $4'$. Дальнейшие наблюдения позволили выяснить, что период обращения кометы – 2327 лет и она не в первый раз попала во внутренние регионы Солнечной системы из облака Оорта. Она прошла перигелий 18 ноября 2014 г. на расстоянии $1,35$ а.е. от Солнца, а на минимальном расстоянии от Земли ($1,82$ а.е.) была 2 декабря 2014 г. Яркость кометы к началу октября увеличилась до 12^m и до 11^m – к началу ноября. Блеск кометы держался на уровне 11^m вплоть до середины декабря, к концу года уменьшился примерно на $0,5^m$. Визуальный диаметр комы кометы увеличивался с $2'$ в начале сентября до $3'$ в конце октября, к концу ноября уменьшился до $2'$. Диаметр комы, согласно данным ПЗС-наблюдений, в начале октября превышал $2,5'$ (240 тыс. км), в конце ноября – начале декабря достиг $3\text{--}3,5'$ (270 тыс. км). К середине января 2015 г. диаметр комы кометы упал до $2,5'$ (200 тыс. км). На снимках кометы, полученных в сентябре – декабре 2014 г., виден ее слабый хвост (вероятно, пылевой). Его длина в сентябре составляла несколько минут дуги, после чего увеличилась до $8'$ к началу октября и до $15'$ к середине декабря. На некоторых снимках, полученных в начале янва-

ря 2015 г., хвост просматривался на 20' (3 млн км).

12 декабря 2014 г. Л. Еленин обнаружил комету **P/2014 X1 (Elenin)** на снимках, полученных с использованием 0,4-м удаленного телескопа обсерватории ISON-NM (штат Нью-Мексико, США). В момент открытия комета с блеском около 17^m располагалась в Млечном Пути, в созвездии Возничего. Ее очень компактная кома на снимках выглядела почти звездобраз-

ной, со слабым хвостом. Дальнейшие наблюдения привели к выводу, что новая комета – короткопериодическая, с периодом обращения вокруг Солнца 15,7 года. Перигелий P/2014 X1 (Elenin) прошла 7 января 2015 г. на расстоянии 1,81 а.е. от Солнца, ближе всего к Земле (1,83 а.е.) была вскоре после открытия, 13 декабря 2014 г.

Комета **C/2013 V2 (Borisov)**, открытая Г. Борисовым 6 ноября 2013 г., активно наблюдалась на

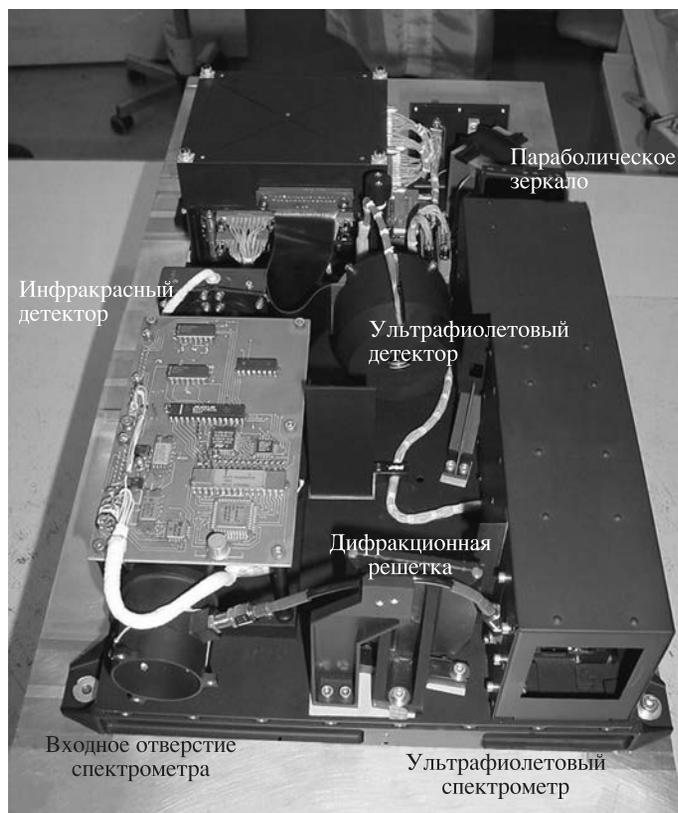
протяжении 2014 г. Она постепенно увеличила свою яркость (с 16^m до 15,5^m) и диаметр комы (с 0,4' до 0,7', с 65 до 100 тыс. км). Ближе всего к Земле комета прошла 12 марта 2015 г., достигнув максимальной яркости 15^m. Во второй половине 2014 г. по ПЗС-снимкам стало значительно легче фиксировать хвост кометы, длина которого достигала 2'.

*А.О. НОВИЧОНКО
Петрозаводск*

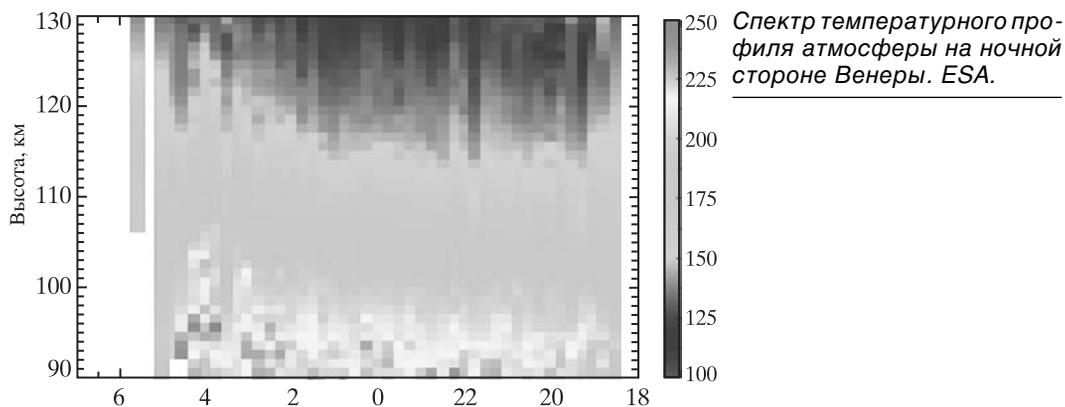
Информация

Теплый слой в атмосфере Венеры

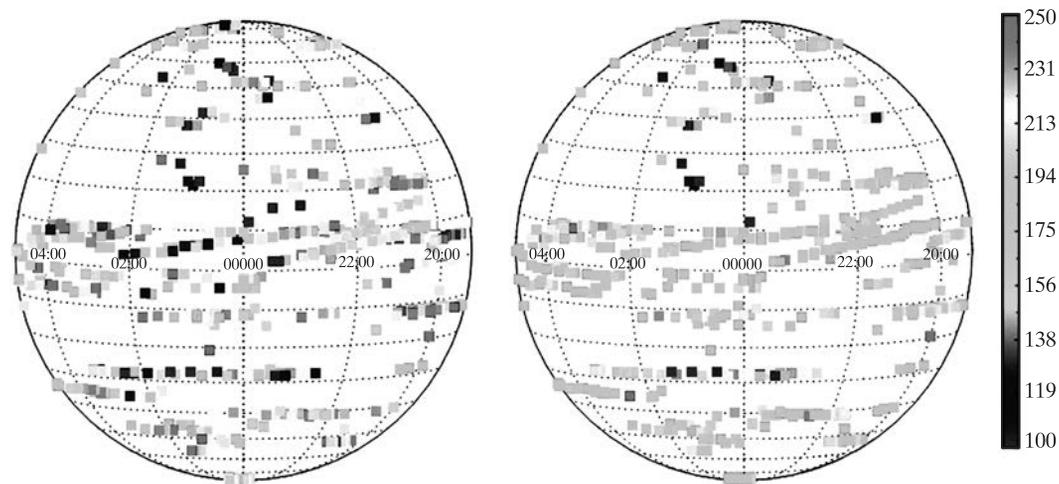
Российские ученые и их коллеги из Бельгии, Германии, США и из французской лаборатории LATMOS на основе данных, собранных в 2006–2013 гг. с помощью прибора SPICAV на АМС “Венера Экспресс” (ESA; Земля и Вселенная, 2006, № 3; 2012, № 3; 2015, № 1), создали температурную карту верхней атмосферы на ночной стороне Венеры и обнаружили загадочный “теплый слой”, природа которого пока неясна. Температура измерялась на высоте 90–140 км. На ночной стороне планеты температура убывает с высотой. Ока-



Прибор SPICAV, работающий на борту АМС “Венера Экспресс” (ESA). Фото ESA.



Спектр температурного профиля атмосферы на ночной стороне Венеры. ESA.



Карта распределения температуры на ночной стороне Венеры на высоте 90–100 км. Справа – шкала температуры в кельвинах. ESA.

залось, что в озоновом слое (90–100 км) атмосфера на 20–40° теплее, чем предполагали. Что ее разогревает? Планетологи обнаружили: в предутренние часы верхняя атмосфера Венеры теплее, чем в вечерние, хотя должно быть наоборот. По-видимому, здесь играет роль глобальная циркуляция атмосферы.

Прибор SPICAV (Spectroscopy for the Investigation of the Characteristics of the Atmosphere of Venus – изучение характеристик атмосферы Венеры методом спектроскопии) состоит из двух спектрометров: российского инфракрасного и французского ультрафиолетового. Данные о температуре атмосферы были получены в УФ-диапазоне (118–320 нм)

с помощью метода “звездного просвечивания” (Земля и Вселенная, 2009, № 6). Свет звезды пронизывает атмосферу, и по спектру можно было определить ее характеристики. За время эксперимента получено 587 “срезов” атмосферы, измерения охватили практически все ночное полушарие планеты.

Пресс-релиз ИКИ РАН,
7 апреля 2015 г.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: сентябрь–октябрь 2015 г.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ АСТРОНОМИЧЕСКИЕ СОБЫТИЯ

Дата	Время, ч	Событие
Сентябрь		
1	3	Нептун в противостоянии с Солнцем
4	8	Меркурий в наибольшей восточной элонгации (27°)
5	9	Луна в последней четверти
5	9	Венера переходит от попятного движения к прямому
10	7	Луна проходит в 2° севернее Венеры
10	19	Луна проходит в 4° южнее Марса
12	3	Луна проходит в 3° южнее Юпитера
13	6	Новолуние
14	11	Луна в апогее
17	10	Меркурий переходит от прямого движения к попятному
19	3	Луна проходит в 2° севернее Сатурна
21	8	Луна в первой четверти
23	8	Осеннее равноденствие
25	4	<i>Марс проходит в 0,8° севернее звезды Регул (α Льва)</i>
28	2	Полнолуние
28	2	Луна в перигее
30	15	Меркурий в нижнем соединении с Солнцем
Октябрь		
4	21	Луна в последней четверти
8	18	<i>Венера проходит в 2,5° южнее звезды Регул (α Льва)</i>
8	20	Луна проходит в 1° южнее Венеры

Таблица I (окончание)

Дата	Время, ч	Событие
8	21	Меркурий переходит от попятного движения к прямому
9	14	Луна проходит в 4° южнее Марса
9	21	Луна проходит в 3° южнее Юпитера
11	13	Луна в апогее
12	3	Уран в противостоянии с Солнцем
13	0	Новолуние
16	10	Меркурий в наибольшей западной элонгации (18°)
16	14	Луна проходит в 2° севернее Сатурна
17	22	Марс проходит в 0,4° севернее Юпитера
20	20	Луна в первой четверти
25	19	Венера проходит в 1,0° южнее Юпитера
26	8	Венера в наибольшей западной элонгации (46°)
26	13	Луна в перигее
27	12	Полнолуние
29	16	<i>Меркурий проходит в 3,8° севернее звезды Спика (α Девы)</i>
29	23	<i>Покрытие Луной звезды Альдебаран (α Тельца)</i>

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

Таблица II

ЭФЕМЕРИДА СОЛНЦА

Дата	α		δ		45°		55°		65°	
					восход	заход	восход	заход	восход	заход
	ч	м	°	'	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м	ч : м
Сентябрь 1	10	39	+ 08	33	05:22	18:42	05:06	18:58	04:38	19:26
11	11	15	+ 04	51	05:34	18:24	05:25	18:33	05:09	18:49
21	11	51	+ 01	00	05:46	18:05	05:43	18:07	05:39	18:12
Октябрь 1	12	27	-02	54	05:58	17:46	06:02	17:42	06:09	17:35
11	13	03	-06	44	06:11	17:27	06:21	17:16	06:39	16:58
21	13	40	-10	25	06:24	17:10	06:41	16:32	07:11	16:22
31	14	19	-13	51	06:37	16:54	07:01	16:30	07:44	15:47

Примечание. В таблице дано среднее солнечное время.

Пример. Определить время захода Солнца 24 сентября 2015 г. в Ростове-на-Дону (широта – 47°17', долгота – 2°39^м, 2-я часовая зона – московское время UT + 3^ч). Пользуясь Таблицей II, интерполируем по широте значение времени захода Солнца на 24 сентября, получаем 18°19^м. Вычтем из него долготу места, прибавим 3^ч, получим 18°40^м.

Таблица III

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
	ч	м	°	'				''	45°	55°		65°
Меркурий												
Сентябрь	1	12	14,9	-03	40	0,1	6,7	0,60	-	-	-	
	11	12	44,7	-08	25	0,3	7,9	0,43	-	-	-	
	21	12	49,5	-09	37	1,5	9,5	0,18	-	-	-	
Октябрь	1	12	20,0	-04	43	5,8	10,2	0,00	-	-	-	
	11	12	04,4	+00	24	0,3	8,1	0,29	0,7	0,6	-	Утро
	21	12	40,6	-02	09	-0,9	6,1	0,73	1,1	1,2	1,3	Утро
	31	13	38,7	-08	31	-1,0	5,1	0,93	-	-	-	
Венера												
Сентябрь	1	08	59,8	+09	05	-4,5	52,0	0,09	1,8	1,8	1,7	Утро
	11	09	00,7	+10	25	-4,7	45,0	0,18	2,9	3,1	3,4	Утро
	21	09	15,6	+10	57	-4,8	38,6	0,27	3,6	3,9	4,5	Утро
Октябрь	1	09	40,6	+10	33	-4,7	33,3	0,35	4,0	4,5	5,2	Утро
	11	10	12,2	+09	13	-4,6	29,1	0,42	4,3	4,8	5,7	Утро
	21	10	48,0	+07	02	-4,6	25,8	0,48	4,4	5,0	5,9	Утро
	31	11	26,3	+04	06	-4,5	23,1	0,53	4,4	5,0	6,1	Утро
Марс												
Сентябрь	1	09	09,5	+17	33	1,8	3,7	0,99	1,8	2,1	2,4	Утро
	11	09	34,8	+15	39	1,8	3,8	0,98	2,2	2,4	2,9	Утро
	21	09	59,4	+13	36	1,8	3,8	0,98	2,5	2,8	3,4	Утро
Октябрь	1	10	23,5	+11	25	1,8	3,9	0,97	2,8	3,2	3,8	Утро
	11	10	47,0	+09	09	1,8	4,0	0,97	3,2	3,6	4,2	Утро
	21	11	10,0	+06	49	1,7	4,1	0,96	3,5	4,0	4,7	Утро
	31	11	32,7	+04	27	1,7	4,2	0,95	3,9	4,4	5,2	Утро
Юпитер												
Сентябрь	1	10	25,8	+10	46	-1,6	30,8	1,00	-	-	-	
	11	10	34,0	+09	59	-1,6	30,9	1,00	0,4	-	-	Утро
	21	10	42,1	+09	12	-1,6	31,1	1,00	1,4	1,6	1,8	Утро

Таблица III (окончание)

Дата	α		δ		m	d	F	Продолжительность видимости для разных широт, ч			Период видимости	
	ч	м	°	'				45°	55°	65°		
Октябрь	1	10	49,9	+08	26	-1,6	31,4	1,00	2,2	2,5	2,9	Утро
	11	10	57,4	+07	41	-1,6	31,8	1,00	3,0	3,3	3,9	Утро
	21	11	04,6	+06	59	-1,6	32,3	1,00	3,7	4,2	4,9	Утро
	31	11	11,3	+06	19	-1,7	32,9	1,00	4,5	5,0	6,0	Утро
Сатурн												
Сентябрь	1	15	47,9	-18	04	0,5	16,5	1,00	2,7	1,6	–	Вечер
	11	15	50,1	-18	13	0,6	16,2	1,00	2,3	1,3	–	Вечер
	21	15	52,8	-18	24	0,6	16,0	1,00	2,0	1,0	–	Вечер
Октябрь	1	15	56,1	-18	36	0,6	15,8	1,00	1,7	0,7	–	Вечер
	11	15	59,8	-18	49	0,6	15,6	1,00	1,3	–	–	Вечер
	21	16	03,9	-19	02	0,6	15,4	1,00	0,9	–	–	Вечер
	31	16	08,4	-19	15	0,5	15,3	1,00	0,1	–	–	Вечер

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

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий в сентябре не видим. Ближайшая к Солнцу планета будет видна утром с 11 октября почти до конца месяца. Стареющая Луна пройдет недалеко от Меркурия 11 октября. Продолжительность видимости планеты немногим больше часа на всех широтах нашей страны, когда она будет находиться в наибольшей западной элонгации. Меркурий перемещается по созвездию Девы, 29 октября пройдет недалеко от звезды Спика (α Девы) и скроется в утренних лучах Солнца. Блеск Меркурия возрастет с 0,3^m до -1,0^m, видимый угловой диаметр уменьшится с 8,1" до 5,1".

Венера в сентябре – октябре восходит утром и находится сначала в созвездии Рака, 23 сентября переходит в созвездие Льва. Продолжительность видимости утренней планеты увеличивается в зависимости от широты места наблюдения с 1,8–1,7 ч в начале сентября до 4,4–6,1 ч в конце октября. Блеск Венеры в этот период -4,5^m и

немного ярче. Венера постепенно удаляется от Земли, и ее видимый угловой диаметр уменьшается с 52,0" в начале сентября до 23,1" в конце октября. 8 октября Венера пройдет рядом со звездой Регул (α Льва), а 25 октября – недалеко от Юпитера. 5 сентября она переходит от попятного движения к прямому. 26 октября Венера находится в наибольшей западной элонгации. Луна пройдет недалеко от нее 10 сентября и 8 октября.

Марс в сентябре – октябре виден в утреннее время. В начале сентября он перемещается по созвездию Рака, 6 сентября переходит в созвездие Льва. Марс постепенно приближается к Земле, его видимый угловой диаметр увеличивается с 3,7" в начале сентября до 4,2" в конце октября. Продолжительность видимости Красной планеты увеличивается с 1,8–2,4 ч в начале сентября до 3,9–5,2 ч в конце октября в зависимости от широты места наблюдения. Блеск Марса в этот период

растет с $1,8^m$ до $1,7^m$. 25 сентября планета пройдет рядом со звездой Регул (α Льва), 17 октября – вблизи Юпитера. Луна пройдет недалеко от Марса 10 сентября и 9 октября.

Юпитер после соединения с Солнцем в конце августа появляется в утреннее время в созвездии Льва. С 11 сентября его можно наблюдать в южных широтах нашей страны и с 20 сентября – на всех широтах. Продолжительность видимости этой планеты-гиганта растет с $1,4-1,8$ ч 21 сентября до $4,5-6,0$ ч в конце октября в зависимости от широты места наблюдения. Блеск Юпитера в этот период примерно $-1,6^m$ и начинает немного увеличиваться в конце

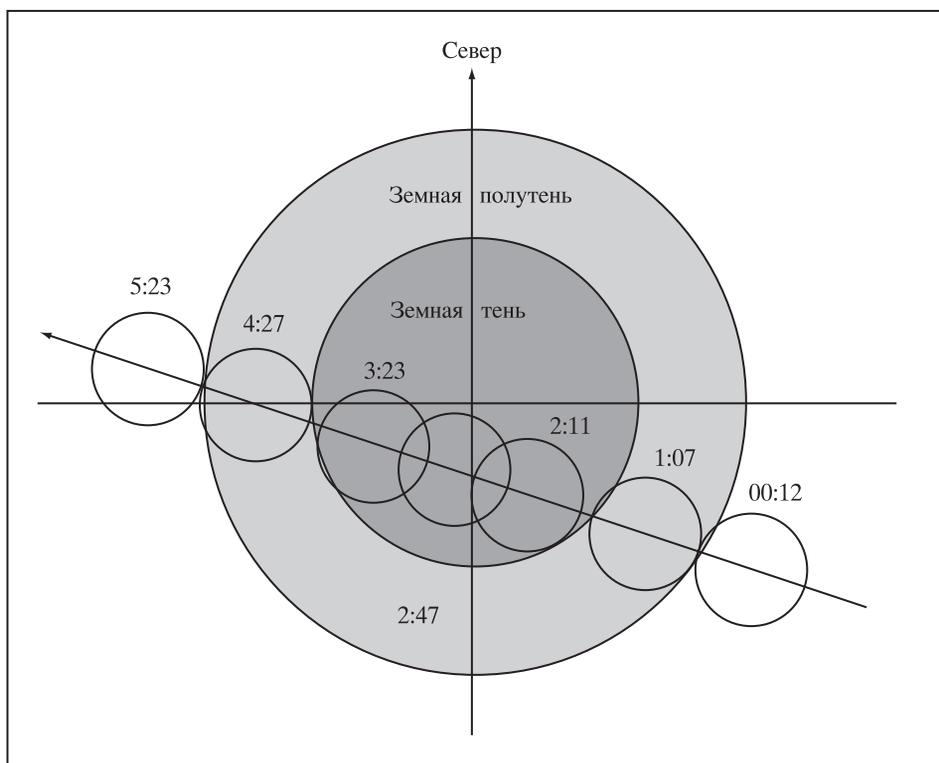
октября. Юпитер становится немного ближе к Земле, его видимый угловой диаметр увеличивается с $30,9''$ до $32,9''$. Луна пройдет недалеко от Юпитера 12 сентября и 9 октября.

Сатурн в сентябре можно увидеть вечером в средних и южных широтах России, в октябре – только в южных широтах. В сентябре он перемещается по созвездию Весов, 17 октября переходит в созвездие Скорпиона. Блеск планеты около $0,6^m$. Видимый угловой диаметр Сатурна уменьшается с $16,5''$ в начале сентября до $15,3''$ в конце октября. Луна пройдет недалеко от него 19 сентября и 16 октября.

ЗАТМЕНИЯ

Частное солнечное затмение 13 сентября можно наблюдать в акватории Индийского океана, в Антарктиде и Южной Африке.

В ночь на 28 сентября у жителей западных регионов территории России появится возможность наблюдать **полное лунное затмение** с максимальной



Путь Луны во время полного лунного затмения 28 сентября 2015 г. Отмечены моменты контактов.

фазой 1,278. Оно пройдет западнее Новосибирска, полные фазы – западнее Уфы. В Москве полные фазы затмения видны почти полностью. Луна

во время затмения находится в созвездии Рыбы. Полная фаза затмения начнется в 2^ч11^м и завершится в 3^ч23^м по Всемирному времени.

В.И. ЩИВЬЁВ

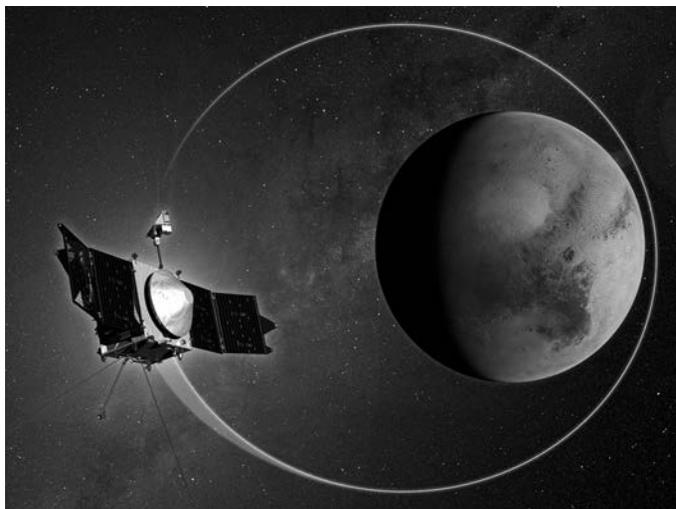
г. Железнодорожный, Московская обл.

Информация

“MAVEN”: тысяча витков вокруг Марса

6 апреля 2015 г. американская АМС “MAVEN” (the Mars atmosphere and volatile evolution – эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе) выполнила 1 тыс. витков за 4,5 мес. исследований Марса с орбиты его искусственного спутника. Станция стартовала 18 ноября 2013 г. и вышла 21 сентября 2014 г. на эллиптическую орбиту вокруг Марса высотой 130 × 6500 км. С 16 ноября 2014 г. она изучает структуру и состав верхних слоев атмосферы планеты (Земля и Вселенная, 2014, № 2, с. 50–52).

На борту станции работает восемь научных приборов. Основные задачи годовой программы исследований: определение влияния потерь газов на климатические изменения Марса сейчас и в прошлом, темпов потери атмосферы и соотношения в ней стабильных изотопов; оценка текуще-



Американская АМС “MAVEN” на орбите Марса. Рисунок NASA.

го состояния верхних слоев атмосферы и ионосферы. Основная научная программа “MAVEN” рассчитана на один год. Полученная информация поможет пролить свет на то, как протекали изменения экосистемы Красной планеты. В конце 2014 г. станция в течение 5 сут наблюдала полярное сияние, проникнувшее очень глубоко в атмосферу Марса. Ультрафиолетовое свечение было зафиксировано в Северном полушарии, вероятно, оно

спровоцировано потоком солнечных частиц высокой энергии. 16 марта 2015 г. на высоте 150–300 км обнаружено пылевое облако. Источник и состав пылевых частиц пока остаются загадкой. Ученые предположили, что облако могло образоваться в результате пролета кометы недалеко от Марса или воздействия солнечного ветра, источником пыли могут быть спутники Марса.

Пресс-релиз NASA,
6 апреля 2015 г.

Проектирование и строительство любительских обсерваторий

Одним из самых странных и необдуманных решений российского Министерства образования и науки стало исключение из школьной программы курса астрономии. И это несмотря на

грандиозные успехи астрофизики, которая в последние годы находится в авангарде естествознания! В то же время в Новониколаевске (ныне Новосибирск), в городе с населением всего

15 тыс. человек, еще в 1912 г. на здании реального училища красовалась астрономическая башня с 127-мм рефрактором Цейса на параллактической монтировке с часовым механизмом.



Обсерватория на здании реального училища в Новосибирске. 1912 г.

От такого инструмента в те годы не отказалась бы ни одна профессиональная обсерватория.

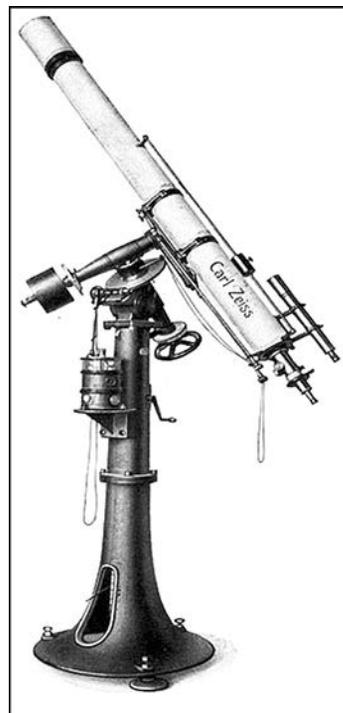
Через 50 лет благодаря выдающемуся педагогу-энтузиасту С.С. Войнову на территории новосибирской областной станции юных техников появилась хорошо оборудованная детская обсерватория. Сегодня строительство малых обсерваторий, как правило, дело рук любителей астрономии и педагогов-энтузиастов. Строительство обсерватории сопряжено с разными трудностями. Рассмотрим несколько типов малых общедоступных обсерваторий: частные (индивидуальные); клубные; школьные; астрономические комплексы с планетарием.

ЧАСТНАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

Самое простое из всего возможного – забетонированная площадка, на которой устанавливается телескоп с колонной или треногой. Очевидно, что после наблюдений телескоп приходится уносить в помещение. Одна из серьезных неприятностей заключается в том, что после выноса телескопа на площадку требуется время (зимой 1,5–2 ч, особенно если телескоп крупный), чтобы температура зеркала и трубы стала такой же, как у окружающего воздуха. Часто строят постоянное надежное укрытие, защищающее

телескоп от непогоды, перепадов температуры и вандалов. Наиболее простым укрытием следует считать откатывающуюся на рельсах металлическую будку, как это было в 1950-е гг. на астрономической площадке Московского планетария для 200-мм менискового телескопа. Каркас будки выполняется из стального уголка № 40–50 и листового металла толщиной 0,5–1,0 мм для обшивки. В качестве рельсов можно использовать стальной уголок № 50–60. Подобное укрытие позволяет наблюдать одновременно весь небосвод. В нерабочее время будка закрывается на замок. Ее главный недостаток в слабой защищенности от вандалов. В 1960-е гг. замок металлической будки 200-мм телескопа Московского планетария взломали и с телескопа сняли мениск, поэтому строить будку стоит только на хорошо охраняемом участке. Более надежным следует признать стационарный павильон с откатывающейся крышей, у которого есть несколько очень важных свойств.

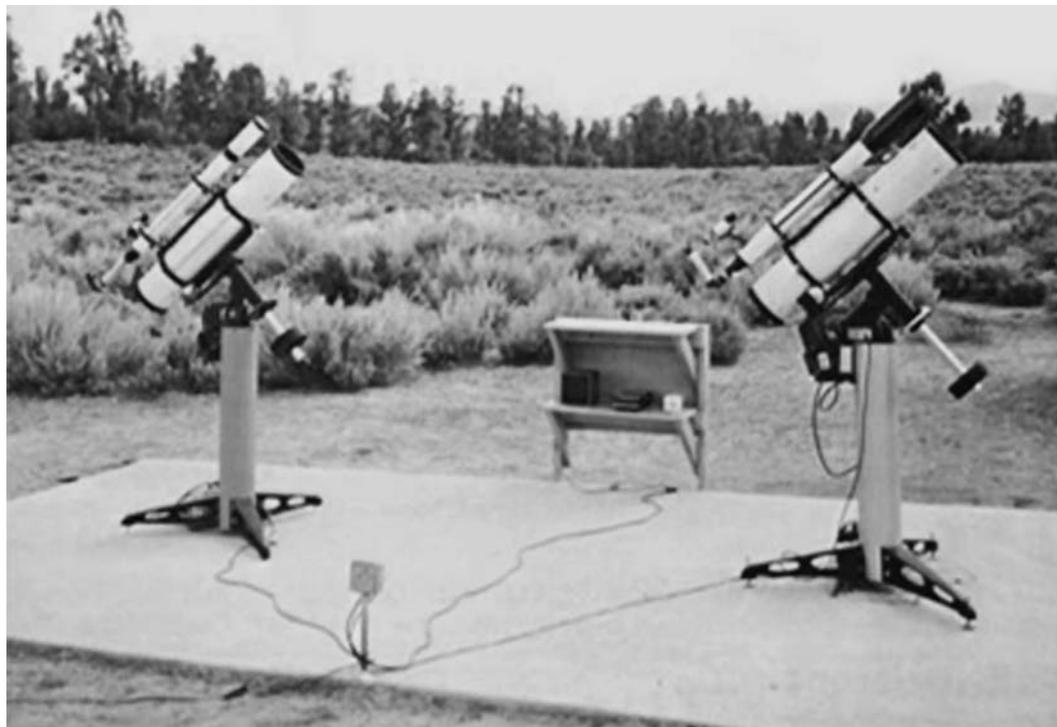
Температура воздуха в таком помещении во время наблюдений должна быть равна температуре на улице, поэтому они не отапливаются. При перепадах температур на 2–3 °С в традиционной астрономической башне качество изображений из-за возникающей турбулентности заметно



Телескоп фирмы "Карл Цейс", установленный в 1912 г. на детской обсерватории реального училища. Новониколаевск, ныне Новосибирск.

портится. В павильоне большую часть времени телескоп находится при температуре наружного воздуха, так что к началу наблюдений его зеркало и труба не создают неприятных турбулентных потоков воздуха. Последнее обстоятельство, как мы увидим позже, часто играет решающую роль в успехе наблюдений.

При открывании крыши астрономического павильона помещение быстро проветривается, и никакие специальные



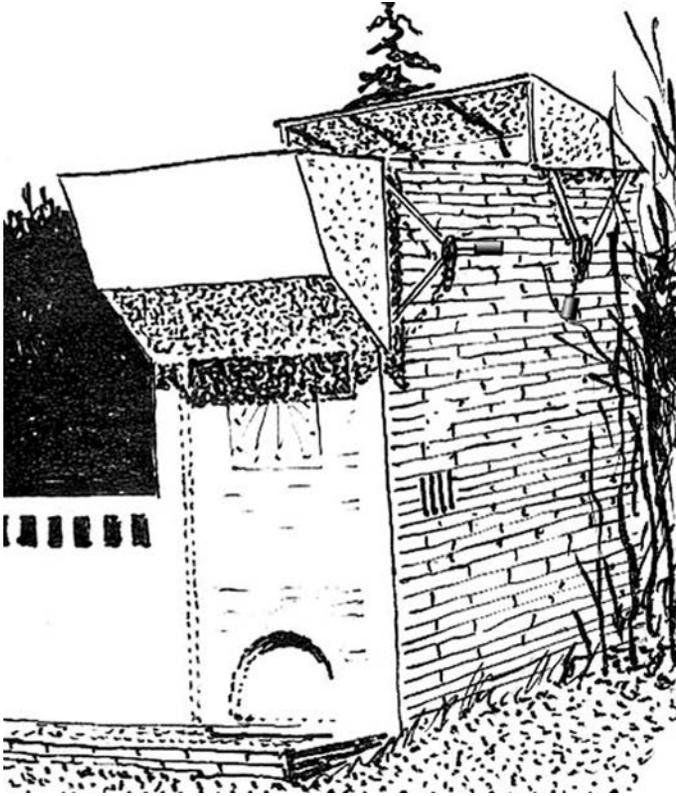
Площадка любителей астрономии Брэда Протвина и Роберта Уоллиса (США), которые установили на ней 150-мм рефлекторы для фотографирования планет. Журнал "Sky and Telescope".

меры для выравнивания температуры воздуха не нужны.

После откатывания крыши перед взором наблюдателя открывается сразу все небо, и наведение телескопа на объект ничем не затруднено, это очень удобно при установке широкоугольных патрульных камер для поиска и регистрации переменных звезд, комет и фотографических наблюдений метеоров. По этой же причине павильон удобен для экскурсий, когда посетители знакомятся с созвездиями. Доцент Новосибирского пе-



Вариант площадки для наблюдений в телескоп в Окленде (Новая Зеландия). Журнал "Sky and Telescope".



Любительская обсерватория с откидывающейся крышей. Створки крыши уравновешены противовесами. Журнал "Sky and Telescope", январь 1993 г.



Павильон клуба им. Максубова (поселок Горн под Новосибирском) со 150-мм телескопом Ньютона – Нэсмита, построенным автором в 1962 г., и двойным 150-мм рефлектором Ньютона, построенным школьником Антоном Савельевым. В павильоне – А. Зайцев. На заднем плане – башня обсерватории автора с 312-мм рефлектором.

дагогического института В.А. Угодников при переезде института из центра Новосибирска на окраину отказался от башни с куполом и построил на новом месте павильон с откатной крышей. Мне он это объяснил тем, что при знакомстве студентов со звездным небом купол башни с узким люком очень неудобен.

Конструкция павильона относительно проста и сравнительно недорога. Стены павильона могут быть сделаны из дерева или кирпича. Класть кирпич надо с перевязкой, чтобы свести к минимуму число сквозных вертикальных швов. По углам через 2–3 ряда кирпичей желателно укладывать арматуру из 5–8-мм стальной проволоки. Надежный материал для стен павильона – бетон. Жидкий бетон укладывается в опалубку высотой 60–70 см. Через пару дней после схватывания бетона опалубку снимают и поднимают выше, после чего укладывают следующий слой бетона. Это "скользящая опалубка". Толщина стены из бетона – около 15–20 см. Если же ее армировать стальной арматурой или проволокой, толщина может быть 10–15 см. В простейшем случае механизм открывания крыши – это достаточно прочные шарниры, на них крыша откидывается в стороны. При этом створки желателно снабдить противовесами. Этот механизм перспективен

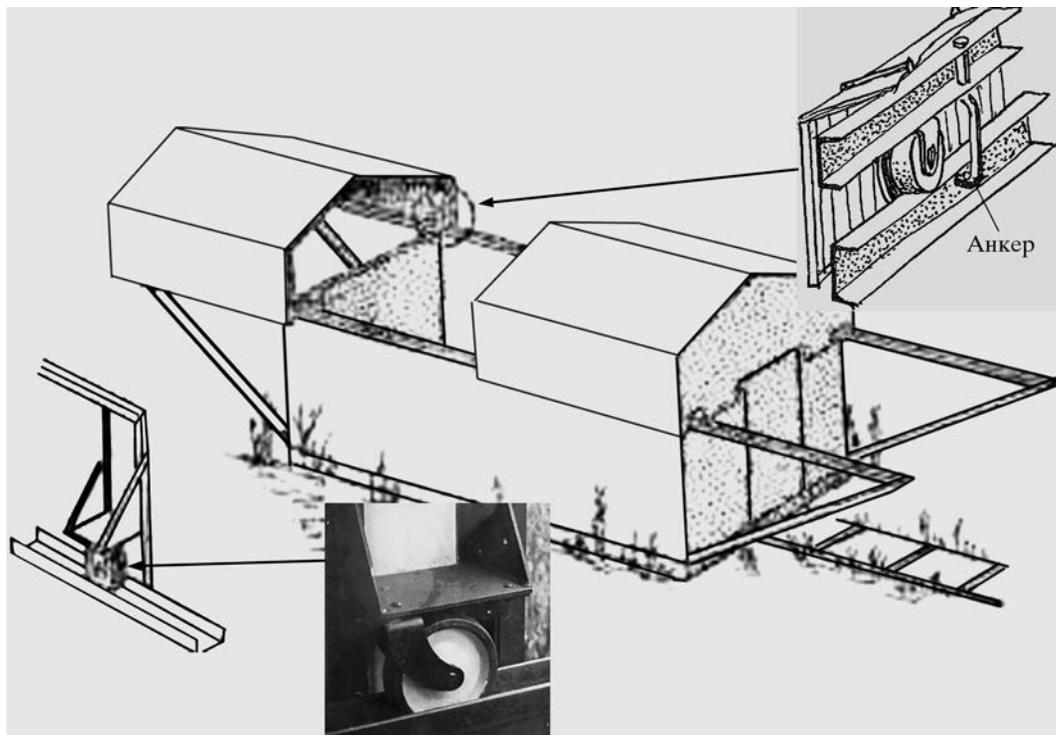


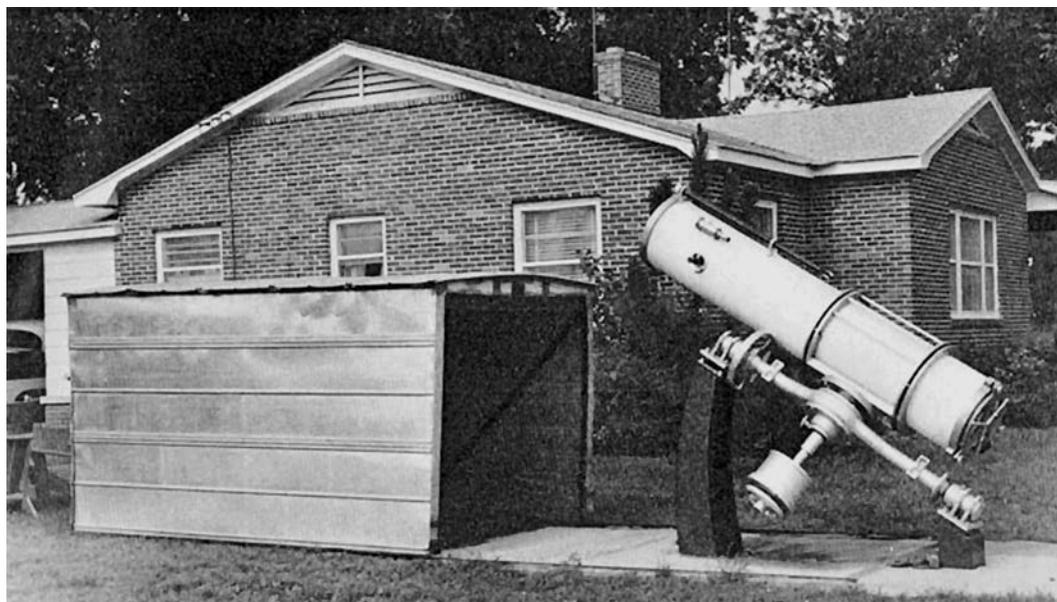
Схема павильона с откатывающейся крышей. Во врезках – шторм-захват (вверху) и ролик откатной крыши (внизу). Рисунки автора.

для павильонов с большими инструментами, однако по традиции чаще используется механизм откатывания крыши на рельсах. Для этого вдоль стен укладывают два рельса, по которым на роликах с ребордами (закраинами) крыша откатывается в сторону. Нужно иметь в виду важное обстоятельство. Во время сильного ветра откатная крыша может слететь с рельсов и упасть. Так случилось в 1970-е гг. на обсерватории клуба юных техников в новосибирском Академгородке, расположенной на плоской крыше трехэтажного здания

клуба. Желательно откатывающуюся крышу снабдить анкерами, они не мешают ей двигаться в обычном положении, но удерживают крышу при сильном ветре. На концах рельсов следует сделать ограничители, не позволяющие крыше соскользнуть с рельсов.

К сожалению, кирпич и бетон обладают большой теплоемкостью. С наступлением ночи они излучают накопленное за день тепло и создают вокруг павильона восходящие турбулентные токи воздуха, сильно портящие фотографии. Поэтому наиболее подходящий из доступ-

ных материалов и для стен, и для крыши – листовая металл. Каркасом успешно может служить стальной уголок № 40. В качестве рельса для откатной крыши более всего подходит П-образный швеллер. Так, павильон клуба им. Максимова, построенный в 1982 г., обшит плоским стальным листом толщиной 1,5 мм. В качестве рельсов использован П-образный швеллер № 60, уложенный полочками вверх. По рельсу катятся резиновые ролики диаметром около 13 см, взятые мною от списанных штативов кинопрожекторов. Сейчас подобные ролики



Английская монтировка 300-мм рефлектора Ньютона, выполненная из заднего моста грузового автомобиля. Павильон по рельсам откатывается полностью. Журнал "Sky and Telescope".

встречаются в специализированных магазинах. Заготовки из металла для небольших павильонов можно изготовить в мастерской, а позже перевезти на площадку обсерватории и собрать.

АСТРОНОМИЧЕСКАЯ БАШНЯ

В наше время для укрытия телескопа все чаще строят башни с куполом. Например, автор в 1982 г. в 100 км от Новосибирска построил обсерваторию, башню которой выложил из кирпича. У такой башни несколько явных преимуществ. Прежде всего, купол во время наблюдений укрывает телескоп от ветра, предотвращая его вибрации, которые могут ока-

заться губительными при фотографировании не только мелких деталей поверхности Луны и планет, но и при длительных выдержках во время съемки туманностей и галактик в максимальном масштабе. Кроме этого, купол башни закрывает наблюдателя от засветки. Это очень важно при наблюдении переменных звезд и слабых объектов каталогов Мессье и NGC. Наконец, немалую роль играет традиция. Каждому любителю хочется, чтобы его обсерватория напоминала профессиональную.

Материалом барабана башни могут служить кирпич, бетон, дерево, металл. Аккуратно выложить цилиндр из кирпи-

ча относительно просто. В центре будущей башни своей обсерватории я вертикально установил водопроводную трубу, ее удерживали три проволочные растяжки. Вокруг трубы свободно поворачивался кронштейн, на его конце был укреплен проволочный указатель вроде своеобразного циркуля. Укладывая ряд кирпича с помощью этого "циркуля", я ориентировался на указатель на его конце. Прежде чем начинать следующий ряд, поднимал кронштейн с помощью скользящей муфты на высоту ряда кирпича 6,5 см и укладывал новый ряд. Во время съемок серии "Астрономия для малышей" выдающийся российский

киноактер и большой любитель астрономии Андрей Болтнев в перерывах выложил несколько рядов этой башни.

Однако у кирпича, как и у бетона, велика теплоемкость. Кирпич, нагревшийся за день, даже в пасмурную погоду, на протяжении всей ночи излучает тепло, создавая потоки теплого воздуха, которые безнадежно портят изображения. Наиболее подходящим материалом для башни нужно признать металл, в частности сталь. Например, башня Пулковской обсерватории для 600-мм рефлектора с металлическим зеркалом облицована стальными листами. Особенность металлов в том, что они быстро и нагреваются, и отдают тепло, когда температура окружающего воздуха падает. Наружные стены башни, особенно южную и западную стороны, желательно облицевать материалом с коэффициентом отражения, близким хотя бы к 50%.

КУПОЛ БАШНИ

Каркас купола башни обсерватории автора состоит из ребер, склеенных из 5-мм рейки, которая изгибается по шаблону. Для большей надежности после проклейки всех реек столлярным, казеиновым или другим клеем (до высыхания клея) рейки лучше соединить мелкими гвоздиками длиной 15–20 мм



Павильон, в котором находятся шкаф для разного оборудования, трое часов, ящик для очков и камеры, красная лампа для освещения атласа звездного неба и записей результатов наблюдений. Главный фасад этого павильона – копия Парфенона Афинского акрополя, выполненная в масштабе 1:10. Подобное сооружение выглядит очень романтично под звездным небом. Журнал “Sky and Telescope”.

через каждые 20–30 см. Толщина ребра составит 15–20 мм для куполов диаметром около 3–4 м, ширина ребра – 5–6 см. Надо следить за тем, чтобы стыки реек в каждом ряду шли “вразбежку” со стыками в других рядах. Деревянный каркас об-

шивают рейкой толщиной 10 мм, после чего купол покрывают кровельной сталью.

Купол устанавливают на ролики, по которым он катится при повороте. Верхняя поворотная часть башни (купол) не обязательно должна



Башня обсерватории Л.Л. Сикорука. Фото автора.

иметь форму сферы. Иногда это цилиндры, перекрытые кровлей в виде сферы малой кривизны, как у башен рефракторов Пулковской обсерватории до Великой Отечественной войны. Иногда это конус, как у коронографа обсерватории Сакраменто-Пик в США. Такая форма не позволяет скапливаться снегу на «куполе». Можно поставить саму башню на рельсы с роликами, что-

бы она полностью вращалась, как было сделано для Джейвоттовского телескопа на станции в Ок-Ридже Гарвардской обсерватории. В этом случае люк обсерватории можно совместить с входной дверью башни.

Сферический купол обладает благоприятными аэродинамическими свойствами, и это положительно сказывается на снижении турбу-

лентности вокруг башни. В последнее время стало ясно, что аэродинамическая форма купола не так критична, появились новые идеи. Примером может служить башня одного из крупнейших телескопов мира – японского 8-м телескопа «Субару» в Мауна-Кеа (Гавайи).

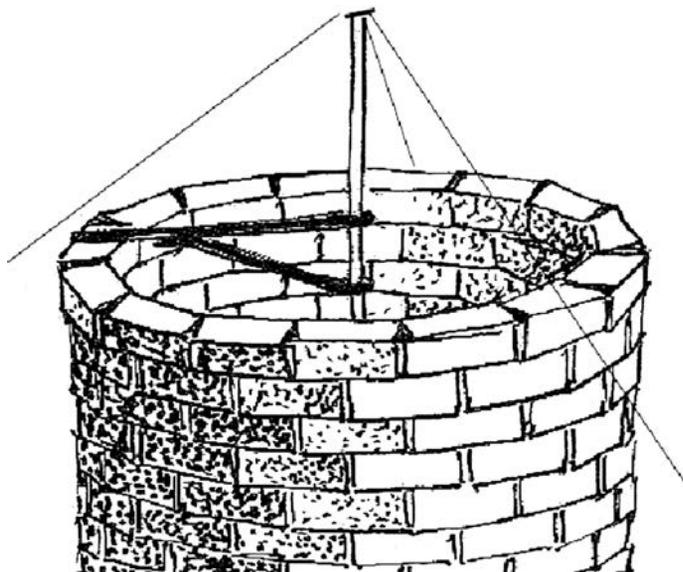
СТАВНИ И ШТОРКИ-ЗАБРАЛА

Купол независимо от формы снабжен люком – это прорезь от нижнего пояса и несколько дальше зенита, более 90° . Ширина на всей длине люка колеблется от $1/4$ до $1/3$ диаметра купола. Люки меньшей ширины неудобны во многих отношениях. Для небольших куполов пригодны две конструкции открывания люка. Первая представляет собой простые створки на шарнирах, они откидываются на время наблюдений. Большое преимущество створок, кроме их простоты, в том, что большая часть люка во время наблюдений может быть закрыта, тогда инструмент защищен от ветра, а глаза наблюдателя – от постороннего света.

Откатные дугообразные шторы (ставни) сдвигаются в стороны от люка по прямолинейным направляющим, изготовленным из трубы, уголка или швеллера. Обе направляющие (вверху и вторая внизу) должны быть строго параллель-

ны. Откатные шторки при попытке их отодвинуть слегка перекашиваются и заклинивают. Чтобы этого избежать, приходится верхний и нижний концы шторки связывать тросами. Чем шире шторка, тем меньше она заклинивает. Поэтому у малых куполов диаметром 3–4 м часто делают одну шторку большой ширины. Чтобы ролики, на которых катится шторка, двигались легко, их следует устанавливать на шариковых подшипниках и выбирать как можно большего диаметра. Ролики желательно покрыть резиной, тогда они катятся без грохота.

Сегодня шторки на куполе делают в форме забрала. На обсерватории автора такой каркас выполнен из алюминиевого уголка № 40 и обшитого листовым алюминием. Шторка с помощью стержня откатывается назад по криволинейным алюминиевым направляющим (уголок № 50) и возвращается на место с помощью нейлонового шнура, прикрепленного к задней части каркаса. Каркас шторки и рельсы, по которым она движется без сопротивления, согнуты по шаблону до нужного радиуса. Шторка-забрало сравнительно проста в изготовлении, и потому теперь все купола для профессиональных и любительских телескопов снабжены ими. Можно упростить механизм движения шторки-забрала по направляющим и



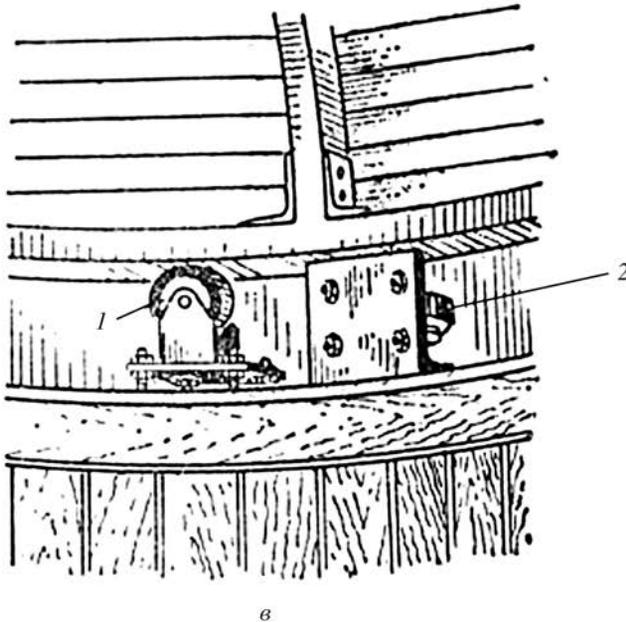
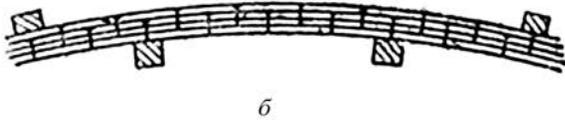
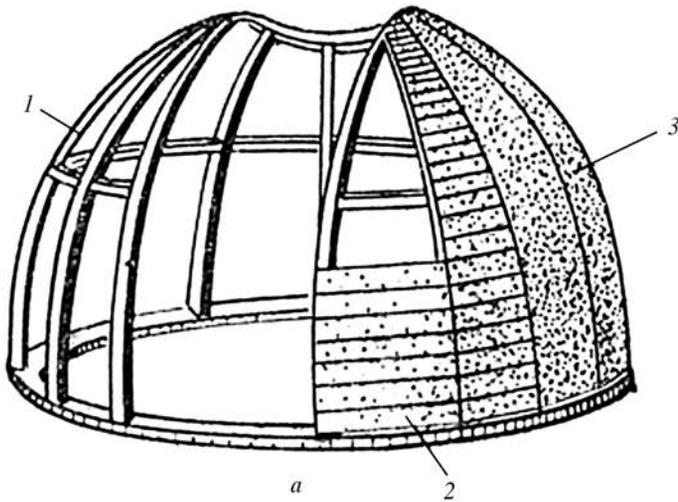
“Циркуль” для кладки кирпичной башни.

заодно обращение с ней. Противовес делает возможным управление от руки даже сравнительно большой шторкой-забралом. Люк башни пре-

вышает половину дуги в 90°, поэтому купол оснащен шторкой-забралом из двух неравных частей. Маленькая устанавливается внизу, большая –



Металлическая (стальная) башня 600-мм рефлектора Пулковской обсерватории. Фото автора.



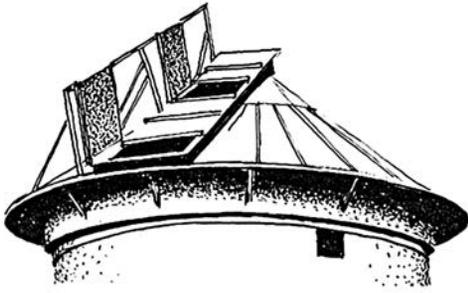
вверху. Это удобно еще и потому, что каждая половинка легче целого и поднимать их проще. Кроме того, открывая только половину люка, мы защищаем телескоп от ветра и наблюдателя от постороннего света.

МЕХАНИЗМ ВРАЩЕНИЯ КУПОЛА

Направляющие, по которым катится купол, изготавливают обычно из швеллера, согнутого по окружности, и крепят на нижней обвязке купола. Рельс устанавливают на ролики, смонтированные на стене башни. Согнуть рельс можно в трамвайном или железнодорожном депо. Отклонения от окружности и от плоскости этого кольца не должно превышать 1–2 см. Некоторые любители используют деревянные направляющие, что, разумеется, много проще. Все, что сказано о роликах шторок, относится в еще большей степени к роликам купола диаметром 80–120 мм и больше. Ролики должны иметь реборды или можно установить несколько дополнительных (радиальных) роликов, не дающих куполу скатиться в сторону.

Сильный ураганный ветер может сорвать купол с башни, поэтому следует предусмотреть штормзахваты. Это достаточно прочные стержни, установленные на анкерах, заделанных в стену башни. Верхний конец

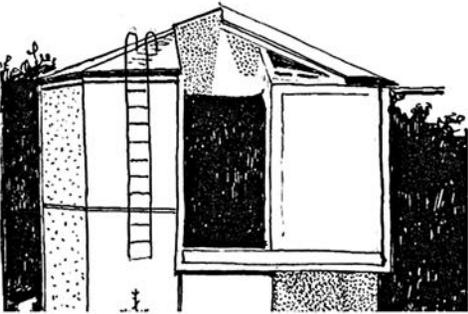
Схема купола: а) 1 – каркас, 2 – деревянная обрешетка, 3 – обшивка кровельной сталью; б) изгибание многослойных ребер каркаса; в) 1 – опорный ролик, 2 – радиальный ролик. Рисунок автора.



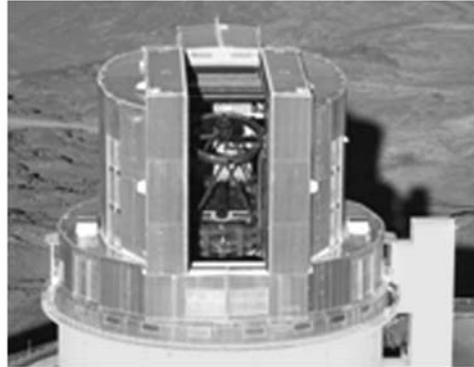
а



б

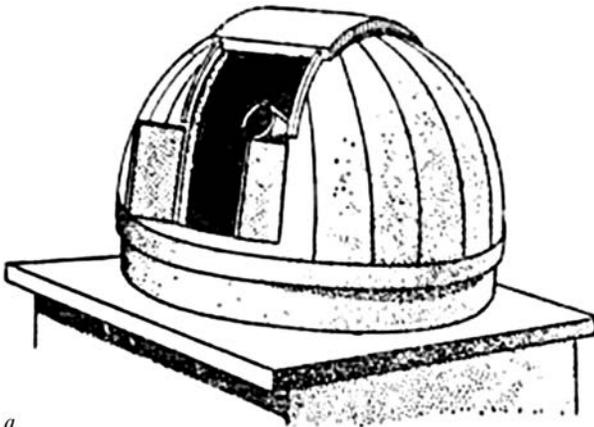


в

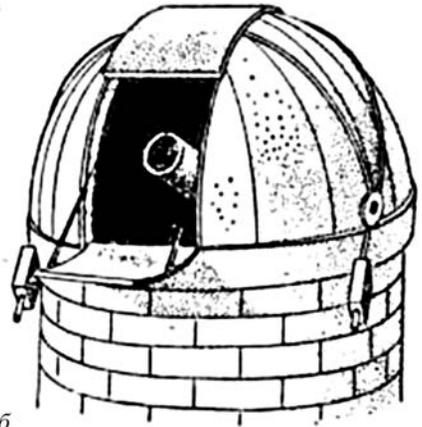


г

Купола различной формы на башнях обсерваторий: а) конический (солнечная обсерватория Сакраменто-Пик, США); б) шатровый, обсерватория Райта, Беркли, США, "Amateur Telescope Making" Scientific American Ink, 1953; в) полностью поворачивающаяся башня (Джеветтовский телескоп в Ок-Ридже, США); г) сложной конструкции (японский 8-м телескоп "Субару", Мауна Кеа, Гавайи). Рисунки автора и фото ESO.



а



б

Конструкция забрала: а) забрало откатывается на роликах по направляющим; б) забрало уравновешено противовесами.

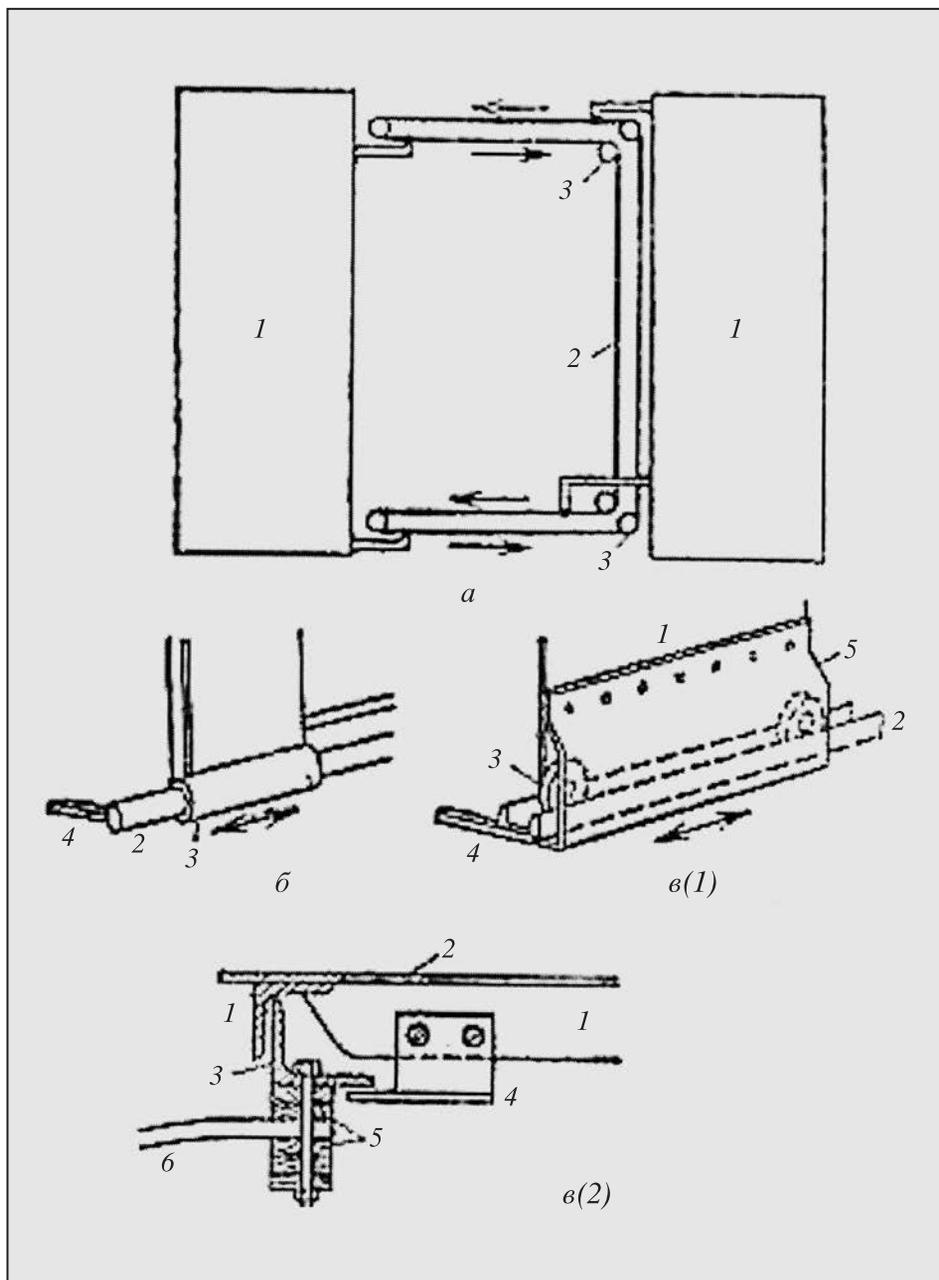


Схема механизма цилиндрических шторок для закрывания люка башни: а) конструкция купола обсерватории автора, б) изгибание ребер каркаса, в) ролики купола: несущий (1) и радиальный (2). Рисунок автора.

шторм-захвата входит между полочек швеллера, по которому катятся ролики, но не мешает вращению купола. Впрочем, теория аэродинамики указывает на то, что равнодействующая от ветра всегда направлена по радиусу сферы к ее центру. Это значит, что ветер не только стремится сорвать купол с башни, но и прижимает его к стенам башни.

Мы рассмотрели несколько идей строительства малых, индивиду-

альных обсерваторий. В следующих номерах журнала мы рассмотрим проектирование и строительство клубных, школьных обсерваторий и обсерваторий при астрономических центрах на примере планетария Новосибирского детского астрофизического центра и других планетариев.

В заключение хотел бы от всей души поздравить коллектив журнала “Земля и Вселенная”, а также его многочисленных чи-

тателей с 50-летием плодотворной деятельности. Одна беда – основатель и бессменный его руководитель доктор педагогических наук Ефрем Павлович Левитан не дожил до этого праздника. Очень жаль.

*Л.Л. СИКОРУК,
кандидат педагогических наук
Заслуженный деятель искусств России
Новосибирск*

Информация

“Радиоастрон”: наблюдение внегалактического мазера

С помощью наземно-космического интерферометра обсерватории “Радиоастрон” международная команда ученых впервые зарегистрировала излучение мазеров воды от внегалактического объекта в галактике NGC 4258 (M106; 24 млн св. лет, созвездие Гончих Псов). В ней мазерное излучение наблюдается в виде многочисленных компактных пятен в газовом аккреционном диске вокруг сверхмассивной черной дыры. Из-за светимости, превышающей в миллионы раз светимость мазеров в областях звездообразования и оболочках звезд Галактики, этим объектам присвои-

ли термин “мегамазеры”. Источником энергии для накачки таких мазеров может быть рентгеновское излучение центральной части галактики. Множество наблюдаемых компонент объясняется неустойчивостью и турбулентностью в аккреционном диске. Поскольку они связаны с веществом диска, то по движению деталей можно изучать структуру и кинематику диска, определять расстояние до галактики.

Другая важная часть научной программы проекта “Радиоастрон” – изучение космических мазеров в окрестностях звезд, формирующихся внутри облаков межзвездного газа в Галактике. Они не столь мощны, как мегамазеры, но намного ближе к нам и значительно ярче, поэтому наблюдать их проще. Научной группе удалось обнаружить излучение еще от нескольких таких областей, например сигнал от очень компактного водяного мазера, связанного с ближайшей к нам областью

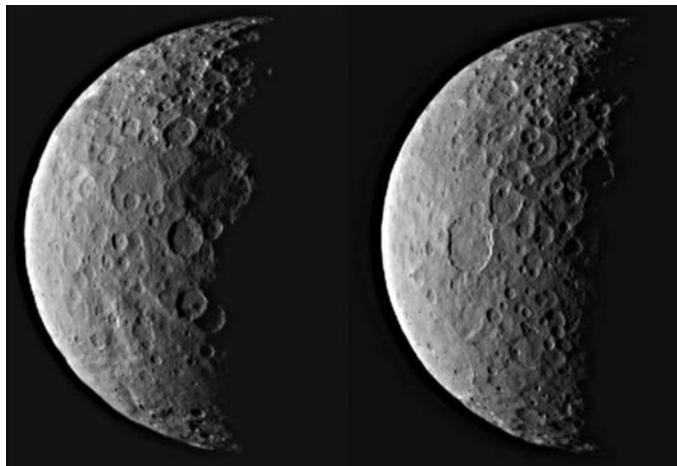
образования массивных звезд Orion KL, расположенной на расстоянии около 1370 св. лет от нас. Эта область – часть комплекса молекулярных облаков в созвездии Ориона, в котором протекают активные процессы звездообразования, сопровождающиеся мощным мазерным излучением в линии водяного пара с температурой более 10^{15} К. Ученые успешно наблюдали один из наиболее удаленных источников мазерного излучения в Галактике – область звездообразования W49 N в спиральном рукаве Персея на расстоянии около 36 тыс. св. лет. В области звездообразования W3 IRS5 получено изображение водяного мазера с экстремальным разрешением около $14 R_{\odot}$.

Научная группа продолжает работать над улучшением обработки данных, что позволит определить яркие температуры и размеры мазерных источников.

Пресс-релиз ФИАН,
10 апреля 2015 г.

Темные кратеры и яркие пятна на Церере

6 марта 2015 г. американская АМС “Доун” (“Dawn”; запущена 27 сентября 2007 г.; Земля и Вселенная, 2008, № 1) вышла на орбиту искусственного спутника карликовой планеты Цереры диаметром 950 км – самого большого астероида в Главном поясе астероидов. Напомним, что в июле 2011 г. станция достигла астероида Веста и в течение 14 мес собирала данные о нем с орбиты ее искусственного спутника, затем была направлена к Церере (Земля и Вселенная, 2012, № 1, с. 35–37; 2012, № 3, с. 40; 2013, № 1, с. 106–107). “Доун” находится на орбите высотой около 61 тыс. км, в 500 млн км от Земли, поэтому на прохождение радиосигнала туда и обратно уходит 55 мин. Станция постепенно сближается с Церерой и собирает информацию об этой планете. 23 апреля она вышла на орбиту Цереры (высота – 13,5 тыс. км,



Карликовая планета Церера. Снимки сделаны 25 февраля 2015 г. АМС “Доун” с расстояния 46 тыс. км (разрешение – 3,7 км). Фото NASA.

период обращения – 15 сут), 9 мая снова включит ионный двигатель и перейдет на обзорную орбиту, удаленную от Цереры на 4400 км. Станция проведет картографирование Цереры с разрешением 1,3 км. Ожидается, что она получит 2500 снимков и более 2 млн спектров. “Доун” проработает на орбите вокруг Цереры до конца 2016 г.

Приближаясь к Церере, 19 февраля 2015 г. АМС с расстояния 46 тыс. км сделала первые снимки. На одном из них кроме темных кратеров было обнаружено загадочное двойное очень

яркое пятно размером около 4 км, его спектральные характеристики соответствуют водяному льду. Образование пятна может быть вызвано испарением водяного пара, поднимающегося над кромкой кратера и истекающего в космос. Пятно остается ярким в течение дня и пропадает с наступлением ночи – такое поведение свойственно кометам. Вероятно, Церера – активное небесное тело.

Пресс-релиз NASA,
25 февраля 2015 г.

АМС “Новые горизонты” приближается к Плутону

Выйдя на финальный отрезок 9-летнего полета, американская АМС “Новые горизонты” (“New Horizons”, запуск 19 января 2006 г.; Земля и Вселенная, 2006, № 3, с. 108–109; 2007, № 1, с. 103; 2013, № 6, с. 95) приступила к исследованию системы карликовой планеты Плутон. В конце января 2015 г. четыре из семи научных инструментов начали наблюдения. Первые снимки Плутона и его спутника Харона сделаны 25 и 27 января 2015 г. на расстоянии 203–200 млн км от планеты с помощью длиннофокусной камеры LORRI. 12 марта станция приблизилась к Плутону на 150 млн км (1 а.е.). За два дня до этого на расстоянии 4,77 млрд км от Солнца была проведена очередная коррекция траектории. В апреле – мае разрешение снимков LORRI превысит разрешение снимков KTX. Это позволит уточнить расстояние до Плутона, чтобы оптимально подготовиться к финальным исследованиям. Камера LORRI будет фотографиро-



АМС “Новые горизонты” пролетает вблизи Плутона и Харона. Рисунок NASA.

вать карликовую планету с экспозицией до 10 с, чтобы различить спутники Никс и Гидра. 14 июля 2015 г. АМС “Новые горизонты” пролетит на расстоянии 12 500 км от поверхности Плутона. Планируется в течение 9 сут исследовать его систему и собрать примерно 4,5 ГБ информации. Предстоит проверить гипотезу о наличии на Плутоне океана воды

под толщей льда. В 2016–2020 гг. станция исследует некоторые объекты пояса Койпера. Из-за ограниченного запаса топлива корректировать траекторию будут в зависимости от дополнительной программы исследований.

Пресс-релиз NASA,
14 апреля 2015 г.

Кругосветный полет самолета на солнечной энергии

9 марта 2015 г. швейцарский одноместный самолет “Солар Импульс-2” (“Solar Impulse-2”), работающий на солнечной энергии, отправился из Абу-Даби (Объединенные Арабские Эмираты) в первое кругосветное путешествие. Планируется, что “Солар Импульс-2” за пять месяцев преодолеет 35 тыс. км, совершит 12 посадок. Маршрут проляжет из Абу-Даби в Оман, оттуда в Индию, Мьянму и Китай, затем через Тихий океан, США, Атлантический океан, страны Западной Европы самолет вернется в Абу-Даби. Самолетом будут управлять по очереди пилоты Андре Боршберг и Бертран Пикар. Приземляясь в разных городах для ремонта и обслуживания самолета, они читают публичные лекции об альтернативной энергетике.

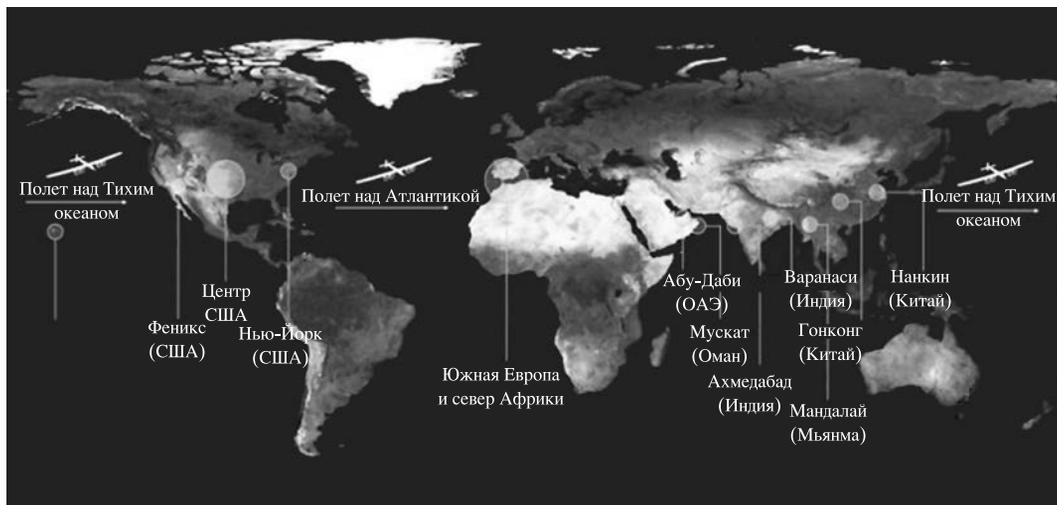
“Солар Импульс-2” (размах крыла – 72 м, вес – 2,3 т) развивает крейсерскую скорость около 140 км/ч, может летать в любых погодных условиях. На самолете установлены 17 тыс. солнечных



Самолет на солнечной энергии “Солар Импульс-2” пролетает над Абу-Даби. 9 марта 2015 г.



Пилоты самолета “Солар Импульс-2” А. Боршберг и Б. Пикар перед кругосветным путешествием.



Карта с местами посадки самолета “Солар Импульс-2”.

аккумуляторных батарей, от которых работают четыре электромотора. Электроконденсаторы могут продержат аппарат на высоте

8500 м всю ночь. Самолет способен находиться в воздухе круглосуточно, поскольку излишки солнечной энергии, полученной за

день, накапливаются в системе конденсаторов.

По материалам Информ-агентств,
9 марта 2015 г.

Информация

Испытания аппарата для отправки на Марс

В мае 2015 г. NASA приступило к наземным испытаниям новой АМС “Инсайт” (“InSight”, Interior exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport – исследование внутреннего строения через изучение сейсмической активности, геодезии

и теплопередачи). В марте 2016 г. она отправится к Марсу, чтобы собрать данные для первой пилотируемой экспедиции на эту планету. Через полгода станция должна совершить посадку на марсианскую поверхность и выполнить программу исследований.

По конструкции “Инсайт” аналогична АМС “Феникс”, успешно работавшей в 2008 г. на Марсе (Земля и Вселенная, 2008, № 5, с. 108–109). Станции предстоит изучить сейсмическую активность, теплообмен и радиационную об-

становку на поверхности планеты, она займется также геодезией. Создается “Инсайт” в аэрокосмической корпорации “Локхид-Мартин Спейс Системс” по программе исследования тел Солнечной системы “Дискавери” с малобюджетным финансированием. Научную аппаратуру готовят специалисты Австрии, Бельгии, Великобритании, Германии, Испании, Канады, Польши, Франции, Швейцарии, Японии и США.

Пресс-релиз NASA,
28 мая 2015 г.

Турбулентность межзвездной плазмы

В Физическом институте им. П.Н. Лебедева РАН (ФИАН) в результате изучения турбулентности астрофизической плазмы получены первые двумерные карты распределения индексов межпланетных мер-

цаний нескольких тысяч радиоисточников.

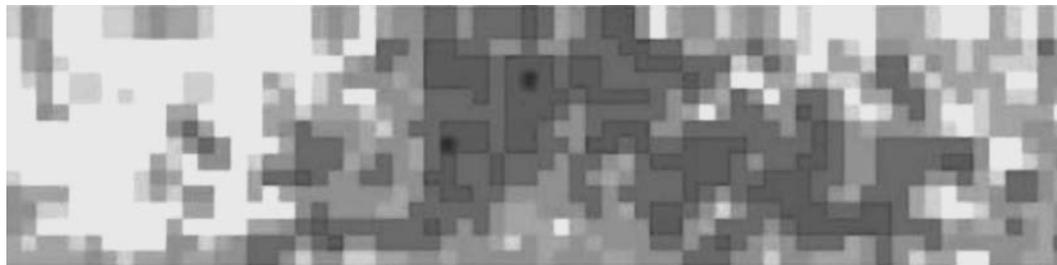
Исследование турбулентности осложняется тем, что хаотическим изменениям одновременно подвержены многие ее параметры: плотность, скорость движения, магнитное поле. Спектр турбулентности межзвездной плазмы измеряется на основе анализа наблюдений проходящих через плазму радиоволн, которые регистрируют радиотелескопы. Турбулентность в солнечном ветре изучается, в частности, с помощью метода мерцаний. В Пушинской радиоастрономической обсерватории Астрокосмического

центра (ПРАО АКЦ ФИАН) этот метод развивается с 1970-х гг.

В 2002–2008 гг. в рамках международного проекта специалисты Пушинской обсерватории определили спектр турбулентности межзвездной плазмы в широком диапазоне масштабов, от тысяч километров до сотых долей парсека. Регистрировались мерцания нескольких тысяч компактных радиоисточников, параметры радиоизлучения аномальных пульсаров и компактных источников в ядрах активных галактик. Наблюдения проводились на Большой сканирующей антенне (БСА)



Большая сканирующая антенна АКЦ ФИАН. Фото ФИАН.



Карта распределения индекса мерцаний (большему значению индекса соответствует более темный цвет). ФИАН.



Среднемесячная карта распределения индексов межпланетных мерцаний. Апрель 2014 г. ФИАН.

ФИАН – крупнейшем и самом чувствительном в мире радиоастрономическом инструменте в метровом диапазоне, а также с помощью космической обсерватории “Радиоастрон” и больших наземных радиотелескопов. На основе полученных данных сделан вывод о пространственном распределении плотности межпланетной плазмы: чем ближе к Солнцу, тем она больше. В период максимума солнечной активности структура распределения плотности близка к сферически-сим-

метричной. В отдельные дни на фоне среднего распределения зафиксированы возмущения, вызванные вспышками на Солнце. Ученые также изучили распределение межзвездной турбулентной плазмы в Галактике: она усиливается в спиральных рукавах вблизи остатков вспышек сверхновых и в окрестности центра. Установлено, что у пульсара B0950+08 два слоя турбулентной плазмы на расстоянии 2–8 пк и 40–130 пк от нас.

Специалисты наблюдали несколько групп аномальных пульсаров, исследовали изменение параметров их радиоизлучения, определили физические условия в активных ядрах радиогалактик СТА 21 и OF +247. Выяснилось, что почти все излучение этих источников сосредоточено в их компактных (примерно 100 пк) компонентах и они находятся на ранней стадии космологической эволюции.

Пресс-релиз ФИАН
10 марта 2015 г.

Стихийные бедствия

21 апреля 2015 г. на юге Чили, в Андах, в 670 км от столицы Сантьяго, началось извержение вулкана Вильяррика. Он выбрасывал лаву и пепел на высоту до 1 км. Извержение угрожало всему живому в радиусе до 20 км. В 2004 г. на вершине вулкана (2840 м) образовалось

озеро, из которого вылетали вулканические бомбы. Ночью пылающая вершина вулкана была видна в близлежащем городе Пукон. Власти страны объявили “красный” уровень опасности, было эвакуировано 3,5 тыс. человек, отменены рейсы самолетов. Наблюдения за вулканом ведутся с 1558 г., последнее крупное извержение произошло в 1985 г. До этого он проявлял активность в 1964 г. и 1971 г.

В марте 2015 г. мексиканский вулкан Колима исторг гигантский столб пепла и дыма на высоту до 4 км. Он получил название “Огнен-

ный вулкан” и стал наиболее активным в Мексике – более 40 извержений с 1576 г.

25 апреля 2015 г. произошло землетрясение силой 7,9 балла в Непале. Оно вызвало масштабные разрушения, привело к многочисленным человеческим жертвам и спровоцировало сходы лавин. Погибло более 9 тыс. человек, 16 тыс. получили ранения. Погибшие есть также в Индии и Китае. Это землетрясение стало сильнейшим за последние 80 лет.

По материалам
информгентств

НОВЫЕ КНИГИ

Мечты о полете в космос

Объединенный мемориальный музей им. Ю.А. Гагарина выпустил книгу *М.В. Бутрименко, М.А. Лебедева и Е.А. Самаровой “Космические полеты в русской литературе”* (Гагарин, 2014). Авторы анализируют фантастические произведения русской литературы, написанные до 1957 г., в которых затрагивается тема полета человека в космическое пространство.



Она постоянно привлекает внимание читателей. Именно эти книги помогли выбрать профессию будущим создателям ракетно-космической техники и космонавтам.

Сотрудники музея много лет трудятся над составлением каталога художественной литературы, в него вошло уже более сотни произведений. На его основе авторы подготовили обзор, охватывающий двухсотлетний период – от баллад и од М.В. Ломоносова до повести “Страна багровых туч” братьев Стругацких и романа “Туманность Андромеды” И.А. Ефремова. Произведения рассматриваются в зависимости от периода их создания, книга содержит шесть глав: XVIII в., XIX в., 1901–1917 гг., 1918–1929 гг., 1930–1945 гг., 1946–1957 гг. Завершает издание список литературы.

Эта небольшая, но познавательная книга рассчитана на широкий круг читателей.

“Кассини”: снимки спутников

В конце 2014 г. АМС “Кассини” получила новые фотографии спутников Сатурна. На переднем плане одного из изображений на фоне колец красуется второй по величине спутник планеты-гиганта Рея (диаметр 1528 км), обращающийся по орбите высотой

Спутники Сатурна Рея и Эпиметей на фоне его колец. Снимок сделан 11 августа 2014 г. АМС “Кассини” на расстоянии 1,2 млн км от Рея и 1,6 млн км от Эпиметей. Фото JPL/NASA.



Крупнейшие спутники Сатурна Рея и Титан (на втором плане). Снимок сделан 3 ноября 2014 г. АМС “Кассини” на расстоянии 1,8 млн км от Рея и 2,5 млн км от Титана, разрешение – 11 км. Фото JPL/NASA.

527 тыс. км. Хорошо видно, что ведущее полушарие Реи сильно кратерированное и светлое. У Реи тонкий слой разреженной атмосферы из кислорода и углекислого газа. В экваториальной плоскости вращается кольцевая система, состоящая из трех узких плотных колец. Немного ниже Реи располо-

жился Эпиметей ($105 \times 108 \times 135$ км), обращающийся по орбите высотой 151 тыс. км от Сатурна. Эпиметей и Янус движутся по очень близким орбитам, расстояние между ними всего 50 км, то есть меньше, чем их радиусы. Во время съемки между спутниками было примерно 400 тыс. км.

На другом изображении запечатлены спутники Сатурна Рея и Титан (5510 км). Заметна тонкая дымка – это верхние слои углеводородного смога в атмосфере Титана.

*Пресс-релизы JPL/NASA,
11 августа и 3 ноября
2014 г.*

Информация

Сценарий образования кометы Чурюмова – Герасименко

“Кометы или их зародыши формировались на периферии Солнечной системы за миллионы лет до того, как возникли первые планеты. Если нам удастся понять, как происходил этот процесс, мы приблизимся к пониманию того, как шли первые стадии рождения планет, и сможем вычислить первоначальный размер их зародышей – планетезима-

лей”, – заявил М. Ютци из Университета Берна (Швейцария). М. Ютци и его коллега Э. Аспхог (Аризонский университет) пришли к такому выводу, анализируя результаты столкновений небольших комет диаметром от нескольких сот метров до километра, смоделированных на суперкомпьютере. Меняя размеры, химический состав и скорость движения виртуальных комет, ученые пытались сформировать из них небесное тело слоистой структуры в форме гантели, похожей на ядро кометы Чурюмова – Герасименко. Как показали расчеты, оно возникло при столкновении двух относительно крупных зародышей размером примерно 1 км на очень небольшой скорости – 1,5 м/с, что сопоставимо со скоростью

движения велосипеда. После первого столкновения будущие части ядра разлетелись, и на поверхности большей из них возникла небольшая горка, которая соединилась впоследствии с меньшей. Через сутки части ядра вновь столкнулись, что привело к их слипанию и деформации, в результате ядро кометы обрело форму гантели. Как считают ученые, подобные сценарии формирования кометы Чурюмова – Герасименко говорят о том, что первые этапы рождения планет и малых тел Солнечной системы шли в относительно спокойных условиях и при достаточно низких скоростях столкновений планетезималей.

Пресс-релиз NASA,
30 мая 2015 г.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ		70336									
	на <u>газету</u> журнал		(индекс издания)									
	Земля и Вселенная		Количество комплектов									
	(наименование издания)											
	на ___ год по месяцам:											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Куда											
		(почтовый индекс)		(адрес)								
	Кому											
		(фамилия, инициалы)										
		ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА										
				70336								
на <u>газету</u> журнал		(индекс издания)										
Земля и Вселенная		Количество комплектов										
(наименование издания)												
Стоимость	подписки пере-адресовки	___ руб. ___ коп.	Количество комплектов									
		___ руб. ___ коп.										
на ___ год по месяцам:												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Куда												
	(почтовый индекс)		(адрес)									
Кому												
		(фамилия, инициалы)										

Дорогие читатели!

*Напоминаем, что подписаться на журнал
“Земля и Вселенная” вы можете с любого
номера по Объединенному каталогу
“Пресса России”*

(II полугодие 2015 г.) во всех отделениях связи.

*Подписаться можно и по Интернету,
воспользовавшись каталогом журналов
на сайте Почта России.*

Подписной индекс – 70336.

**Заведующая редакцией Г.В. Матросова
Зав. отделом космонавтики и геофизики С.А. Герасютин**

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

Литературный редактор О.Н. Фролова

Оператор ПК Н.Н. Токарева

Корректор Г.В. Печникова

Обложку оформила О.Н. Никитина

Сдано в набор 08.05.2015. Подписано в печать 04.06.2015. Дата выхода в свет 13.07.2015

Формат 70 × 100¹/₁₆ Цифровая печать

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

Тираж 415 Зак. 283 Цена свободная

Учредители: Российская академия наук, Президиум

Издатель: Российская академия наук. Издательство “Наука”

117997 Москва, Профсоюзная ул., 90

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

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

E-mail: zevs@naukaran.ru

Оригинал-макет подготовлен издательством «Наука» РАН

Отпечатано в ППП «Типография «Наука»,

121099 Москва, Шубинский пер., 6





"НАУКА"
Индекс 70336