

# Вселенная

## пространство \* время



Тема номера

### ОСВОЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

*Как заселить  
Луну и Марс*

### Gaia: измерение Галактики

Saturn V — единственный космический носитель, сумевший доставить человека на Луну — давно стал музейным экспонатом. Чтобы отправиться к Марсу, покорителям космоса понадобятся более мощные и совершенные ракеты

### Тайны Плутона

новые снимки New Horizons

Ракетная посадка  
Blue Origin

Самая  
одинокая  
галактика

NASA выбирает  
будущие  
миссии



[www.universemagazine.com](http://www.universemagazine.com)



4 182 009 412 000 101 0 013 6

## УНИКАЛЬНЫЕ СУВЕНИРЫ И ОРИГИНАЛЬНЫЕ ПОДАРКИ!

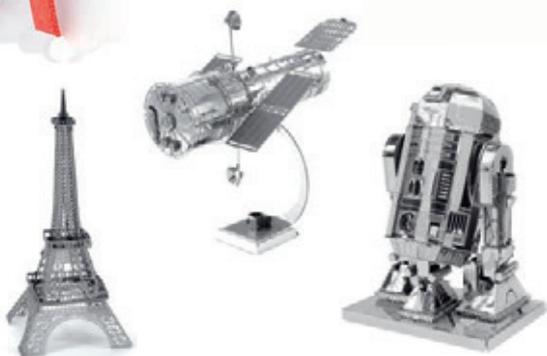
### ▼ ФАНТАСТИЧЕСКАЯ ЛЕВИТАЦИЯ

Предметы без видимой опоры парят в воздухе, не касаясь поверхности!



### ▼ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ СБОРНЫЕ 3D-МОДЕЛИ

Модели представляют собой уменьшенные копии различных видов техники, транспортных средств, архитектурных шедевров, персонажей «Звездных войн» и пр.



### ▲ ГЛОБУСЫ С ПОДСВЕТКОЙ

«Земля и созвездия»

Земля днем, созвездия ночью — два глобуса в одном!

«Земля днем и ночью»

Глобус, демонстрирующий ночное освещение городов нашей планеты

[WWW.3PLANETA.COM.UA](http://WWW.3PLANETA.COM.UA)

## КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»

[www.universemagazine.com](http://www.universemagazine.com)

Астрономия, астрофизика, космогония, физика микромира

Космонавтика, космические исследования

Планетология, науки о Земле: геология, экология и др.

Науки о жизни: биология, микробиология, экзобиология

Жизнь на Земле, палеонтология, антропология, археология, история цивилизаций

11 декабря состоится собрание Научно-просветительского клуба

«Вселенная, пространство, время».

Место и время проведения: Киевский Дом ученых НАНУ, 18:30, Большой зал.

Адрес: ул. Владимирская, 45а (ст. метро «Золотые ворота»).

Тел. для справок: 050 960 46 94

На собрании будет представлен доклад

### «ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА В НАШИ ДНИ И В БУДУЩЕМ»

Космический полет глазами члена экипажа шаттла Columbia. Перспективы освоения человечеством ближнего и дальнего космоса. Ближайшие планы, основные опасности. Зачем человеку осваивать иные миры?

**Докладчик: Леонид Каденюк**

космонавт Украины, Герой Украины, президент Аэрокосмического общества Украины, кандидат технических наук, генерал-майор.

В собрании примет участие Сергей Якимов — один из кандидатов в участники программы по колонизации Марса, реализуемой частной компанией Mars One, согласно планам которой первые колонисты должны отправиться на Красную планету уже в 2026 г. Следующий отборочный этап состоится в сентябре 2016 г.

После лекции состоится мини-диспут, в течение которого можно будет задать вопросы Леониду Каденюку и Сергею Якимову.

Приглашаем всех желающих!

Вход по абонементам. Стоимость годового абонемента Дома ученых – 50 грн.

Приветствуются также добровольные взносы на проведение просветительских мероприятий Дома ученых.



Присоединяйтесь к нам в соцсетях «Вселенная, пространство, время»



# СОДЕРЖАНИЕ

## Ноябрь 2015

стр.12

### ВСЕЛЕННАЯ

Первый год научных наблюдений Gaia  
Владимир Карташов

4

### Новости

Свет и тьма звездных спиралей

10

Самая одинокая галактика

11

Когда Вселенная стала прозрачной

12

### СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

### Новости

NASA выбирает будущие планетные миссии

14

Подписан закон о добыче ресурсов в космосе

15

Платиновый астероид

15

Луна. Первый этап колонизации космоса  
Сергей Москалев, Евгений Родин,  
Марина Драгунова

16

стр.20



стр.23

Через тернии – к Марсу  
Редакционная статья

20

Минеральная летопись  
марсианской истории

23

Солнечный ветер в окрестностях  
Марса

25

Philae: год на ядре кометы

26

Самый тесный пролет Энцелада

27

На Титане появилось «зимнее»  
облако

27

Плутон: новые признаки  
активности

28

New Horizons меняет курс

29

### КОСМОНАВТИКА

### Новости

Blue Origin на пороге космоса

30

«Акацуки»: последняя попытка

31

На МКС снова дефицит энергии

31

### ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

Небесные события января

32

### ФАНТАСТИКА

Где-то на Марсе

Пауль Госсен

36



**ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время** — международный научно-популярный журнал по астрономии и космонавтике, рассчитанный на массового читателя

Издается при поддержке Национальной академии наук Украины, Государственного космического агентства Украины, Государственного астрономического института им. П.К.Штернберга Московского государственного университета, Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Информационно-аналитического центра «Спейс-Информ», Аэрокосмического общества Украины

**Подписаться на журнал можно в любом почтовом отделении Украины и России (подписные индексы указаны ниже).**

Руководитель проекта, главный редактор: Гордиенко С.П., к.т.н.  
Руководитель проекта, коммерческий директор: Гордиенко А.С.  
Выпускающий редактор: Манько В.А.  
Редакторы: Ковальчук Г.У., Василенко А.А. Остапенко А.Ю. (Москва)  
Редакционный совет: Андронов И.А. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии  
Вавилова И.Б. — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям

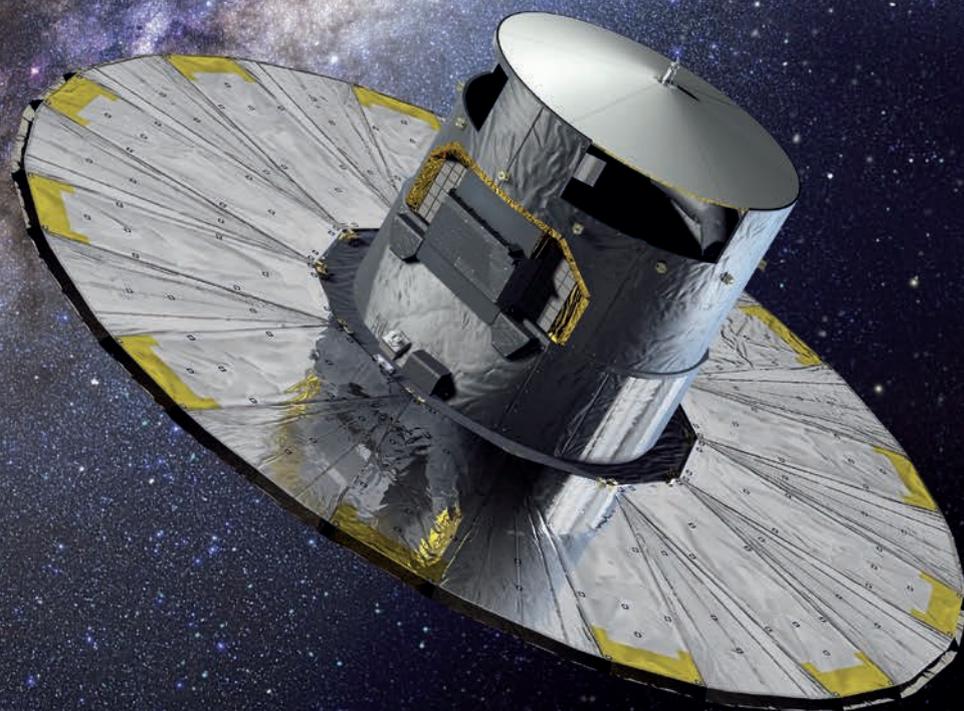
НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук  
Митрахов Н.А. — Президент информационно-аналитического центра Спейс-Информ, директор информационного комитета Аэрокосмического общества Украины, к.т.н.  
Олейник И.И. — генерал-полковник, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РФ  
Рябов М.И. — старший научный сотрудник Одесской обсерватории радиоастрономического института НАН Украины, кандидат ф.-м. наук, сопредседатель Международного астрономического общества  
Черепашук А.М. — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

Чурюмов К.И. — член-корреспондент НАН Украины, доктор ф.-м. наук, профессор Киевского национального Университета им. Т. Шевченко  
Дизайн, компьютерная верстка: Галушка Светлана  
Отдел продаж: Царук Алена, Чура Павел  
тел.: (067) 370-60-39, (067) 215-00-22  
Адрес редакции: 02097, Киев, ул. Милославская, 31-Б, к. 53  
тел./факс: (044) 295-00-22  
e-mail: uverse@gmail.com  
info@universemagazine.com  
www.universemagazine.com

тел.: (499) 707-13-10, (495) 544-71-57, (800) 555-40-99 звонки с территории России бесплатные  
Распространяется по Украине и в странах СНГ  
В рознице цена свободная  
Подписные индексы Украина: 91147  
Россия: 12908 – в каталоге «Пресса России» 24524 – в каталоге «Почта России» 12908 – в каталоге «Урал-Пресс»  
Учредитель и издатель ЧП «Третья планета»  
© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №11 ноябрь 2015  
Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.

Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.  
Тираж 8000 экз.  
Ответственность за достоверность фактов в публикуемых материалах несут авторы статей  
Ответственность за достоверность информации в рекламе несут рекламодатели  
Перепечатка или иное использование материалов допускается только с письменного согласия редакции.  
При цитировании ссылка на журнал обязательна.  
Формат — 60x90/8  
Отпечатано в типографии ООО «Прайм-принт», Киев, ул. Малинская, 20.  
т. (044) 592-35-06

# Первый год научных наблюдений Gaia



Астрометрическая обсерватория Gaia в представлении художника.

ESA-D. Ducros, 2013

Gaia — беспрецедентная космическая миссия, главной целью которой является составление трехмерной карты значительной части Млечного Пути, а также изучение процессов его формирования и эволюции. Специально созданный космический аппарат с недостижимой ранее точностью измерит лучевые скорости примерно миллиарда звезд (около одного процента всего «звездного населения» Галактики), а также регистрирует положение каждой из них на небе и его изменение со временем.

**Владимир Карташов,**  
кандидат физ.-мат. наук, доцент  
кафедры математики и информатики  
Челябинского института путей  
сообщения

Уже с древнейших времен человек начал осознавать тот факт, что выяснить, как устроен окружающий мир, можно, научившись определять расстояния до небесных светил. Постигание истины продолжалось много столетий, да и сейчас мы не знаем многих подробностей о нашем «космическом доме» — спиральной галактике по имени Млечный Путь... не говоря уже о более далеких звездных системах, свет от которых идет к нам миллионы и миллиарды лет.

А для того, чтобы узнать расстояние до небесных объектов, необходимо как мож-

но точнее определить их видимые положения в различные моменты времени. С этой целью 19 декабря 2013 г. Европейским космическим агентством (ESA) был запущен специальный астрометрический телескоп Gaia.<sup>1</sup> 21 августа 2015 г. он завершил первый год своих научных наблюдений (первые изображения после выхода на рабочую позицию и калибровки всех бортовых инструментов были получены 25 июля 2014 г.). Каковы же предварительные результаты его работы?

## Телескопы

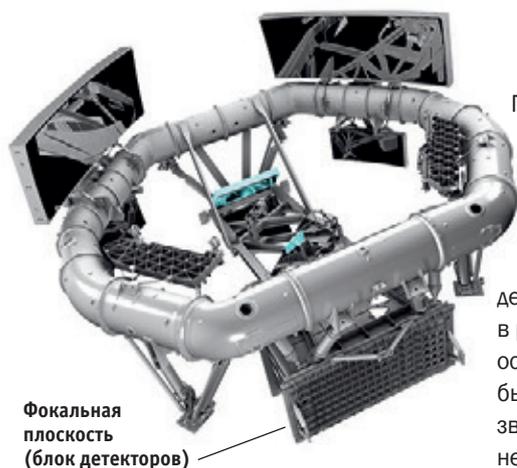
Телескоп Gaia работает около точки Лагранжа L<sub>2</sub> системы «Солнце-Земля»,

на расстоянии 1,5 млн км от нашей планеты в противосолнечном направлении.<sup>2</sup> Он проводит исследования звезд и других астрономических объектов по мере своего вращения вокруг оси, обозревая круговые полосы неба, постепенно сдвигающиеся в ходе его движения по орбите.

С момента начала выполнения научной части программы было проведено 272 млрд астрометрических измерений, 54,4 млрд оценок блеска, получено 5,4 млрд спектров. Для обработки и анализа данных Gaia требуются огромные усилия многих ученых и разработчиков программного обеспечения, разбросанных по всей Европе, которые объединены в консорциум DPAC (Gaia's Data Processing and Analysis Consortium).

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2014, стр. 11; №10, 2015, стр. 9

<sup>2</sup> ВПВ №8, 2010, стр. 5



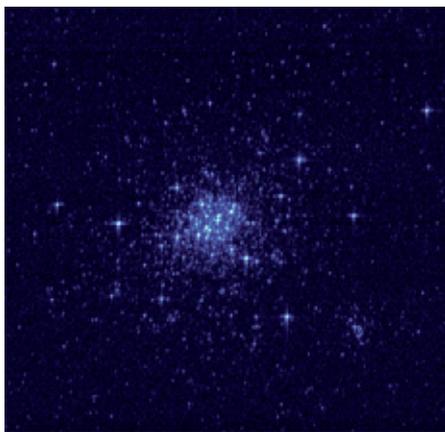
Фокальная плоскость (блок детекторов)

▲ Основные элементы оптической системы обсерватории Gaia

Обсерватория Gaia на самом деле состоит из двух телескопов. Они включают в себя десять зеркал различных форм и размеров для фокусировки света звезд и направления его на научные инструменты.

Каждый из телескопов имеет главное собирающее зеркало прямоугольной формы площадью около 0,7 м<sup>2</sup> (такая форма выбрана с целью наиболее эффективного использования ограниченного пространства внутри аппарата). Хотя по сравнению со многими наземными телескопами их размеры и невелики, Gaia имеет большое преимущество — она ведет наблюдения из космоса, где нет атмосферных помех, «размывающих» изображения.

▼ Шаровое скопление NGC 1818 — часть тестового изображения, полученного в процессе ввода в эксплуатацию обсерватории Gaia. Поле зрения 212"×212".



Диаметр основного блока обсерватории составляет 3,5 м (исключая «зонтик» диаметром около 10 м). Три вогнутых зеркала фокусируют свет, а три плоских зеркала неоднократно его отражают — таким образом, прежде чем достичь детекторов, он преодолевает расстояние более 35 м.

Каждый из трех научных инструментов использует для регистрации падающего на него звездного света набор цифровых детекторов — приборов с зарядовой связью (ПЗС-матриц). Вместе взятые, эти

ПЗС представляют собой самый большой электронный приемник изображений, когда-либо летавший в космос: они состоят из миллиарда пикселей, занимающих площадь 0,38 м<sup>2</sup>.

Прежде чем начать научные наблюдения, аппаратуру следовало привести в рабочее состояние, и в первую очередь — осуществить ее калибровку. С этой целью был получен тестовый снимок молодого звездного скопления NGC 1818 в соседней галактике Большое Магелланово Облако.<sup>3</sup> Время экспозиции изображения, занимавшего менее 1% всего поля зрения Gaia, составило 2,85 секунды.

Конструкция обсерватории оптимизирована для получения точных координат звезд. Поскольку первичные зеркала ее телескопов — не круглые, а прямоугольные, для лучшей совместимости изображений небесной сферы с принимающей аппаратурой пиксели в фокальной плоскости детекторов Gaia также прямоугольные. Чтобы добиться регистрации как можно более слабых звезд, на основной камере не используются светофильтры.

## Научные задачи

Основная цель миссии Gaia заключается в сборе данных об одном миллиарде звезд, входящих в состав нашей Галактики и ее ближайших соседей, с целью построения наиболее точных объемных карт Млечного Пути, а также получения ответов на вопросы о его происхождении и эволюции. Ожидается, что попутно космической обсерваторией будет найдено до десяти тысяч планет за пределами Солнечной системы, а внутри нее — сотни тысяч астероидов, комет и, возможно, далеких объектов пояса Койпера и Облака Оорта.<sup>4</sup> Миссия также потенциально сможет выявить десятки тысяч коричневых карликов (звездоподобных объектов, массы которых недостаточно для «запуска» в их недрах термоядерных реакций<sup>5</sup>), сотни вспышек новых и сверхновых звезд, и дополнительно в очередной раз проверить Общую теорию относительности Эйнштейна.

Наша Галактика имеет форму диска, в котором свыше ста миллиардов звезд образуют спиральную структуру вокруг центрального сгущения (балджа). Многие звезды возникли и эволюционировали внутри нашего «звездного дома», другие — в небольших галактиках, кото-

рые впоследствии были им поглощены.

Поскольку каждый небесный объект сохраняет что-то из той эпохи, во время которой он сформировался, Gaia проведет «перепись» координат исследуемых звезд, их собственных движений, видимого блеска и цвета, что позволит астрономам кропотливо «собрать по частям» историю нашей Галактики.

Когда звезды возникают из облаков межзвездного газа, они, естественно включают в свой состав содержащиеся в нем химические элементы.<sup>6</sup> Затем они «перерабатывают» это вещество в своих недрах и в конце активного жизненного цикла выбрасывают в космическое пространство, обогащая Галактику новыми, более тяжелыми элементами, которые «усваиваются» следующими поколениями светил. Обсерватория сможет различить эти поколения — по существу, с ее помощью астрономы восстановят «генеалогическое древо» Млечного Пути.

Gaia в состоянии обнаружить движения звезд в пространстве. Зная их нынешние положения и направление движения, астрономы смогут выделить семейства объектов, которые могли когда-то принадлежать другим галактикам, в прошлом расположенным вне нашего Млечного Пути, но затем поглощенных им.

## Первые итоги

В галактическом диске сосредоточено большинство объектов нашей звездной системы — структуры диаметром примерно 100 тыс. световых лет и толщиной около 1000 световых лет.

Этот диск, наблюдаемый «изнутри», виден как яркая полоса, опоясывающая небо по большому кругу, на фоне которой хорошо просматриваются темные области — плотные межзвездные газово-пылевые облака, поглощающие свет более далеких звезд в оптическом диапазоне.

За пределами Галактики объектов видно немного. Особенно выделяются Большое и Малое Магеллановы Облака — две карликовые галактики, считающиеся спутниками Млечного Пути (видны в правой нижней части итогового изображения).

Написание «галактической истории» анонсировано в качестве одной из главных и наиболее амбициозных задач миссии, однако в ее решении астрономы продвинулись пока не очень далеко, поскольку для этого требуется обработать огромные массивы информации, одновременно сопоставляя ее с более ранними

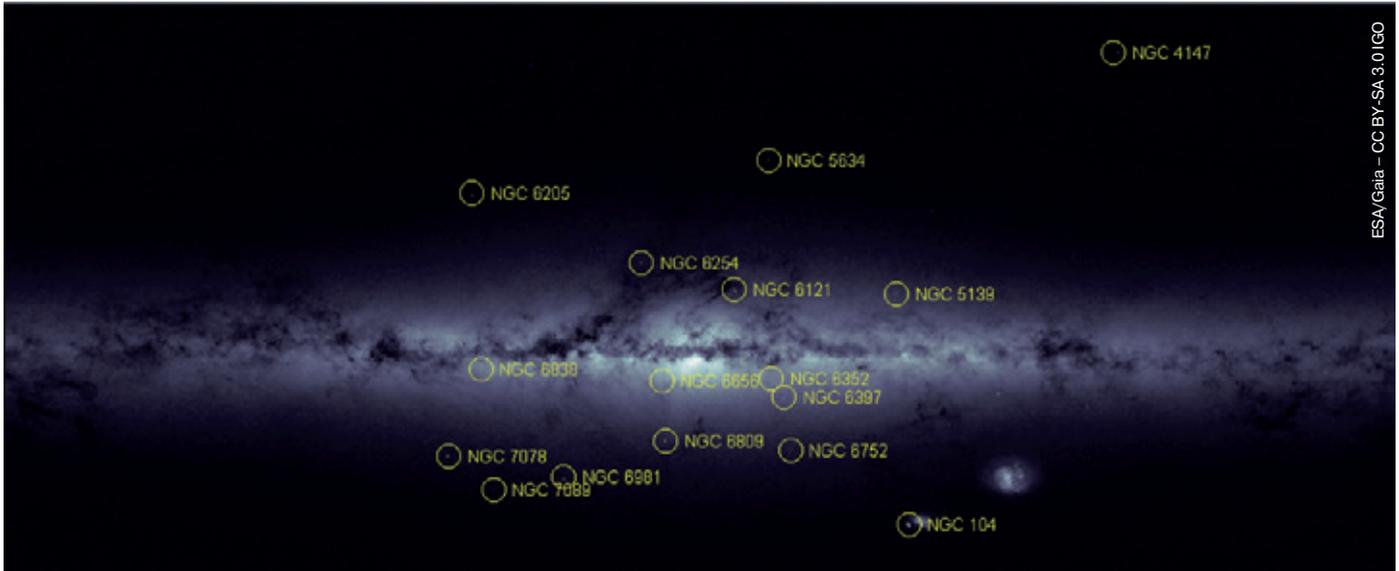
<sup>3</sup> ВПВ №6, 2007, стр. 9

<sup>4</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 32; №1, 2010, стр. 9

<sup>5</sup> ВПВ №3, 2004, стр. 12;

№11, 2007, стр. 12; №4, 2009, стр. 29

<sup>6</sup> ВПВ №11, 2008, стр. 4



▲ Распределение звездной плотности Млечного Пути и Магеллановых Облаков по данным Gaia. Яркие участки представляют собой области с более высокой концентрацией объектов, видимых в оптическом диапазоне. Центр изображения совпадает с направлением на центр Галактики. Отмечены также наиболее примечательные шаровые звездные скопления.

данными. В конце 2014 г. была представлена «первая звездная карта Gaia», базирующаяся на результатах полугодичной работы обсерватории. Общий каталог координат и собственных движений всех исследованных объектов должен появиться во второй половине 2016 г. (для большинства из них будет указан также параллакс и спектральные характеристики, включая лучевую скорость).

### Поиски астероидов

Большой интерес для широкой общественности представляет обнаружение астероидов, потенциально способных столкнуться с Землей, и оценка степени их угрозы для нашей планеты. Благодаря беспрецедентной чувствительности и возможности регистрации движущихся объектов Gaia должна выявить десятки тысяч астероидоподобных тел, в том числе и таких, орбиты которых пролегают поблизости от земной. Обработка данных обсерватории позволит найти множество новых объектов в главном поясе астероидов между Марсом и Юпитером и во внешних областях Солнечной системы.

Gaia также уделит немало внимания уже известным астероидам (как минимум двум сотням тысяч, которые попадут

в его поле зрения): будут определены их координаты и скорости, вычислены более точные элементы орбит, уточнены физические параметры.

Поиски астероидов с момента открытия первых объектов данного класса<sup>7</sup> ведутся благодаря их быстрому движению на фоне звездного неба (поскольку все эти тела находятся к нам намного ближе, чем звезды). Они присутствуют на снимке определенного поля, но не видны в той же области, запечатленной в другое время.

Сотрудники группы сопровождения Gaia разработали специальное программное обеспечение для выявления таких «лишних» звезд.

По данным, поступившим на конец мая 2015 г., Gaia смогла открыть свыше восьмисот новых астероидов. Иногда для этого использовалась интересная техника, базирующаяся на том факте, что космический аппарат работает в полутора миллионах километров от Земли: тот же участок неба в то же время фотографировался чувствительными наземными телескопами, для которых астероиды из-за эффекта параллакса располагались немного в другой позиции, что давало возможность не только сразу их идентифицировать, но и с хорошей точ-

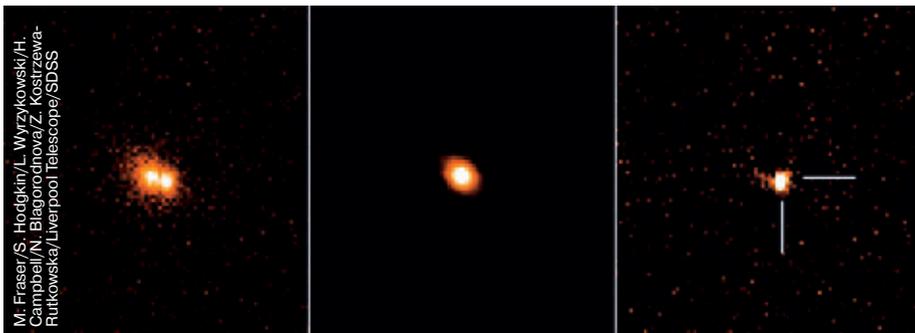
ностью определить расстояние до них. Для 30 объектов были точно измерены физические характеристики (в частности, масса определялась по величине гравитационных возмущений, вносимых ими в движение более мелких тел астероидного пояса, «пролетавших» неподалеку). Об открытиях потенциально опасных для нашей планеты астероидов пока не сообщалось.

### Взрывы и вспышки звезд

Один из возможных сценариев окончания жизненного цикла звезды — гравитационный коллапс, результат которого наблюдается как ярчайшая вспышка (взрыв Сверхновой). Ожидается, что на протяжении пяти лет работы Gaia обнаружит десятки тысяч сверхновых в далеких галактиках, причем некоторые — еще до того, как они достигнут наибольшего блеска. Такие открытия очень важны: благодаря им можно будет существенно уточнить шкалу межгалактических расстояний. Часто взрывы сверхновых проходят для астрономов незамеченными, либо их наблюдают лишь спустя значительное время после максимума блеска. Однако лучше всего начать наблюдать их «на подходе» к максимуму, чтобы успеть заметить, как они увеличивают свою видимую яркость,

<sup>7</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 16

Телескопы, бинокли, подзорные трубы, микроскопы и аксессуары к оптике вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине [www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)



▲ Снимок Сверхновой Gaia14aaa, сделанный 10 сентября 2014 г. роботизированным телескопом Ливерпульского университета на Канарских островах. Вспышка, отнесенная к типу Ia, была зарегистрирована 30 августа того же года европейским космическим аппаратом Gaia. На изображении слева — Сверхновая вместе с «родительской» галактикой, удаленной от нас на полмиллиарда световых лет, в центре — та же галактика, сфотографированная несколькими годами ранее в ходе Слоуновского цифрового обзора неба (Sloan Digital Sky Survey), справа — результат компьютерного «вычитания» двух изображений.

потому что ее максимальное значение является основным параметром для определения расстояний. Знание же точных расстояний до галактик вместе с информацией о скорости их удаления от наземных наблюдателей позволит ответить на вопрос, долго ли будет продолжаться расширение Вселенной и как в будущем изменятся его темпы.<sup>8</sup>

Мощное космическое событие, получившее обозначение Gaia14aaa, произошло в далекой галактике, расстояние до которой составляет около 500 млн световых лет. Оно было выявлено благодаря существенному увеличению блеска объекта между двумя наблюдениями, разделенными интервалом в один месяц.

Обсерватория Gaia в течение года сканирует все небо 14 раз, так что каждая из примерно миллиарда звезд, данные о которых будут помещены в предполагаемый каталог, должна быть сфотографирована в среднем 70 раз на протяжении пяти лет.

Первая аномалия в виде внезапного всплеска излучения, исходящего от далекой галактики, была обнаружена 30 августа 2014 г. Когда Gaia впервые «просмотрела» этот объект месяцем ранее, галактика выглядела гораздо более тусклой. Ученые сразу высказали подозрение, что это могла быть вспышка сверхновой, но открытие следовало подтвердить. В качестве еще одной версии называлось быстрое погло-

щение большой массы вещества черной дырой в центре галактики. Однако положение источника излучения Gaia14aaa немного не совпадало с галактическим ядром, что снижало вероятность его связи с центральной черной дырой.

**Основным инструментом телескопа Gaia является самый большой детектор изображений из когда-либо созданных для космических миссий: он состоит из 106 отдельных ПЗС-матриц размером 4,7×6 см каждая.**

Для окончательного ответа с помощью инструментов Gaia были получены спектры объекта. Оказалось, что его голубая часть значительно ярче красной, что характерно для вспышек сверхновых типа Ia. К тому же у Gaia14aaa были обнаружены спектральные признаки химических элементов тяжелее железа (железом завершается синтез элементов в недрах звезд в ходе их «стандартной» эволюции).<sup>9</sup>

Сверхновые бывают двух типов, и их различие кроется в причинах, породивших взрыв. Тип Ia представляет собой результат термоядерного взрыва внешних слоев белого карлика после «пополнения»

их веществом (в основном водородом), перетекающим с другой звезды, вместе с которой этот карлик образует двойную систему. Именно этот тип сильнее всего интересует астрономов: поскольку такие взрывы происходят при очень близких начальных условиях, их физические характеристики — в частности, абсолютная яркость в максимуме — также оказываются почти одинаковыми, что позволяет, зная максимальный видимый блеск источника вспышки, определить расстояние до него.

Второй тип сверхновых возникает, как уже упоминалось, при «предсмертном» гравитационном коллапсе звезд, в несколько раз превышающих по массе Солнце.

Чтобы подтвердить характер Gaia14aaa, астрономы дополнили данные космической обсерватории наблюдениями наземных инструментов — в частности, 2,5-метрового телескопа Ньютона (INT) и автоматизированного телескопа, управляемого из британского Ливерпуля. Оба они расположены на острове Ла Пальма в Канарском архипелаге (Испания).

Спектр с высоким разрешением, полученный INT 3 сентября, не только подтвердил, что взрыв соответствует сверхновой типа Ia, но также позволил сделать оценку расстояния до нее и доказать, что вспышка произошла именно в той галактике, в которой была замечена (не дальше и не ближе к нам).

Первое открытие сверхновой астрометрической обсерваторией, согласно конвенции для обозначения переменных астрономических источников, получило индекс Gaia14aaa (первая часть — код наблюдателя, далее — последние две цифры года открытия и сочетание букв, отображающее его порядок в указанном году).

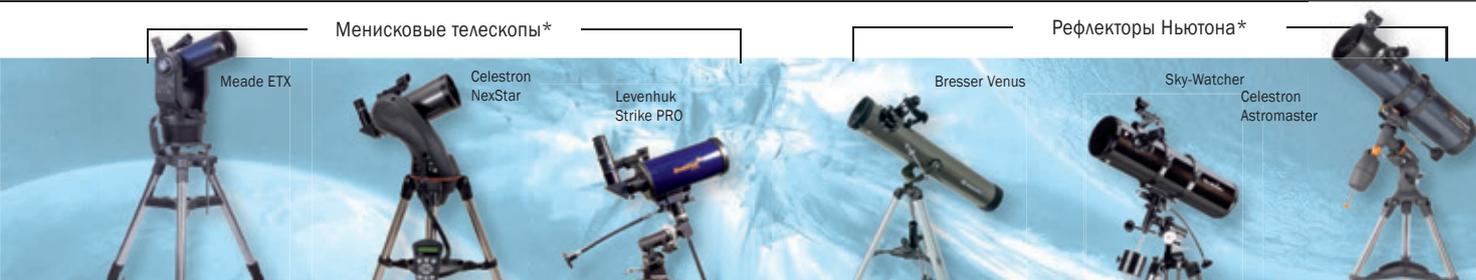
**Диаграмма Герцшпрунга-Рассела**

За год с небольшим с помощью Gaia удалось измерить параллаксы двух миллионов звезд.

Параллакс обусловлен видимым изменением положения объекта на фоне более далеких звезд из-за перемещения

<sup>8</sup> ВПВ №2, 2014, стр. 26; №7, 2014, стр. 22

<sup>9</sup> ВПВ №6, 2014, стр. 4



\* цена зависит от модели

наблюдателя. Gaia может его зарегистрировать, так как движется по орбите вокруг Солнца — таким образом, величина «сдвига» обсерватории в пространстве за полгода превышает 300 млн км. Кроме паралактического смещения, положение наблюдаемой звезды меняется из-за ее собственного движения, которое необходимо знать, чтобы вычислить пространственную скорость. Напомним, что собственные движения открыл в 1718 г. известный английский астроном Эдмонд Галлей (Edmond Halley), обнаружив, что современные ему положения нескольких ярких звезд заметно отличаются от тех значений, которые были определены древнегреческим астрономом Гиппархом двумя тысячелетиями ранее.

**Прежде недостижимая точность в определении расстояний, а также собственных и радиальных скоростей одного миллиарда звезд (порядка 0,5% «населения» нашей Галактики) даст более четкую структуру Млечного Пути и его эволюции.**

Звезда с наибольшим известным собственным движением имеет имя (правда, официально не утвержденное) — «звезда Барнарда».<sup>10</sup> Она перемещается по небу со скоростью 10,3 угловых секунд в год, то есть расстояние, эквивалентное видимому диаметру диска Луны, она преодолевает за 180 лет. Все остальные звезды имеют меньшие годовые собственные движения, как правило, не превышающие угловой секунды.

Gaia провела в среднем около 14 измерений положений каждой звезды на небе, но этого пока недостаточно, чтобы разделить паралаксы и собственные движения. С этой целью планируется довести число измерений до 70. Пока ученые объединили данные Gaia с координатами звезд, содержащимися в каталоге Tycho-2 (составленном на основе данных, полученных между 1989 и 1993 гг. предшественником Gaia — спутником HIPPARCOS<sup>11</sup>). Поэтому число результатов по собственному движению также пока ограничено двумя миллионами объектов.

Очевидно, что чем ближе звезда к Солнцу, тем больше ее паралакс; таким образом, паралаксы звезд могут использоваться для определения расстояний

до них. Зная точное расстояние до звезды и измерив ее наблюдаемую яркость (с поправкой на поглощение света межзвездной пылью<sup>12</sup>), можно узнать ее истинный блеск, то есть перевести видимую звездную величину в абсолютную, а затем определить светимость — количество энергии, излучаемое за единицу времени.

Астрономы сопоставили абсолютные звездные величины M (или соответствующие им светимости L) и температуры звезд, которые оцениваются по их цвету, характеризуемому показателем цвета C, чтобы построить диаграмму Герцшпрунга-Рассела, названную в честь двух выдающихся ученых начала XX века Эйнара Герцшпрунга и Генри Рассела (Ejnar Hertzsprung, Henry Russell). Именно им принадлежит идея о том, что такая диаграмма может использоваться как инструмент для изучения звездной эволюции.

Точки, построенные в координатной сетке (M,C), заполняют вполне определенные характерные области. Большинство точек распределено вдоль диагонали, про-

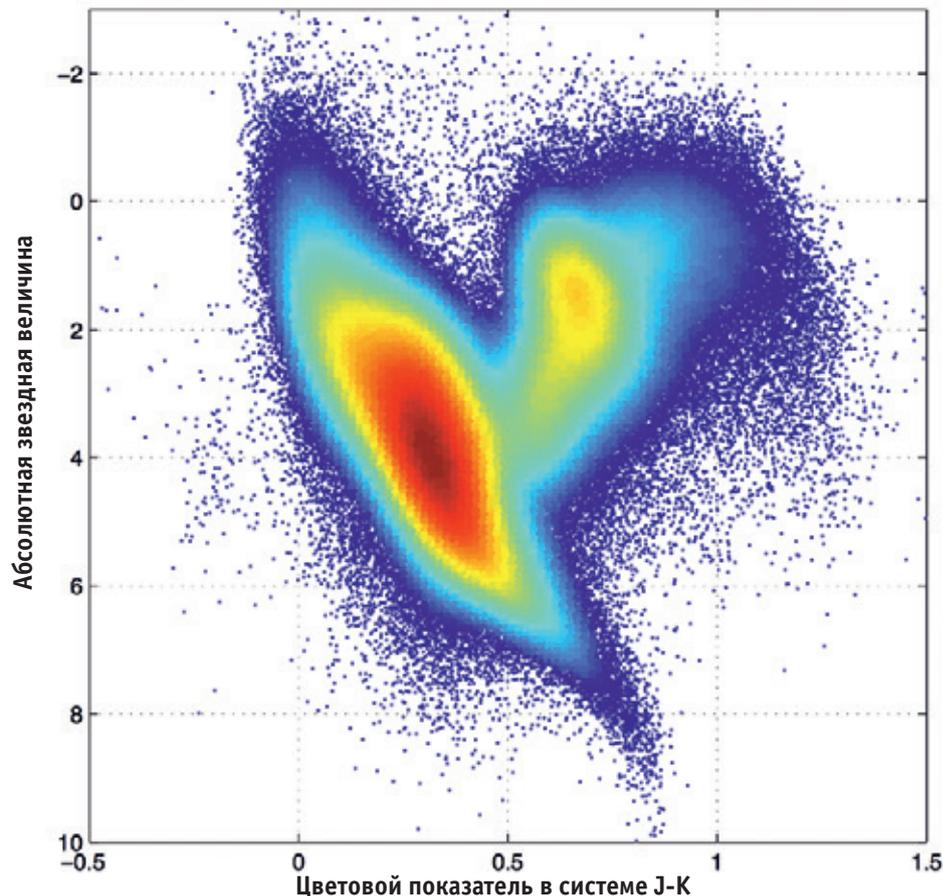
ходящей из верхнего левого угла в правый нижний. Это так называемая главная последовательность (ГП). Она соответствует звездам, в ядрах которых происходит термоядерное «горение» водорода — фаза, составляющая большую часть времени активного существования светил. В этой последовательности звезды с большей светимостью обладают и большими массами, причем последняя уменьшается сверху вниз вдоль диаграммы.

Большое скопление точек в правой половине графика соответствует красным гигантам — бывшим звездам ГП, почти исчерпавшим водород и начавшим «сжигать» более тяжелые химические элементы (главным образом гелий). По мере уменьшения запасов водорода звездные ядра сжимаются под действием силы тяжести, постепенно повышая свою температуру, а их внешние части, наоборот, расширяются, формируя протяженную относительно холодную оболочку.

Обработка данных Gaia о цвете и светимостях звезд, полученных за первый год работы, еще не завершена, но уже сейчас ученые могут сказать, что полученная ин-

<sup>12</sup> ВПВ №3, 2008, стр. 5

▼ Диаграмма Герцшпрунга-Рассела, составленная по данным первого года наблюдений Gaia. По горизонтали отложен так называемый цветовой показатель (чем он больше — тем звезда краснее), по вертикали — абсолютный блеск, соответствующий яркости звезды, наблюдаемой с расстояния 10 парсек (32,6 световых лет). Основная часть измерений блеска пока базируется на результатах наблюдений наземных телескопов и спутника HIPPARCOS. Цвета на диаграмме обозначают частоту встречаемости объектов с определенными характеристиками. Главная последовательность располагается почти вертикально с небольшим наклоном влево. Примечательный «выступ» справа вверху — область красных гигантов.



ESA/Gaia/DPAC/IDT/FL/DPCE/AGIS

<sup>10</sup> ВПВ №8, 2006, стр. 38  
<sup>11</sup> ВПВ №10, 2015, стр. 8



NASA, ESA, Hubble, and the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)

▲ Планетарная туманность NGC 6543 «Кошачий глаз», как ее увидел космический телескоп Hubble (вверху) и Gaia (синие «прожилки» на правом снимке). Этот объект находится от нас на расстоянии около 3000 световых лет. Обсерватория Gaia сделала более двухсот снимков туманности в июле-августе 2014 г., когда в ее поле зрения часто попадала область вблизи северного полюса эклиптики.

формация содержит много новых сведений о процессах звездной эволюции.

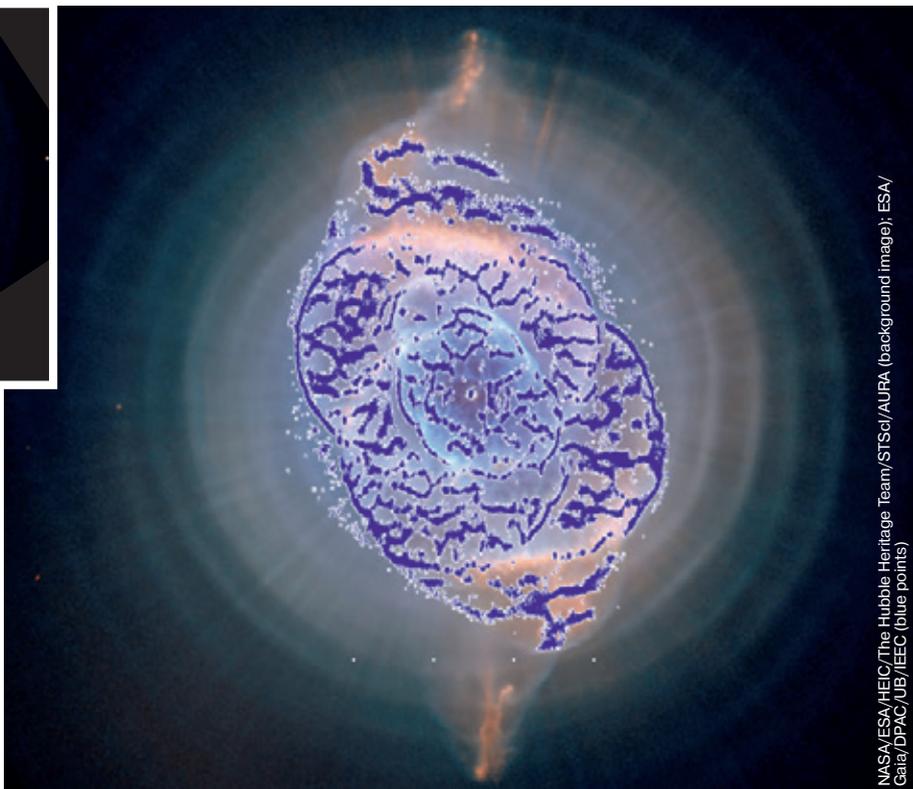
### Спектральные наблюдения

Поскольку Gaia проводит повторное сканирование неба для измерения движений звезд, она в состоянии зарегистрировать изменение яркости объектов. Обсерватория уже обнаружила сотни переменных источников (в том числе упомянутую Сверхновую Gaia14aaa). Было замечено, что один из источников испытал внезапное увеличение блеска в пять раз. Это оказалась так называемая «катаклизмическая переменная» — система из двух звезд, в которой на горячий белый карлик неравномерно падает вещество его «нормального» спутника. Когда происходит поглощение массивных сгустков вещества, наблюдаются вспышки света. Система вдобавок оказалась затменно-двойной: в ней звезда больших размеров проходит перед значительно более компактным, но достаточно ярким белым карликом, периодически заслоняя его от наземных наблюдателей.

Выяснилось, что объекты в этой системе содержат много гелия и мало водорода. Как звезды потеряли водород? Ответ дадут дальнейшие наблюдения Gaia.

Космическая обсерватория также обнаружила множество звезд, блеск которых испытывает более или менее регулярные изменения с течением времени. В частности, она получила детальные кривые блеска для десятков переменных звезд типа RR Лиры в галактике Большое Магелланово Облако, расположенной на небе недалеко от южного полюса эклиптики.

Любопытным объектом, неоднократно попадавшим в поле зрения телескопов Gaia, стал «Кошачий глаз» — планетарная туман-



NASA/ESA/Hubble/Heritage Team/STScI/AURA (background image); ESA/Gaia/DPAC/IUB/IEEC (blue points)

ность NGC 6543, видимая почти точно в направлении на северный полюс эклиптики.

Планетарные туманности образуются, когда внешние слои маломассивных звезд на конечной стадии их эволюции сбрасываются в космическое пространство, а звездное ядро остается в виде компактного белого карлика.<sup>13</sup> Вещество сброшенной оболочки взаимодействует с окружающей межзвездной средой, приобретая подчас весьма необычные формы.

Gaia провела более двухсот наблюдений туманности «Кошачий глаз» и зарегистрировала в ней свыше 84 тыс. структур, которые позволили надежно проследить, что происходит с газообразными волокнами, характерными для этого класса объектов. В дальнейшем разрешающая способность обсерватории позволит увидеть расширение этих волокон и изменение их взаимного расположения.

Известно, что планетарные туманности отличаются большим разнообразием форм, причины которого пока не совсем ясны. Одни имеют почти сферическую форму, что легко объясняется почти равномерным разлетом сброшенной оболочки, причем скорость расширения зависит от атомной массы элемента (водород «разлетается» быстрее, чем, напри-

мер, гелий). Форма других туманностей, скорее всего, обусловлена характером движения ионизированного вещества в магнитном поле, окружающем окрестности погибшей звезды; структура третьих объясняется наличием у нее спутника.

Наконец, помимо измерения фотометрических и астрометрических параметров, будут реализованы масштабные спектральные исследования большого количества звезд.

Спектры астрономических объектов являются своеобразными «паспортами», содержащими подробную информацию об их химическом составе, температуре и движении, а также показывающими, нет ли у конкретной звезды достаточно массивного спутника.

Каждый химический элемент, каждая молекула создают определенное число линий (излучения или поглощения), которые характеризуются только им присущим положением в спектре. Эти линии дают возможность определить, какие элементы и в какой концентрации присутствуют в объекте, при каких температурах и давлениях они находятся.

Но наиболее важную роль спектры звезд играют при определении по ним скорости движения вдоль луча зрения, вызывающего незначительные сдвиги спектральных линий поглощения

<sup>13</sup> ВПВ №5, 2004, стр. 11; №12, 2007, стр. 11; №6, 2008, стр. 26

**В течение 5 лет работы каждый объект будет наблюдаться около 70 раз. Многократные измерения положения звезд позволят получить данные об их собственном движении.**

в красную (при удалении) или фиолетовую сторону благодаря так называемому эффекту Доплера. В спектрах некоторых горячих светил Gaia зарегистрировала линии поглощения межзвездного газа, расположенного между наблюдателем и звездой. Их исследование позволит ученым построить карту распределения газобразной материи в Галактике.

## Чего еще ждать от Gaia?

**Экзопланеты.** Gaia изучит сотни миллионов звезд за пределами нашей Солнечной системы, регистрируя крошечные колебания линий в их спектрах, возникающие вследствие гравитационного воздействия со стороны планет, движущихся вокруг них. Оценки показывают, что обсерватория сможет обнаружить тысячи (а возможно, и десятки тысяч) планет размером с Юпитер. К сожалению, на поиск землеподобных тел, имеющих на порядки меньшую массу, она не рассчитана, но, возможно, их удастся «засечь» при более тщательном анализе полученных данных.

**Поток комет.** В Солнечной системе присутствует множество ледяных глыб, которые при сближении с Солнцем начина-

ют испаряться и наблюдаются как кометы. Часть из них когда-то находилась в обширном Облаке Оорта и была «вырвана» оттуда гравитацией проходящих мимо звезд. Gaia сможет выявить, какие именно звезды стали причиной появления комет около Солнца, и поможет спрогнозировать будущие сравнительно тесные сближения с нашими звездными «соседями».

**«Неудавшиеся» звезды.** Особой задачей является поиск коричневых карликов — объектов, примерно на порядок превышающих по массе планеты типа Юпитера, но недостаточно тяжелых, чтобы в их недрах начались термоядерные реакции на основе водорода (как у «настоящих» звезд). Число таких объектов, по прогнозам, огромно, они дрейфуют в межзвездном пространстве, однако открыть их не так-то просто, поскольку они почти не излучают в видимой части спектра. Приборы Gaia чувствительны к излучению ближнего инфракрасного диапазона и потенциально способны отслеживать эти малоизученные тела.

**Искривление пространства.** На больших масштабах пространство не описывается геометрией Эвклида — как принято говорить, оно не является «плоским». На

самом деле оно содержит многочисленные искривления, вызванные гравитацией массивных объектов (звезд, галактик, их скоплений). Эти искривления искажают прямолинейное движение света. Чувствительность Gaia позволит астрономам увидеть такие изгибы с высочайшей детализацией. Общая теория относительности Альберта Эйнштейна описывает их теоретически и позволяет принимать их во внимание при интерпретации данных, получаемых обсерваторией. С другой стороны, проводимые ею измерения дадут ученым шанс проверить основные положения, исходящие из уравнений Эйнштейна, с беспрецедентной точностью. В частности, по ним можно будет оценить предел чувствительности приборов, конструируемых для подтверждения существования гравитационных волн — своеобразной «ряби» в структуре пространства-времени, предсказанной эйнштейновской теорией.<sup>14</sup>

И, как это часто бывает, наблюдения Gaia помогут ученым сделать множество открытий, которые пока невозможно даже вообразить...

<sup>14</sup> ВПВ №6, 2015, стр. 10

# Свет и тьма звездных спиралей

Темные полосы межзвездной пыли, «вплетенные» в спиральные рукава галактики NGC 613, четко видны на новом снимке, сделанном космическим телескопом Hubble. Эта звездная система, расположенная на расстоянии

примерно 86 млн световых лет в направлении южного созвездия Скульптора, классифицируется как спиральная с перемычкой (баром), пересекающей ее ярко светящийся центр. Согласно последним данным, такую структурную

особенность имеет около 70% всех спиральных галактик, в том числе и наш Млечный Путь. NGC 613, также известная под обозначением ESO 413-11, впервые была замечена английским астрономом Уильямом Гершелем (William Herschel) в 1798 г.; позже ее независимо «переоткрыл» шотландский астроном Джеймс Данлоп (James Dunlop).

Ядро галактики на представленном изображении выглядит ярким и равномерно белым в результате наложения света, испускаемого многочисленными звездами, пространственная концентрация которых там исключительно высока. Но за их мощным блеском скрывается «темная тайна» галактического центра — присутствующая почти во всех подобных системах сверхмассивная черная дыра. Ее масса примерно в десять раз больше массы черной дыры в центре Млечного Пути, и вдобавок она, по-видимому,

интенсивно «потребляет» окружающее вещество. Данное предположение основано на результатах наблюдений NGC 613 в радиодиапазоне, продемонстрировавших, что ядро этой галактики является чрезвычайно активным. Существует даже ряд доказательств наличия релятивистской струи газа — джета, вылетающего из ее центра. Однако при взгляде на галактику в диапазоне электромагнитного излучения, доступном человеческому глазу (который в основном представлен на снимке), никаких видимых признаков этой активности заметить не удастся. «Намеками» на нее может быть не совсем правильная форма темных пылевых спиралей, искаженная гравитационным воздействием сверхплотного объекта.

Снимок был получен Планетной камерой широкого поля WFPC 2 через два фильтра оптического и один ближнего ультрафиолетового диапазона.



## Самая одинокая галактика

**Н**а этом снимке небольшого участка зодиакального созвездия Рыб, сделанном Усовершенствованной обзорной камерой ACS3 космического телескопа Hubble, видна галактика MCG +01-02-015 и окружающие ее другие звездные системы меньших размеров, поначалу кажущиеся ее спутниками. На самом деле эти «спутники» находятся от нас намного дальше, чем сама MCG +01-02-015, расстояние до которой тоже весьма впечатляющее — около 330 млн световых лет. Все объекты, попавшие в поле зрения телескопа — галактики, за исключением двух звезд, принадлежащих нашему Млечному Пути (их несложно отличить по четырем характерным дифракционным «лучам»).

MCG +01-02-015 расположена недалеко от центра так называемого «войда» — локальной пустоты между скоплениями галактик, области пространства, почти свободной от материи в какой бы то ни было форме. Это самая «одинокая» из всех известных к настоящему времени звездных систем. Подавляющее большинство галактик концентрируется в протяженные «волокна», которые формируются под действием силы тяжести и составляют крупномасштабную структуру Вселенной. На их пересечениях находятся крупные галактические скопления, а между ними простираются огромные практически пустые пространства с плотностью вещества около одного атома на кубический метр. Как в такой «пустоши» оказалась достаточно крупная га-

лактика, астрономы пока сказать не могут. Она настолько далека даже от своих ближайших соседей, что если бы наш Млечный Путь был расположен аналогичным образом, мы бы ничего не знали о существовании других галактик практически до середины XX века — то есть до появления радиоастрономии и достаточно мощных наземных телескопов.

Для астрофизиков, занимающихся исследованиями галактической эволюции, такие объекты, как MCG +01-02-015, являются очень ценными, поскольку их формирование и дальнейшая «жизнь» протекает без какого-либо внешнего влияния, что в первую очередь отражается на химическом составе галактики и его изменениях со временем.

Представленный снимок, опубликованный на сайте космической обсерватории 9 ноября 2015 г., был сделан с помощью двух светофильтров, центрированных на длины волн 794 нм (ближний инфракрасный диапазон) и 595 нм (зеленый свет).

### ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА

С ПЕРВОГО НОМЕРА ПО ТЕКУЩИЙ, В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ МИРА,  
В ЛЮБОЕ ВРЕМЯ



[www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)



# Когда Вселенная стала прозрачной

**М**еждународная команда астрономов, возглавляемая Хакимом Атеком из Федеральной политехнической школы Лозанны (Hakim Atek, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Suisse), обнаружила на снимках орбитальной обсерватории Hubble<sup>1</sup> более 250 крошечных галактик, существовавших в те времена, когда от момента Большого Взрыва прошло всего 600-900 млн лет — этот период эквивалентен диапазону красных смещений  $z=6-8$ . Найденные объекты стали одной из крупнейших выборок карликовых галактик, представляющих столь раннюю эпоху. Свет от них шел к нам почти 13 млрд лет.

Впечатляет и еще одно замечательное достижение команды ученых: самые слабые галактики, зарегистрированные в ходе исследований, оказались еще более тусклыми, чем в предыдущих наблюдениях телескопа Hubble (кроме сделанных в рамках целевых программ «сверхглубоких» снимков<sup>2</sup>).

Исследуя свойства излучаемого этими галактиками света, астрономы пришли к выводу, что он мог сыграть важную роль в одном из самых загадочных периодов ранней истории Вселенной — в эпоху реионизации, начавшейся тогда, когда густой «туман» газообразного водорода, которым изначально было заполнено пространство, начал «рассеиваться» под влиянием излучения горячих массивных звезд. В результате фотоны ультрафиолетового диапазона получили возможность путешествовать на большие расстояния без поглощения водородными атомами: Вселенная стала прозрачной.

Характеристики ультрафиолетового излучения галактик, найденных в ходе исследования, позволили выяснить, действительно ли некоторые из них

▼ Галактическое скопление MACS J0416.1–2403 — одно из шести, исследуемых с помощью телескопа Hubble в рамках программы «Пограничных полей» (Hubble Frontier Fields). Благодаря своей огромной массе скопление искривляет путь световых лучей от объектов, лежащих позади него, и оказывается чем-то наподобие исполинской линзы, увеличивая их видимый блеск и размеры (но одновременно искажая их вид — «вытягивая» в отрезки причудливых кривых).



NASA, ESA and the HST Frontier Fields team (STScI)

участвовали в процессе реионизации. Впервые было четко установлено, что самые маленькие и в то же время наиболее многочисленные из объектов, охваченных исследованиями, являлись главными «действующими лицами» в поддержании прозрачности пространства — по крайней мере, для УФ-диапазона. Теперь ученые могут утверждать, что эпоха реионизации подошла к своему завершению примерно через 700 млн

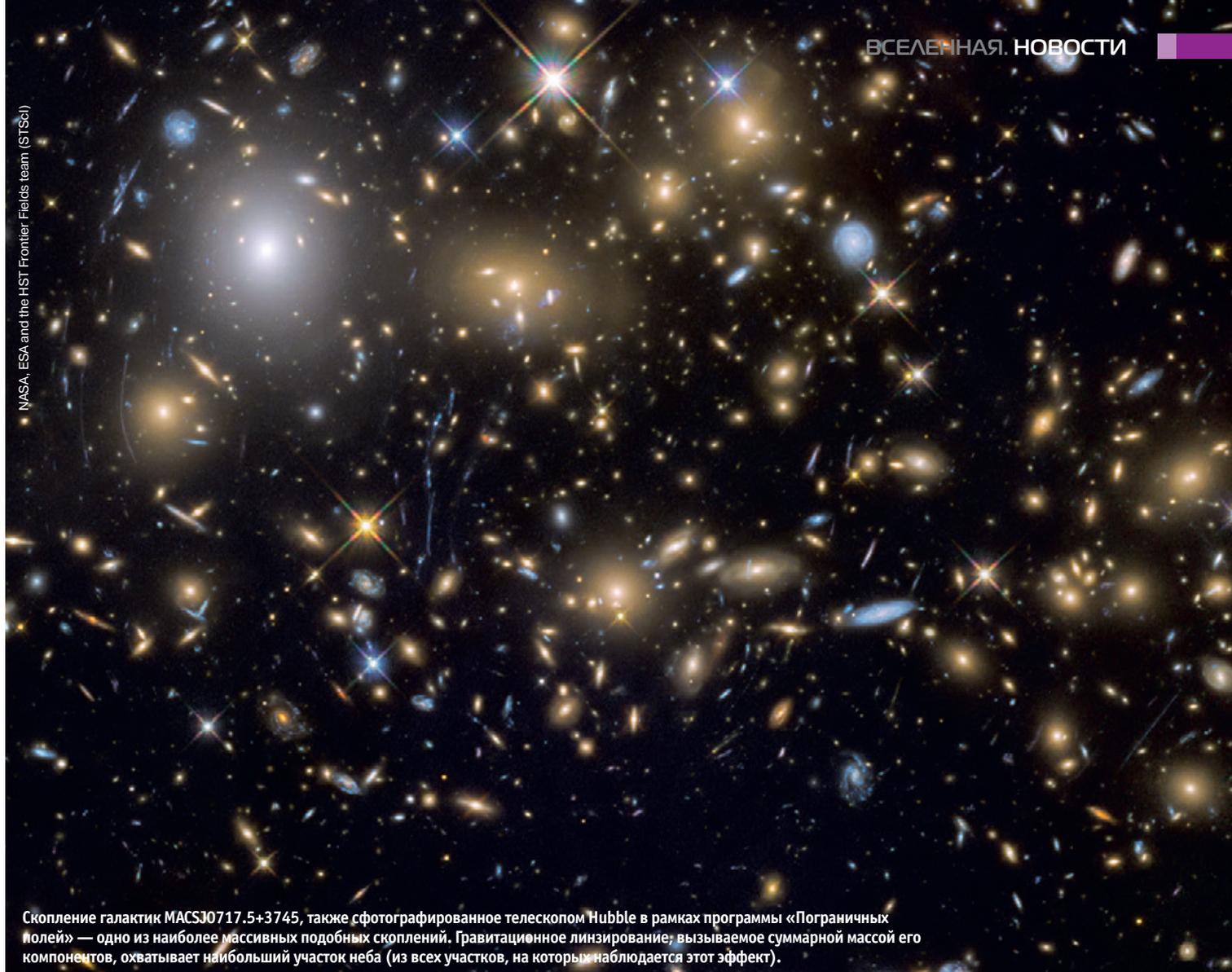
лет после Большого Взрыва (это эквивалентно красному смещению  $z=7,5$ ). По словам Хакима Атека, если рассматривать влияние только ярких и массивных звездных систем, его оказывается недостаточно для полной «расчистки» Вселенной, поэтому необходимо принять во внимание вклад более многочисленной популяции слабых карликовых галактик.

В качестве исходных данных для анализа группа астро-

номов использовала самые «глубокие» на данный момент снимки гравитационно-линзовых систем в трех скоплениях галактик (MACSJ0416.1–2403, MACSJ0717.5+3745 и Abell 2744), которые были получены в рамках трехгодичной программы «Пограничных полей» (Hubble Frontier Fields). Эти скопления создают мощные гравитационные поля, играющие роль «увеличительных стекол» для света от расположенных за

<sup>1</sup> ВПВ №10, 2008, стр. 4; №2-3, 2013, стр. 5

<sup>2</sup> ВПВ № 11, 2014, стр. 4



Скопление галактик MACSJ0717.5+3745, также сфотографированное телескопом Hubble в рамках программы «Пограничных полей» — одно из наиболее массивных подобных скоплений. Гравитационное линзирование, вызываемое суммарной массой его компонентов, охватывает наибольший участок неба (из всех участков, на которых наблюдается этот эффект).

ними слабых галактик.<sup>3</sup> Другими словами, они функционируют как гигантские природные телескопы, способные выявлять очень далекие карликовые галактики, которые иначе оставались бы невидимыми для современных инструментов. Описанный наблюдательный эффект делает возможным поиск и изучение самых первых объектов Вселенной.

Астрономы уверены, что на этом открытия «ранних галактик» не закончатся, так как в ближайшем будущем планируется наблюдение с помощью орбитального телескопа еще трех далеких галактических скоплений, а в 2018 г. в космос отправится еще более мощная обсерватория James Webb Space Telescope, которая также будет заниматься подобными исследованиями.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> ВПВ №7, 2006, стр. 18

<sup>4</sup> ВПВ №10, 2009, стр. 9

Abell 2744 — так называемое «Скопление Пандоры» — один из наиболее известных галактических кластеров. Неудивительно, что именно с него начиналась серия наблюдений по программе «Пограничных полей». Согласно последним данным, он является результатом слияния нескольких меньших по размеру скоплений, «следы» которого в виде взаимодействующих галактик заметны на снимках с достаточно высоким разрешением.



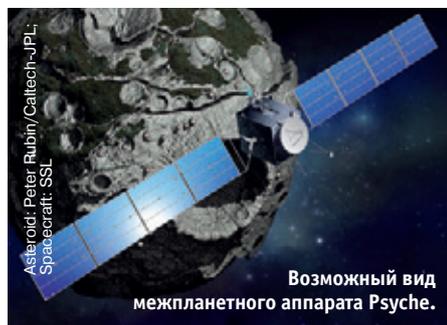
# NASA выбирает будущие планетные миссии

Американская аэрокосмическая администрация определила пять направлений научных исследований, в рамках которых в течение следующего года предполагается выбрать одну или две миссии для возможного запуска в начале 2020 г. Три из этих направлений в большей или меньшей мере связаны с Лабораторией реактивного движения в калифорнийской Пасадине (JPL NASA, Pasadena, California) и касаются изучения Венеры, астероидов и объектов, сближающихся с Землей.



Каждая группа специалистов получит по 3 млн долларов на разработку концепции исследований. После детального рассмотрения и оценки этих работ NASA сделает окончательный выбор цели для космического аппарата в сентябре 2016 г. Любая выбранная миссия обойдется примерно в полмиллиарда долларов, не включая стоимости пусковых услуг и ракеты-носителя.

По словам Джона Грунсфельда (John Grunsfeld), астронавта и помощника администратора Управления научных исследований NASA в Вашингтоне, эти программы потенциально позволят получить совершенно новые данные о формировании нашей планетной системы и ее динамических характеристиках.



Сбор предложений касательно дальнейших космических исследований в рамках программы Discovery, инициированной NASA,<sup>1</sup> начался в ноябре 2014 г. Специальная комиссия ученых и инженеров приняла к рассмотрению 27 представлений.

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2006, стр. 29

Три из них, удовлетворяющие выдвигнутым требованиям к планетным миссиям, были выбраны в качестве основных.

*VERITAS—Venus Emissivity, Radio Science, InSAR, Topography, and Spectroscopy.* Основные задачи миссии — глобальные исследования рельефа и топографии Венеры с высоким разрешением, получение высокоинформативных изображений, создание первых карт деформации и состава поверхности планеты. Главный исследователь — Сюзанна Смеркар (Suzanne Smrekar, JPL). Управление проектом — JPL.

*Psyche.* В процессе выполнения программы будет исследовано происхождение планетных ядер посредством детального изучения металлического астероида Психеи (16 Psyche). Этот астероид, скорее всего, на ранних стадиях эволюции Солнечной системы пережил сильнейшее столкновение с другим объектом, который «содрал» внешние скалистые слои протопланеты. Главный исследователь — Линда Элкинс-Тантон из Университета штата Аризона (Linda Elkins-Tanton, Arizona State University, Tempe, Arizona). Управление проектом — JPL.

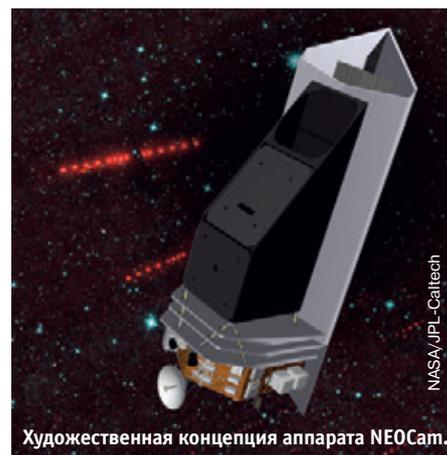
*NEOCam — Near Earth Object Camera.* Благодаря проекту NEOCam ученые собираются обнаружить в 10 раз больше объектов, сближающихся с Землей, чем их известно на данный момент. Будет также активно вестись определение их физических характеристик. Главный исследователь — Эми Майнцер (Ami Mainzer, JPL). Управление проектом — JPL.

Два других проекта отнесены к миссиям более низкого приоритета.

*DAVINCI — Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble gases, Chemistry, and Imaging.* Примерный перевод расшифровки названия этой программы звучит как «картографирование нижней атмосферы Венеры, исследование химии и инертных газов». Ее научная часть предусматривает изучение химического состава газовой оболочки Венеры во время 63-минутного спуска специального аппарата. Ученые желают получить ответы на вопросы, которые представляли большой интерес в течение многих лет, в том числе о наличии в наши дни активных вулканов на венерианской поверхности и об особенностях взаимодействия атмосферных газов с поверхностными порода-

ми. Главный исследователь — Лори Глейз из Годдардовского Центра космических исследований NASA (Lori Glaze, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland). Эта же организация осуществляет управление проектом.

*LUCI.* Задача этой миссии — проведение первой разведки «троянец» (астероидов, находящихся вблизи лагранжевых точек системы «Юпитер-Солнце»<sup>2</sup>). Именно они, как считают астрономы, содержат важные подсказки для лучшего понимания истории Солнечной системы. Управление проектом должен осуществлять Годдардовский Центр космических исследований, главным исследователем станет



Харолд Левисон из Юго-Западного научно-исследовательского института в Боулдере (Harold Levison, Southwest Research Institute, Boulder, Colorado).

Программа Discovery, реализуемая с 1992 г., спонсирует экономичные миссии по исследованию Солнечной системы с узкоспециализированными научными задачами (благодаря более низкой стоимости такие миссии можно осуществлять чаще). В ее рамках уже профинансировано и реализовано 12 проектов, в том числе MESSENGER,<sup>3</sup> Dawn,<sup>4</sup> Stardust,<sup>5</sup> Deep Impact,<sup>6</sup> Genesis<sup>7</sup> и GRAIL.<sup>8</sup> В настоящее время завершается разработка программы INSIGHT. Головной офис планетных миссий, осуществляющий общее руководство, находится в Центре космических полетов им. Маршалла в Хантсвилле (Marshall Space Flight Center, Huntsville, Alabama). Более подробная информация о программе Discovery содержится на сайте <http://discovery.nasa.gov>.

<sup>2</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 18; № 2, 2006, стр. 18

<sup>3</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 46; №3, 2015, стр. 28

<sup>4</sup> ВПВ №10, 2007, стр. 18; №11, 2010, стр. 9

<sup>5</sup> ВПВ №2, 2006, стр. 16; № 7, 2008, стр. 27

<sup>6</sup> ВПВ №7, 2005, стр. 2; № 10, 2005, стр. 27

<sup>7</sup> ВПВ № 3, 2009, стр. 30

<sup>8</sup> ВПВ № 9, 2011, стр. 22; №12, 2012, стр. 22

Мы в социальных сетях



# Подписан закон о добыче ресурсов в космосе

Соединенные Штаты Америки сделали еще один шаг на пути освоения космоса — на этот раз в области законодательства. 26 ноября 2015 г. президент Барак Обама подписал закон, который позволяет американским компаниям заниматься добычей ресурсов в космическом пространстве. Частные компании, работающие в этой отрасли, также освобождаются от ряда проверок до 1 октября 2023 г. Правительство США, согласно новому законодательному акту, не имеет права конфисковать у них добытые ресурсы. Дополнительно данная мера должна послужить стимулом для развития коммерческих космических перевозок.

В первую очередь новое законодательство касается таких организаций, как Blue Origin и SpaceX, уже заявивших о своих намерени-



Космический аппарат, разрабатываемый компанией Deep Space Industries для «плоймки» и транспортировки небольших астероидов

ях заняться подобным видом деятельности и имеющим для этого технические средства. Наиболее проработанные планы в указанном направлении в свое время публиковала компания Planetary Resources,<sup>1</sup> однако она не рас-

<sup>1</sup> ВПВ №5, 2012, стр. 12

полагает столь серьезной материальной базой.

Ранее сообщалось, что японское аэрокосмическое агентство JAXA собирается сконструировать роботов и разработать технологии, необходимые для строительства и обслуживания лунной и марсианской обитаемых баз.

В качестве еще одной задачи заявлено создание технологий, которые позволят производить необходимые строительные материалы (в первую очередь железо и алюминий) непосредственно на Луне и Марсе, а также добывать из местных минералов воду и кислород для дыхания.

## Платиновый астероид

Многообещающим объектом для разработки внеземных ресурсов может стать астероид 2011 UW158, пролетевший 19 июля 2015 г. на расстоянии около 2,4 млн км от Земли. В это время производилась его радиолокация с помощью 300-метрового радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико), а также 100-метровой антенны в Грин Бэнк (штат Западная Вирджиния) и 70-метрового радара в калифорнийском Голдстоуне. На полученных изображениях хорошо видно продолговатое неровное тело, напоминающее большой миндальный орех длиной более полукилометра и шириной около 300 м. Однако самой интересной особенностью астероида стало его быстрое вращение вокруг оси: на один оборот у него уходит всего 37 минут.

Если бы 2011 UW158 был каменистым телом или, как большинство небольших астероидов, представлял собой кучу более мелких обломков, «скрепленных» лишь собственной гравитацией, при такой скорости вращения он бы уже давно разрушился центробежными

силами, поэтому исследователи предположили, что он состоит из более прочной материи — из металла. Причем металл этот вполне может быть драгоценным: характер отражения радиолуча указывает, что в составе астероида содержится платина. Ее общая стоимость оценивается в пределах от 500 млн до 5,4 млрд долларов США. Представители компании Planetary Resources уже назвали 2011 UW158 первоочередной целью своих исследовательских миссий. Следующее сближение астероида с Землей ожидается в 2108 г. Согласно предварительным расчетам, столкновение с ним нашей планеты не угрожает.



▲ Один из радарных снимков астероида 2011 UW158, сделанных радиотелескопами в Грин Бэнк и Голдстоуне. Позже из серии снимков была составлена анимация, демонстрирующая быстрое вращение объекта.

## РЕКОМЕНДУЕМАЯ КНИГА



**2020. Энди Вейер. Марсианин**

Я очень гордился тем, что попал в команду для полета на Марс. Кто бы отказался прогуляться по чужой планете! Но... меня забыли. Бросили, раненого и растерянного, и корабль улетел.

В лучшем случае я смогу протянуть в спасательном модуле 400 суток. Что же делать? Разыскать в безбрежных красных песках поврежденную бурей антенну, попытаться починить ее, чтобы связаться с базовым кораблем и напомнить о своем существовании? Или дожидаться прибытия следующей экспедиции, которая прилетит только через ЧЕТЫРЕ ГОДА?

Где брать еду? Воду? Воздух?

Как не сойти с ума от одиночества?

Полный перечень книг, наличие, цены [www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua) или по телефону (067) 215-00-22

# ЛУНА

Луна — ближайшее к Земле и пока что единственное небесное тело, на поверхности которого побывали люди.

## *первый этап колонизации космоса*

**Сергей Москалев, Евгений Родин,  
Марина Драгунова**  
Государственное предприятие «Конструкторское бюро  
«Южное», Днепропетровск, Украина

**Н**есмотря на то, что последняя пилотируемая экспедиция покинула наш естественный спутник 43 года назад, интерес к его дальнейшему освоению в последние годы заметно возрос, что выразилось, в частности, в планировании сразу несколькими странами специализированных лунных миссий. Пока что в рамках этих миссий предполагается использование автоматических аппаратов, однако две космических державы — США и КНР — достаточно ясно дали понять, что значительная часть исследований связана с подготовкой нового пилотируемого полета на Луну.

### Зачем нам Луна?

Украинские специалисты принимали активное участие в советской лунной программе 60-70-х годов прошлого века. Сотрудники КБ «Южное» в рамках той исторической программы разработали «Блок-Е» для доставки грузов на Луну и возвращения с нее полезной

нагрузки обратно на Землю. Накопленный опыт и имеющиеся разработки целесообразно было бы использовать для решения на новом техническом уровне задач, стоящих перед космонавтикой сегодня.

Последние достижения в освоении автоматическими аппаратами планет и малых тел Солнечной системы убеждают нас в том, что колонизация космоса уже не является более темой научно-фантастических рассказов: эта цель вполне достижима, а главное — может иметь немалую практическую ценность.

Конечно же, Луна остается самым доступным и привлекательным объектом за пределами Земли, который люди потенциально могут освоить. Благодаря своей близости она является наиболее перспективным местом для проведения научных исследований и экспериментов, строительства обсерваторий, уникальных предприятий, перерабатывающих добытое сырье в условиях космического вакуума и низкой гравитации.

Поверхность ночного светила представляет интерес как источник минеральных и энергетических ресурсов, необходимых для жизнедеятельности человека. В лунном грунте обнаружены редкоземельные металлы (добыча которых на Земле часто сопряжена с большими сложностями) и уникальные металлические соединения,



не встречающиеся в земных условиях. Но основным «богатством» Луны, лежащим опять-таки буквально на ее поверхности, считаются водород, гелий и их изотопы. В их числе в заметном количестве присутствует так называемый гелий-3 — редчайший изотоп этого легкого инертного газа, при условии овладения технологией управляемого термоядерного синтеза способный решить множество проблем современной энергетики.

## Лунные богатства

Гелий-3 содержится в адсорбированном состоянии в лунном реголите — смеси мелкодробленых обломков поверхностных пород и метеоритов, выпавших на Луну за время ее существования. Наибольшая концентрация «легкого гелия» зарегистрирована в «морских» регионах — особенно в образцах, содержащих феррооксид титана  $\text{FeTiO}_3$ . С атомами «коренных» пород атомы гелия связаны очень непрочным и начинают активно десорбироваться (высвобождаться) при нагреве до  $200^\circ\text{C}$ . Примерно при тех же температурах выделяется и водород, который после отделения, в свою очередь, может быть использован как компонент ракетного горючего. Для более полного высвобождения газов реголит желательнее нагреть еще сильнее. Однако при температурах выше  $700^\circ\text{C}$  в газовой смеси появляются достаточно трудноустраняемые загрязнители — такие, как азот, угарный газ, сероводород и сернистый газ. Поэтому производство водорода и гелия лучше вести в температурном диапазоне  $400\text{--}500^\circ\text{C}$ . При термическом воздействии из одной тонны реголита можно получить почти 100 г водорода, около 50 г «обычного» гелия-4 и водяного пара, 30 г угарного газа, 27 г углекислого газа, 24 г метана, 9 г азота и всего 0,016 г гелия-3.

Это количество может показаться незначительным, однако при его «сгорании» в термоядерной реакции с участием дейтерия (тяжелого стабильного изотопа водорода, добываемого из воды земных океанов) выделяется 2,63 мегаватт-часов энергии — примерно столько же генерирует за 10 секунд работы стандартный гигаваттный энергоблок атомной электростанции.

Промышленное освоение нашего спутника, по всей видимости, начнется не ранее 2025 г. и займет несколько десятилетий. Однако подготовка к нему идет уже сейчас в рамках реализуемых на протяжении последних 8 лет космических программ. Фактически мы являемся свидетелями первого этапа освоения Луны — исследовательского. В ходе этого этапа уже проведено ее детальное картографирование, изучение лунного гравитационного поля и экзосферы (разреженной газовой оболочки), осуществлен сброс «ударного» зонда LCROSS в кратер Кабео вблизи южного полюса, благодаря чему удалось доказать, что на его дне имеются большие количества водяного льда и замерзших газов.<sup>1</sup> Следующим шагом будет разведка залежей полезных ископаемых на поверхности Луны с орбиты и с помощью небольших посадочных зондов, выбор оптимальных мест посадки пилотируемых модулей.

## Способы добычи

Для проведения производственно-технологических экспериментов в области добычи и переработки лунных ресур-

**Реголит** — остаточный грунт, являющийся продуктом выветривания или разрушения породы. В настоящее время этим термином чаще всего называют поверхностный слой сыпучего лунного грунта.

Первое инструментальное определение плотности и прочности верхнего слоя реголита осуществила советская автоматическая станция «Луна-13» 24-31 декабря 1966 г.

Впервые лунный грунт был доставлен на Землю экипажем космического корабля Apollo 11 в июле 1969 г. в количестве 21,7 кг. Всего в ходе лунных миссий по программе Apollo было доставлено 382 кг лунных пород.

Возвращаемый аппарат советской автоматической станции «Луна-16» приземлился 24 сентября 1970 г. со 101 г грунта (уже после экспедиций Apollo 11 и Apollo 12).

«Луна-16», «Луна-20» и «Луна-24» доставили грунт из трех областей — Моря Изобилия, материкового района вблизи кратера Амегино и Моря Кризисов — в общем количестве 324 г. Полученные образцы были переданы в ГЕОХИ АН СССР для исследования и хранения.

сов должны быть созданы автоматические и дистанционно управляемые с Земли аппараты. Этот этап потребует значительно больших средств и усилий, чем исследовательский. Тем не менее, основные технологии для его реализации уже имеются и вполне могут быть развернуты в обозримом будущем — на протяжении следующих 5-10 лет. Они предполагают создание экспериментальных установок для добычи и первичной переработки различных полезных ископаемых, средств для постоянного мониторинга лунной поверхности, позиционирования и управления находящихся на ней технологических устройств и луноходов, разработку транспортных средств для эффективного сообщения между околоземной и окололунной орбитами. Мобильные аппараты будут оснащены устройствами для взятия проб грунта, их анализа, а также автономной системой управления с датчиками контроля окружающей среды и рельефа. Конструктивно они могут быть аналогичны уже существующим луноходам и марсоходам: они должны иметь высокую подвижность и достаточно большой запас хода, приводиться в действие относительно маломощными источниками энергии на базе солнечных батарей, химических аккумуляторов или радиоизотопных генераторов. Собранный материал будет передаваться на орбитальные аппараты, а затем — на Землю, и использоваться для выбора конкретного места, пригодного для начала пробной добычи ископаемых или размещения лунной колонии.

Последний этап освоения Луны, подразумевающий массовое использование ее ресурсов (в том числе для строительства и жизнеобеспечения обитаемых лунных баз) и их переработку «на месте», по всей видимости, наступит еще не скоро, но основными предпосылками для него человечество тоже уже располагает. В первую очередь это опыт долговременных пилотируемых космических полетов и строительства больших герметичных конструкций на околоземной орбите — станции «Мир» и Международной космической станции.

Пока наибольшими достижениями в сфере орбитально-го мониторинга Луны обладают США и Япония. Последняя еще в 2007 г. запустила на селеноцентрическую орбиту спутник «Кагуя» с двумя субспутниками «Окина» и «Юна»<sup>2</sup> — тогда это была самая масштабная лунная миссия со

<sup>1</sup> ВПВ №11, 2009, стр. 19; №12, 2009, стр. 22

<sup>2</sup> ВПВ №10, 2007, стр. 14

времен программы Apollo. Позже к ним присоединились китайский лунник «Чанъэ-1» и индийский «Чандрааян».<sup>3</sup> Все упомянутые аппараты завершили работу в 2009 г.

Американский автоматический разведчик LRO (Lunar Reconnaissance Orbiter)<sup>4</sup> уже седьмой год успешно функционирует в окрестностях Луны, помогая составлять наиболее детальную карту ее поверхности. Зонды GRAIL<sup>5</sup> и LADEE<sup>6</sup> занимались, соответственно, гравиметрической съемкой и исследованиями газово-пылевого окружения (экзосферы) нашего естественного спутника.

Первую в текущем тысячелетии мягкую посадку на лунную поверхность осуществил Китай. Однако опыт успешных стартов с Луны на данный момент имеют только США и Россия (СССР), причем американцы преуспели в конструировании посадочных аппаратов и взлетных ступеней больших масс, несущих на борту экипаж, т.е. как раз таких, которые потребуются для решения задач колонизации.

Автоматических луноходов на Луне работало пока только три — два советских и один китайский.<sup>7</sup> Но все они были предназначены для решения исключительно научных задач. И если бортовое оборудование лунных орбитальных аппаратов ближайшего будущего уже частично отработано в ходе создания систем дистанционного зондирования Земли, космической связи и глобального позиционирования, то создание мобильных агрегатов для освоения нашего спутника всем космическим державам придется начинать практически с нуля.

## Технические решения

В настоящее время в рамках подготовки программы колонизации нашего спутника проводится разработка технических средств промышленного освоения Луны — в частности, самоходного технологического аппарата на гусеничном шасси. Стандартный набор системных бло-

<sup>3</sup> ВПВ №11, 2007, стр. 19; №11, 2008, стр. 21.

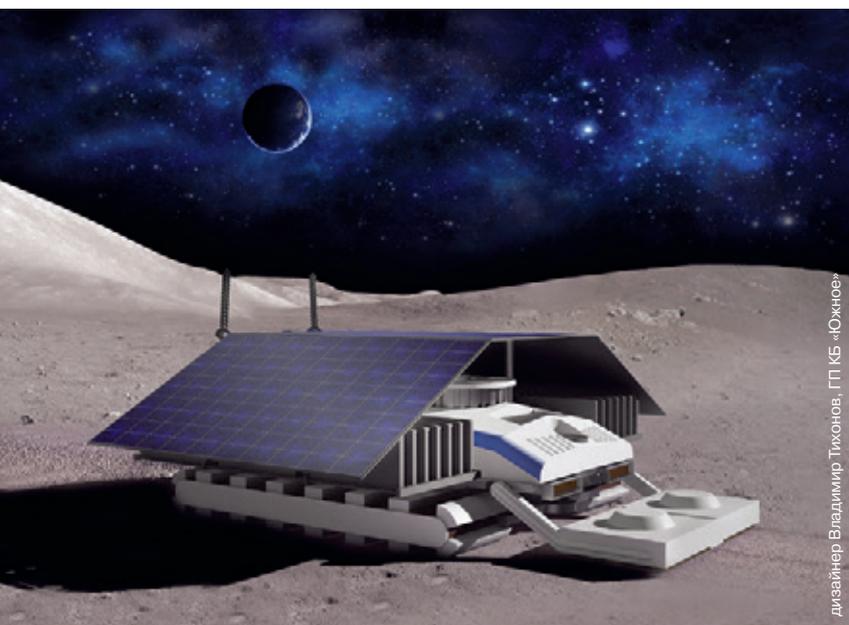
<sup>4</sup> ВПВ №6, 2009, стр. 2; №11, 2010, стр. 5.

<sup>5</sup> ВПВ №9, 2011, стр. 22; №12, 2012, стр. 22.

<sup>6</sup> ВПВ №10, 2013, стр. 15; №5, 2014, стр. 11.

<sup>7</sup> ВПВ №9, 2005, стр. 29; №12, 2005, стр. 31; №1, 2014, стр. 16.

▼ Так в представлении художника может выглядеть экспериментальный технологический аппарат для добычи из лунного реголита водорода и гелия-3.



дизайнер Владимир Тихонов, ГП КБ «Южное»

## Человеческий фактор

Добычу ресурсов на Луне в промышленных масштабах будут осуществлять аппараты следующего поколения, которые, скорее всего, могут быть смонтированы и приведены в действие на поверхности нашего спутника только при наличии обитаемых лунных баз и постоянного присутствия на них человека, а также при условии налаженных грузопотоков «Земля-Луна». Это, конечно, весьма далекая перспектива, но часть элементов общей схемы активно разрабатывается уже сегодня.

ков, обеспечивающих управление, измерения, навигацию и связь, электроснабжение и терморегулирование, предлагается дополнить технологическим комплексом для изучения и экспериментальной переработки лунных пород, а также возвращаемым аппаратом.

Конструкция имеет консольную панель с нагревателями, под действием которых из реголита высвобождается смесь газов, в дальнейшем попадающая в холодильную установку. В результате охлаждения смесь сжигается и делится на фракции с различной температурой кипения. После разделения водород и гелий-3 поступают в различные накопители.

Нагревательные элементы площадью два квадратных метра смогут прогреть до 450 °С примерно 1200 кг пород, расходуя при этом 420 МДж энергии, которую в светлое время лунных суток может обеспечить энергоустановка мощностью порядка 20 кВт на базе солнечных батарей. При таком режиме, за 28 земных суток можно получить 60 кг водорода и до 10 г гелия-3. Добытыми продуктами будут заполняться контейнеры возвращаемого на Землю аппарата, а водородом — непосредственно его топливный бак.

Технологические комплексы для промышленной добычи ресурсов из реголита и лунных недр будут потреблять значительно больше энергии по сравнению с экспериментальными аппаратами, поэтому их, очевидно, придется оснащать ядерными энергетическими установками, поскольку мощности солнечных батарей для их работы явно окажется недостаточно, и вдобавок желательно было бы обеспечить функционирование техники не только в светлое время суток, но и ночью. Водород, как уже говорилось, должен выделяться при термической обработке реголита, а кислород в химически связанном виде содержится в силикатах, также в изобилии встречающихся на Луне. Для «добычи» этого элемента необходимо использовать аппараты совершенно иной конструкции, поскольку технология выделения кислорода принципиально отличается от процессов десорбции водорода.

Несомненно, на начальных этапах освоения нашего естественного спутника самым ценным ресурсом, содержащимся в его недрах, станет обычная вода, необходимая для пилотируемых лунных миссий и обитателей стационарных баз. В основном технологии для ее выделения и очистки уже разработаны и испытаны. Дело, собственно, за малым: осталось объединить усилия человечества и направить их на практическое воплощение идей, которые вполне могут стать экономически эффективными, попутно способствуя дальнейшему научно-техническому прогрессу и помогая нам решать проблемы устойчивого развития.

# ЗАЧЕМ НАМ ОСВАИВАТЬ ЛУНУ

## «Ворота» в Солнечную систему

Лунные ресурсы могут быть использованы как для полетов в пределах системы «Земля-Луна», так и для организации экспедиций к другим планетам. ....



## Разработка новых технологий

Новейшие системы и оборудование, изобретенные в процессе строительства лунной базы и добычи лунных ресурсов, позже найдут применение в земных условиях (вплоть до повседневной жизни).

## Площадка для новых научных открытий

Исследования, осуществляемые на поверхности Луны, помогут узнать много нового о ранних этапах эволюции Солнечной системы, которые невозможно изучать на Земле.

## Развитие международного сотрудничества

Соединенные Штаты, уже имеющие опыт пилотируемых полетов за пределы низких околоземных орбит, будут реализовывать перспективные проекты в тесном сотрудничестве с космическими агентствами, промышленными корпорациями и тысячами ученых со всего мира.

Modified from original art (c) 2012 Daniel D. Durkin



Стратегия разработана Аналитической группой по исследованию Луны (Lunar Exploration Analysis Group – LEAG)

# Через тернии – к Марсу

Пожалуй, уже нет сомнений в том, что на поверхностях других тел Солнечной системы и орбитах вокруг них появятся обитаемые базы. Мечта человечества может стать реальностью уже в ближайшие десятилетия.

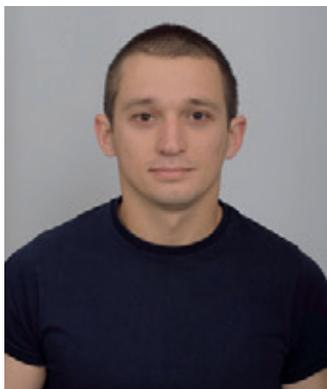
## Редакционная статья

Обращаясь по радио к участникам первомайской демонстрации, состоявшейся на Красной площади в 1935 г., Константин Циолковский сказал: «Герои и смельчаки проложат первые воздушные тропы трассы Земля — орбита Луны, Земля — орбита Марса и еще далее — Москва-Луна, Калуга-Марс». Наверное, о межпланетном маршруте «Житомир-Марс» мечтал и житомирянин Сергей Королев, когда рисовал первые схемы космических кораблей. В новом тысячелетии эту мечту имеет шанс осуществить его земляк Сергей Якимов, уже прошедший два этапа отбора кандидатов в участники программы Mars One — первого частного проекта по колонизации Красной планеты. Но это, похоже, будет путешествие в один конец...

Циолковский не знал, да и не мог знать, что в день, когда он произнес свою историческую речь, первому космонавту планеты Юрию Гагарину уже было больше года от роду, а некоторые его будущие «космические коллеги» уже даже учились в школе... В наше время мы имеем намного больше информации о происходящем в мире, об успехах науки, достижениях и перспективах космонавтики, а потому можем почти уверенно сказать, что среди нас уже живут люди, которым суждено первыми ступить на поверхность другой планеты. Не

исключено, что среди них окажется и житель Житомира.

Сергей Якимов родился в Восточной Германии в 1988 г. С 1995 по 2005 г. учился в житомирском лицее, параллельно занимаясь в кружке астрономии и космонавтики, позже в Киевском национальном техническом университете изучал системы управления летательными аппаратами. После окончания вуза несколько лет работал инженером в Институте космических исследований. В настоящее время живет и работает в Житомире. В 2013 г. он узнал о проекте Mars One и решил стать его участником.



▲ Сергей Якимов интересовался космосом с детства и мечтает полететь на Марс.

## Mars One

Некоммерческая организация Mars One была основана в 2012 г. голландским предпринимателем Басом Лансдорпом (Bas Lansdorp). Изначально ее целью провоз-



Fileky/Benjamin

глашался первый пилотируемый полет на Красную планету и основание на ней постоянной колонии в 2023 г.<sup>1</sup> Главная идея заключается в том, что, в отличие от предыдущих проектов марсианских миссий, предусматривающих возвращение космонавтов на Землю после сравнительно недолгого периода научных исследований Марса, колонистам предлагается остаться «на новом месте» навсегда. Благодаря этому отпадает необходимость отправлять в космос тяжелое оборудование для старта с марсианской поверхности и топливо для обеспечения обратного перелета. Продукты питания для колонистов будут доставляться беспилотными аппаратами каждые два года (по мере открытия «баллистических окон», наиболее благоприятных для запусков к Марсу), а воду и кислород предполагается добывать из «местного» сырья. Из него же на каком-то этапе начнут строить и жилые помещения. Позже часть продуктов будет

выращиваться в оранжереях.

Также каждые два года на Марс будет прибывать «пополнение» из четырех новых колонистов — двух мужчин и двух женщин. Таким образом, через восемь земных лет после прилета первых поселенцев население Красной планеты должно достичь 20 человек.

В рамках подготовки к пилотируемому этапу руководство проекта собирается запустить искусственный спутник Марса (первоначально его запуск был намечен на начало 2016 г., но перенесен на 2020 г.), исследовательский марсоход для выбора места строительства марсианской базы и беспилотную капсулу с 2500 кг грузов. Вместе с ней или позже на соседнюю планету прибудет массивированный «десант» из нескольких аналогичных капсул, которые станут жилищем и рабочим местом первых колонистов. Сроки начала пилотируемых межпланетных полетов также уже дважды сдвигались: сейчас в пресс-релизах Mars One фигурирует 2026 г. с ожидаемым прибытием в 2027 г. — на

<sup>1</sup> ВПВ №6, 2013, стр. 17



Марсианский пейзаж глазами художника. Сколько времени может человеческая психика выдержать созерцание красивых, но мертвых пейзажей и отсутствие голубого неба?

четыре года позже, чем намечалось изначально. Общая стоимость проекта на этой стадии, по последним оценкам, превысит 6 млрд долларов. Эту сумму Лансдорп собирает за счет добровольных пожертвований, взносов кандидатов на полет и доходов от прямых трансляций реалити-шоу, которое будет освещать все этапы отбора кандидатов, их подготовку и отправку на Марс.

К работе над технической частью проекта привлекаются крупные аэрокосмические корпорации — Lockheed Martin, Surrey Satellite Technology, Paragon Space Development Corporation, SpaceX.<sup>2</sup> В частности, последняя должна изготoвить и обеспечить запуск как минимум 12 модифицированных кораблей Dragon: семь в беспилотном варианте и пять — рассчитанных на длительное пребывание четырех человек с последующим спуском и посадкой на Красную планету. А вот подход к непосредственным участникам программы у компании Mars

One принципиально иной: в их числе мог оказаться любой желающий, приславший заявку вместе с денежным взносом и мотивационным видео. Прием заявок осуществлялся с 22 апреля по 31 августа 2013 г. В итоге их было получено более 202 тысяч — именно столько людей изъявило желание навсегда покинуть Землю, чтобы помочь человечеству сделать очередной шаг в космос. После первого отборочного тура их число уменьшилось до 1058 человек; позже по тем или иным причинам из них выбыли еще 353. Второй этап отбора прошла «великолепная сотня» — 50 мужчин и 50 женщин со всего мира (39 представля-

ют американский континент, 31 — Европу, 16 — Азию, по 7 — Африку и Океанию). В число европейских претендентов входит Сергей Якимов.

«Марсианин из Житомира» относится к возможности попасть на другую планету вполне серьезно и активно готовится к третьему этапу отбора, на котором будет проверяться физическая выносливость кандидатов и их умение работать в команде, подолгу находясь в тесных закрытых помещениях. Испытание продлится две недели и закончится четырехчасовым собеседованием. Место проведения третьего тура пока неизвестно: им может стать тундра на севере Канады или песчаная пустыня в Арабских Эмиратах. После него 24 будущих космических колониста приступят к тренировкам — в том числе и на макете базы, которую позже планируют создать на Марсе. За восемь лет, оставшиеся до предполагаемого старта, они получат основную «полетную специальность» и приобретут навыки жизни в экстремальных условиях. При этом им будут выплачивать зарплату.

А условия на Марсе, как известно, очень жесткие даже по сравнению с самыми неблагоприятными регионами Земли. Давление атмосферы у поверхности там в 150 раз меньше земного (на вершине Эвереста, где даже бывалые альпинисты не могут обходиться без кислородных масок, оно всего лишь втрое ниже, чем на уровне моря), и если бы она состояла из чистого кислорода — человек все равно не

смог бы там находиться без скафандра: при таких давлениях кровь закипает при температуре ненамного выше нуля по Цельсию. Столь тонкая газовая оболочка почти не защищает от космической радиации, и одновременно не задерживает тепловое излучение, благодаря чему по ночам марсианская поверхность быстро остывает — часто до сотни и более градусов ниже нуля. Однако это не мешает марсианским ветрам поднимать огромные тучи пыли, с большой скоростью несущейся над поверхностью. Нельзя упускать из виду и повышенную метеоритную опасность: Марс находится ближе к поясу астероидов, и «гости» оттуда прилетают чаще... Но, вероятно, самым суровым испытанием для первых марсиан станет невозможность вернуться на родную планету. Хотя сейчас, похоже, все они стараются об этом не думать.

## Мнения скептиков

Пожалуй, препятствия чисто психологического характера — действительно наименее существенные из всех, которые могут возникнуть на пути проекта Mars One, ставшего объектом критики с первых своих дней. Основной аргумент скептиков заключается в том, что весь этот масштабный проект технически невозможно реализовать силами одной небольшой частной компании: колонизация другой планеты требует как минимум на порядок больших сумм, активного участия множества высокооплачиваемых специалистов и серьезной международной кооперации. Эксперты обращают внимание на то, что компания пока не заключила ни одного контракта на создание пилотируемых кораблей и даже искусственного спутника Марса.

Для сравнения можно вспомнить последнюю марсианскую миссию Curiosity, в ходе которой всего лишь один беспилотный марсоход совершил путешествие на соседнюю планету «в один конец»: ее



Посадка на марсианскую поверхность обитаемого модуля Mars One.

<sup>2</sup> ВПВ № 6, 2012, стр. 4

## Предполагаемая архитектура марсианского поселения Mars One.



стоимость уже достигла 2,5 млрд долларов, причем почти вся она пришлась на разработку и сборку посадочного аппарата, а также пусковые услуги. По мнению большинства экспертов, отправить на Марс 5-6 комплектов полезной нагрузки (причем все они должны быть заметно тяжелее марсохода) за сумму даже не втрое большую — совершенно нереально. А ведь мы пока рассуждаем только о подготовительном этапе: пилотируемые полеты в рамках проекта Mars One начнутся позже...

В марте 2015 г. в Интернете появились сенсационные заявления одного из участников проекта — ирландского физика, профессора Джозефа Роша (Joseph Roche). В своей статье, опубликованной на сайте Medium.com, он полностью разоблачает финансовую и организационную несостоятельность предприятия: по его словам, кандидатов заставля-

ют (или рекомендуют им) жертвовать собственные деньги, покупать фирменные сувениры и продавать права на интервью. «Проходя процедуру отбора, вы зарабатываете очки, но единственный способ набрать их — покупая товары под маркой Mars One или жертвуя день-

▼ Жилой модуль Deep Space Habitat, предназначенный для установки на Луне, Марсе, астероидах и безатмосферных спутниках планет, в 2012 г. испытывался специалистами NASA в пустыне штата Аризона в рамках программы Desert RATS.



▼ В планы NASA входит отправка пилотируемых аппаратов к различным телам Солнечной системы. С этой целью ведется создание универсальных многоцелевых модулей, один из которых представлен на снимке. Его можно использовать для космических миссий самого разнообразного характера — для ремонта спутников, сборки орбитальных телескопов, исследования околоземных астероидов, а также для передвижения по поверхности Луны и Марса.



ги фонду», — сообщил профессор. Однако гораздо сильнее его насторожила крайне небрежная процедура отбора и тестирования будущих покорителей Марса. Вместо многочасового личного интервью, психологических и психометрических тестов главный медицинский специалист проекта поговорил с ученым десять минут через Skype, задавая общие вопросы по тексту о Марсе, розданному за месяц до собеседования. О медосмотре вообще речь не шла.

На это Якимов отвечает, что его не принуждали ни по-

купать сувениры, ни жертвовать личные деньги проекту, а медицинское обследование кандидаты проходили по месту жительства, высылая результаты организаторам. Пока неизвестно, когда состоится третий отборочный тур, но украинский участник надеется пройти его и все же оказаться в числе марсианских колонистов.

Свои возражения выдвигает и первый космонавт независимой Украины Леонид Каденюк. Запустить в космос металл, рассуждает он, давно уже не проблема, но чтобы отправить человека за пределы лунной орбиты, нужно решить множество вопросов. Международную космическую станцию, летающую на высотах не более 400 км, частично защищает от космической радиации земное магнитное поле. В межпланетном пространстве и на Марсе такой защиты нет. Кроме того, пока не решена задача посадки на Красную планету массивных аппаратов: для доставки туда 900-килограммового ровера Curiosity — а он в разы легче пилотируемой капсулы даже самых скромных размеров — пришлось изобрести принципиально новую систему «небесного крана», чтобы погасить избыточную вертикальную скорость, с которой «не справляются» парашюты в разреженной марсианской атмосфере.<sup>3</sup> Не разработаны и системы жизнеобеспечения, способные длительное время (свыше полугода) функционировать без доставки расходных материалов с Земли. С коллегой согласна и биолог Надежда Адамчук, проходившая вместе с ним в США подготовку к полету в космос на шаттле.

## Лететь или не лететь?

В общем, по мнению сторонних наблюдателей, хоть немного разбирающихся в проблеме, проект Mars One больше напоминает многомиллиардную авантюру. Скорее

<sup>3</sup> ВПВ №8, 2012, стр. 12

всего, сроки его реализации будут еще неоднократно сдвинуты на более позднее время, и хорошо, если организаторам удастся провести хотя бы несколько пробных запусков. Но немало и тех, кто верит и надеется на успешный исход рискованного предприятия, и даже готов пожертвовать ради этого своей жизнью, взамен получая призрачную возможность войти в историю наряду с первыми покорителями космоса.

Джозеф Рош опасается, что провал проекта Mars One, в который множество людей вложили свое время и деньги, может подорвать веру в такие предприятия (не только космические), основанные на энтузиазме и реализуемые негосударственными организациями. Тем не менее, нельзя не признать, что малореальная затея голландского предпринимателя, должным образом «раскрученная», привлекла дополнительное внимание широкой общественности к проблемам исследования и колонизации космоса, за-

ставила лишний раз вспомнить, что в нашей Солнечной системе, кроме Земли, существуют и другие планеты, а на самой Земле, как оказалось, проживает не так уж и мало желающих отправиться в межпланетное путешествие, даже зная, что шансов на возвращение они не имеют. Возможно, именно это и было истинной целью Баса Лансдорпа...

Как бы то ни было, крупнейшие мировые космические агентства не собираются менять свои планы в связи с проектом MarsOne: китайцы по-прежнему стремятся на Луну, американцы готовят пилотируемый полет к околоземному астероиду, «Роскосмос» продолжает обживать низкие околоземные орбиты, а Европейское космическое агентство делает упор на исследования Солнечной системы с помощью автоматических аппаратов. Но все они в далекой перспективе так или иначе рассматривают возможность отправки человека на другую планету. С возвратом.

▼ Этот двенадцатиколесный мобильный транспортер инженеры NASA разрабатывают для обслуживания обитаемой лунной базы. В 2008 г. начались его испытания на озере Мозес Лейк в штате Вашингтон.



► Марсианская экспедиция вряд ли обойдется без такого «участника». NASA занимается разработкой роботов различных модификаций с 1997 г. с поэтапными их испытаниями, в частности, на борту МКС в условиях космического полета.



## Минеральная летопись марсианской истории

Проанализировав с помощью новых современных методов данные, полученные марсоходом Curiosity,<sup>1</sup> сотрудники группы сопровождения миссии составили более полное представление об участке поверхности Марса с большим количеством необычных минеральных прожилок разнообразного химического состава. В марте 2015 г. ровер тщательно исследовал светлые и темные прожилки, найденные на площадке под названием «Город-сад» (Garden City), где часть этих образований возвышается на несколько сантиметров над выступом коренных пород, в которых они возникли.<sup>2</sup>

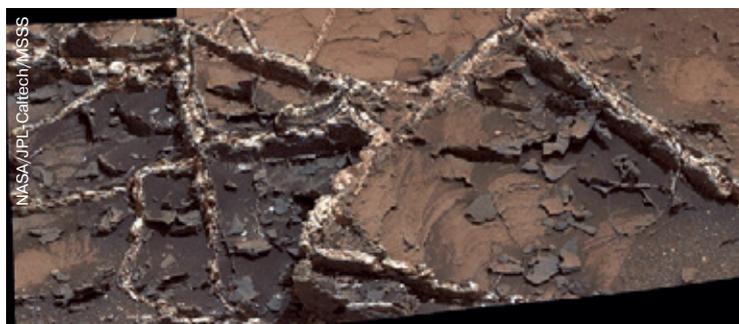
Разнородный состав вещества в многократно пересекающихся прожилках свидетельствует о нескольких эпизодах появления водных потоков, двигавшихся по трещинам в коренных породах. Во время особенно влажных периодов появления воды приводило к отложению в этих трещинах растворенных веществ, существенно отличающихся по составу от возникших при других условиях окружающей среды. Расшифровы-

вая такие «подсказки», ученые получают четкие и однозначные представления о том, как экология древнего Марса менялась с течением времени. Также появляется возможность установить, откуда текли различные потоки.

Исследователи использовали бортовой прибор ChemCam (Chemistry and Camera) для получения спектров газообразных веществ, возникающих при испарении поверхностных пород в результате облучения лазерным импульсом. Всего было «обстреляно» 17 целей на площадке «Город-сад». В одних прожилках таким способом удалось обнаружить сульфат кальция (гипс), в других — сульфат магния. Местами к тому же было выявлено необычно высокое содержание фтора и соединений железа.

Команда, работающая с прибором ChemCam, продолжает систематизировать результаты измерений, проведенных в августе 2012 г. — в первые дни после прибытия марсохода на Красную планету. Эти измерения осуществлялись в тестовом режиме, не предполагающем использования всего потенциала научных инструментов. К настояще-

▼ Минеральные прожилки в каменистой почве площадки «Город-сад» у подножья горы Шарп, обнаруженные марсоходом Curiosity, различаются по толщине и яркости.



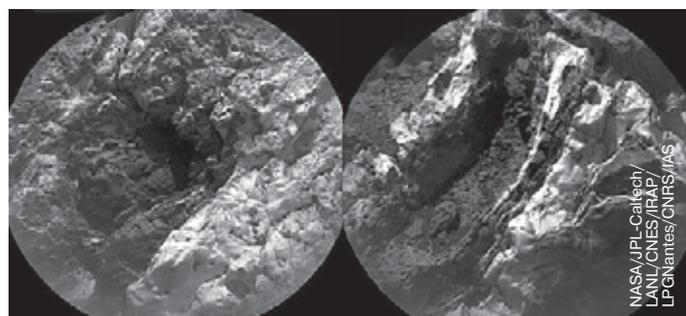
<sup>1</sup> ВПВ №8, 2012, стр. 12  
<sup>2</sup> ВПВ №4, 2015, стр. 14

му времени ученые утроили количество анализов образцов уже на более высоком инструментальном уровне, с использованием усовершенствованной методологии. Новые подходы позволили заметно улучшить интерпретацию данных, при этом не только повысилась чувствительность измерений, но и существенно расширился перечень исследуемых химических элементов, наряду с расширением диапазона определяемых содержаний каждого из них. Кроме того, в качестве своеобразной градуировки был проведен анализ образцов земных пород — их общее число достигло 345. Без этой процедуры определение состава пород «Города-сада» оказалось бы намного более сложным.

Площадка «Город-сад» находится на вершине обнажения под названием «Холмы Парамп» (Pahrump Hills), которое Curiosity ис-

следовал в течение примерно шести месяцев после достижения основания многослойной горы Шарп в сентябре 2014 г. Основная задача миссии — изучение условий древнего Марса, которые, согласно нынешним представлениям, могли бы быть весьма благоприятными для микробной жизни (если бы в те времена она там существовала), а также процессов их трансформации в направлении засушливых условий, преобладающих на планете в течение последних 3 млрд лет. Марсоход нашел доказательства того, что нижние слои горы сформированы из озерных и речных донных отложений. Влажная и сравнительно теплая среда, информация о которой сохранилась в обнаруженных на площадке «Город-сад» минеральных прожилках, по-видимому, существовала и в более поздние эпохи — после того, как грязевые отложения в озерах высохли и покрылись трещинами. Хорошо просматриваемая в рисунке прожилок геометрия этих трещин может быть важной подсказкой при изучении процессов высыхания. Более «молодые» прожилки при пересечении со старыми проходят поверху, что позволяет произвести их датировку.

Высокое пространственное разрешение прибора ChemCam обеспечивает возможность получения информации о химическом составе нескольких «мишеней» — облученных лазерным импульсом камней и фрагментов подстилающей поверхности, расположенных близко друг к другу. Сведения, почерпнутые при исследовании площадки «Город-сад», могут быть использованы для изучения очень сложной истории изменений химического состава водоемов, миллиарды лет назад укрывавших поверхность региона.



NASA/JPL-Caltech/MSSS



На снимке площадки «Город-сад», полученном 27 марта 2015 г. камерой Mastcam марсохода Curiosity, хорошо заметна сеть рельефных минеральных включений ниже кромки каменистого хребта у подножия горы Шарп.



▲ На этом изображении, полученном с помощью инструмента MAHLI (Mars Hand Lens Imager), установленного на мачте марсохода Curiosity, показано внутреннее строение светлой прожилки на поверхности камня на площадке «Город-сад».



▲ Светлые включения в темной минеральной прожилке хорошо заметны при определенных ракурсах съемки.

NASA/JPL-Caltech/MSSS

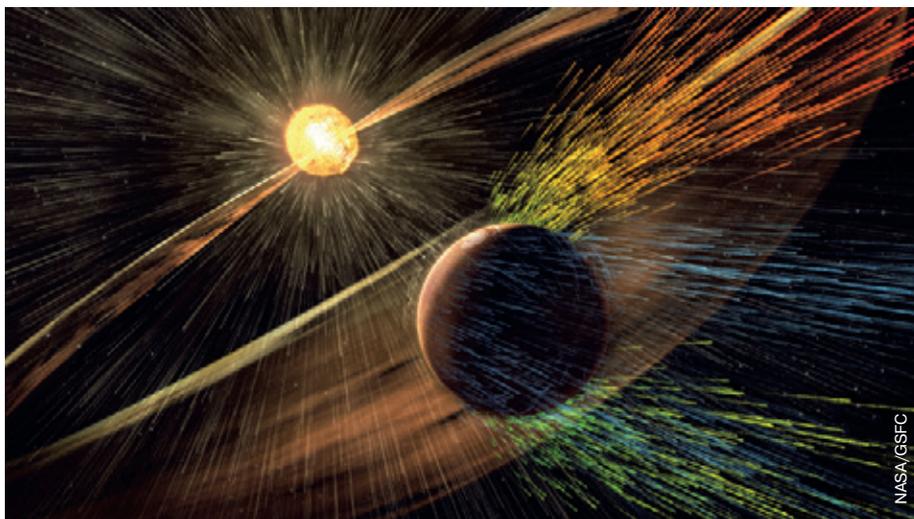
# Солнечный ветер в окрестностях Марса

Американский орбитальный аппарат MAVEN (Mars Atmosphere and Volatile Evolution)<sup>1</sup> выявил процесс, который, как представляется, играет ключевую роль в изменениях марсианского климата, выразившихся в переходе от теплой и влажной среды, потенциально пригодной для существования на поверхности планеты микробной жизни, к современному холодному и засушливому Марсу.

Полученные данные позволили планетологам определить скорость, с которой в настоящее время под воздействием солнечного ветра газы марсианской атмосферы улетучиваются в космическое пространство. Результаты исследования показывают, что эрозия газовой оболочки Марса значительно усиливается во время «солнечных штормов» — масштабных возмущений во внешних слоях нашего светила. Статья с изложением этих результатов появится в журнале *Geophysical Research Letters*.

Помощник администратора научных миссий NASA астронавт Джон Грунсфельд (John Grunsfeld) отметил, что на ранних этапах эволюции Марс, по-видимому, имел достаточно мощную и теплую атмосферу, чтобы вода на его поверхности могла находиться в жидком состоянии, а именно это является ключевым и необходимым фактором для зарождения и развития форм жизни, похожих на те, которые мы наблюдаем в настоящее время на Земле. Понимание того, что произошло с атмосферой Красной планеты в далеком прошлом, поможет нам существенно уточнить наши представления о динамике и эволюции любой планетной атмосферы. Изучение всех обстоятельств и условий, способных привести к изменениям окружающей среды на Марсе от благоприятной для возникновения и существования микробной жизни к современным далеко не комфортным условиям — главная цель всех научных программ марсианских исследований в преддверии реализации главной задачи — пилотируемого полета к соседней планете.

Солнечный ветер представляет собой поток заряженных частиц (главным образом протонов и электронов), истекающих из атмосферы Солнца со скоростью нескольких сотен километров в секунду. Магнитное поле, переносимое этими частицами, при «столкновении» с верхней



▲ Иллюстрация взаимодействия потока ионов, выброшенных солнечным штормом, с марсианской атмосферой, приводящего к ее постепенному истощению.

атмосферой Марса может генерировать электрическое поле, которое ускоряет содержащиеся там ионы — электрически заряженные атомы газов — и сметает их в космос. Проведенные космическим аппаратом MAVEN измерения показывают, что солнечный ветер ежесекундно уносит из сферы притяжения планеты в космическое пространство около 100 г вещества. Эта величина, кажущаяся на первый взгляд незначительной, в пересчете на марсианский год составляет почти 6 тыс. тонн — при условии, что уровень солнечной активности остается стабильно низким. Однако результаты исследований показали, что атмосферная эрозия значительно возрастает во время солнечных бурь, поэтому предположение о том, что скорость потерь была существенно выше миллиарды лет назад, когда наше молодое светило проявляло более высокую активность, представляется вполне оправданным.

Весьма кстати пришлось серия мощных «солнечных штормов», во власти которых марсианская атмосфера оказалась в марте 2015 г. Именно в этот период MAVEN обнаружил, что «утечка» газов из нее стала весьма существенной, иногда на порядок превышая уровень, наблюдающийся при спокойном Солнце. Этот факт в сочетании с большей частотой «возмущений» нашего светила в прошлом дает веские основания утверждать, что «выдувание» марсианской атмосферы солнечным ветром, скорее всего, является доминирующим процессом, определившим изменения климата Марса.

MAVEN также уточнил, как именно солнечный ветер и ультрафиолетовое из-

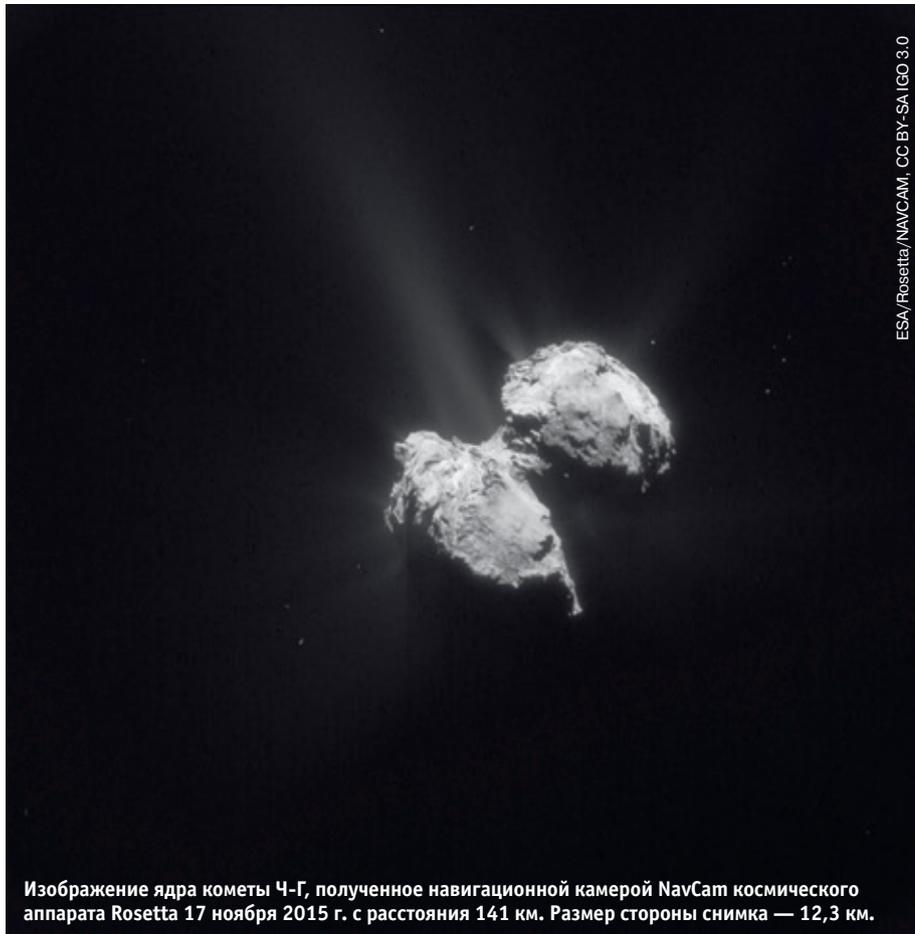
лучение «выметают» газы из верхней атмосферы планеты. Ее потери особенно четко проявляются в трех различных регионах: над противосолнечной точкой Красной планеты и над полярными областями (так называемые «полярные шлейфы»). Исследователи обнаружили, что почти 75% ионов истекают из «хвостовой» области, и чуть менее 25% приходится на полюса.

«Солнечно-ветровая эрозия является важным механизмом атмосферных потерь, ее масштабы достаточно велики для объяснения значительных изменений марсианского климата, — комментирует открытие Джо Гребовски из Годдардского Центра космических исследований NASA (Joe Grebowsky, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland). — MAVEN также изучает другие возможные процессы истощения атмосферы, к которым можно отнести непосредственные столкновения ионов или утечку атомов водорода». Сравнение интенсивности этих процессов подчеркивает главенствующую роль механизмов, связанных с воздействием солнечного ветра.

Целью миссии MAVEN, запущенной к Марсу в ноябре 2013 г., является определение масштабов потери планетой атмосферы и поверхностной воды в процессе эволюции. Это первая подобная миссия, посвященная исследованию степени участия Солнца в изменениях условий на Красной планете. Космический аппарат работает на ареоцентрической орбите уже больше года, его основная научная программа завершилась 16 ноября. В настоящее время принимается решение о содержании и длительности дополнительной программы.

<sup>1</sup> ВПВ №12, 2013, стр. 24; №10, 2014, стр. 25

# Philae: год на ядре кометы



ESA/Rosetta/NAVCAM, CC BY-SA IGO 3.0

Изображение ядра кометы Ч-Г, полученное навигационной камерой NavCam космического аппарата Rosetta 17 ноября 2015 г. с расстояния 141 км. Размер стороны снимка — 12,3 км.

времени гарантировано ее финансирование и должно хватить запасов топлива бортовой двигательной установки. В ходе него ученые собираются исследовать дальние окрестности ядра, чтобы изучить распределение пылинок и кометных газов на расстояниях до 2 тыс. км.

Специалисты также решают вопрос о дальнейшей судьбе зонда Rosetta после того, как он вместе с кометой удалится на значительное расстояние от Солнца и его фотогальванические панели не смогут вырабатывать достаточно энергии для питания всех бортовых систем. По-видимому, базовый аппарат разделит судьбу «дочернего» модуля Philae — он будет переведен на траекторию столкновения с ядром и упадет на его поверхность. Можно назвать приблизительную дату этого события: в октябре 2016 г. с точки зрения наземных наблюдателей Rosetta вместе с кометой окажутся по другую сторону от Солнца. В такой конфигурации связь с зондом затруднена, и все ответственные эксперименты (к которым относится и «посадка» на ядро) желательно завершить раньше.

Космический аппарат не проектировался в расчете на контакт с поверхностью какого-либо небесного тела — даже столь маломассивного, как кометное ядро. Его практически наверняка не получится «посадить» таким образом, чтобы его 32-метровые солнечные батареи продолжали вырабатывать достаточно энергии, а антенна дальней космической связи оставалась ориентированной на Землю, поэтому, скорее всего, сразу после «посадки» Rosetta прекратит функционирование. Наиболее информативными должны стать последние сотни и десятки метров перед падением, когда камера высокого разрешения OSIRIS сможет сфотографировать детали поверхности размером до нескольких сантиметров. Возможно, удастся даже организовать несколько пролетов на высоте менее километра над различными участками ядра. В любом случае миссию Rosetta ожидает весьма интересное и достойное завершение.

Европейский модуль Philae 12 ноября отметил первую годовщину со дня исторической посадки на поверхность ядра кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-Gerasimenko). К сожалению, его миссия оказалась весьма непростой: вначале он «прикометился» на нерасчетном участке, где условия освещенности не позволяли ему использовать солнечные батареи для энергоснабжения научного оборудования, поэтому группа сопровождения приняла решение осуществить максимум экспериментов по исследованию ядра, используя энергию бортового аккумулятора, заряженного еще на Земле — за 10 лет до прибытия к комете.<sup>1</sup> После его разрядки Philae «впал в спячку», однако позже условия освещенности в месте

его посадки улучшились, и радиоконтакт с модулем удалось восстановить.<sup>2</sup> Правда, этим дело, по большому счету, и ограничилось: полноценно реализовать его научную программу ученые так и не смогли. С начала июля связь с ним фактически не поддерживается.

Для восстановления коммуникации инженеры ESA собираются изменить орбиту базового аппарата Rosetta таким образом, чтобы он пролетал как можно ближе к текущему местонахождению модуля. Сейчас Rosetta движется на расстоянии около 170 км от ядра, чтобы минимизировать вероятность столкновения с частицами кометной пыли, выбрасываемыми с его поверхности в эпоху повышенной активности кометы после прохождения ею перигелия. В декабре начнется дополнительный этап научной миссии, который продлится до сентября 2016 г.: до этого

<sup>1</sup> ВПВ №2, 2004, стр. 14; №10, 2014, стр. 22; №11, 2014, стр. 16

<sup>2</sup> ВПВ №6, 2015, стр. 28

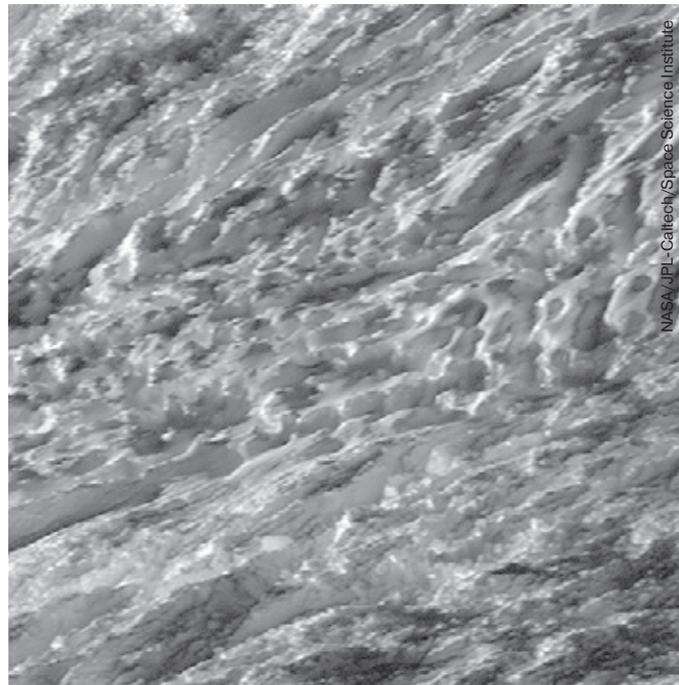
## ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА

ТЕЛЕСКОПЫ  
БИНОКЛИ  
МИКРОСКОПЫ

Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

# Самый тесный пролет Энцелада

Космический аппарат Cassini (NASA), с 2004 г. работающий в системе Сатурна,<sup>1</sup> 28 октября 2015 г. последний раз в ходе своей миссии сблизился с Энцеладом — наиболее интересным из спутников планеты, достоверно обладающим внутренней активностью и глобальным подповерхностным океаном. Это сближение стало вдобавок наиболее тесным за все время исследований «окольцованной планеты»: минимальное расстояние между зондом и поверхностью спутника составило 45 км. В ходе пролета Cassini «погрузился» в выбросы знаменитых гейзеров, извергающихся в окрестностях южного полюса 500-километровой луны, чтобы детально исследовать их плотность и химический со-



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

став. Сфотографировать непосредственно приполярные области аппарат уже не смог, поскольку там еще примерно 10 лет будет длиться «поляр-

ная ночь», однако несколько снимков прилегающих регионов он все же сделал (снимки получились немного «размазанными» из-за боль-

шой относительной скорости пролета, и этот дефект пришлось устранять компьютерной обработкой).

Во время более ранних подобных пролетов<sup>2</sup> было установлено, что в состав выбросов, кроме водяного пара, в заметных количествах входят и органические соединения (в первую очередь углекислый газ), которые могли бы стать основой для возникновения в подледном океане Энцелада примитивных живых организмов или даже быть продуктами их жизнедеятельности.

Представленный снимок сделан бортовой широкоугольной камерой видимого диапазона с высоты 124 км, разрешение — 15 м на пиксель. Примерные координаты центра изображения — 57° южной широты, 324° западной долготы.

<sup>1</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 24; №4, 2008, стр. 14

<sup>2</sup> ВПВ №4, 2008, стр. 10

## На Титане появилось «зимнее» облако

Космический аппарат Cassini сфотографировал огромное облако, появившееся в верхней атмосфере над южным полюсом Титана — крупнейшего спутника Сатурна и второго по величине спутника планеты Солнечной системы. По мнению специалистов, это явление связано с наступлением холодного сезона в исследуемом регионе.

Впервые такое «полярное облако» было замечено еще в 2012 г., когда в титанианском южном полушарии наступила осень. Тогда его высота составила впечатляющие 300 км. Недавно под ним — на высотах около 200 км, в средней и нижней стратосфере — с помощью инфракрасного спектрометра CIRS (Composite Infrared Spectrometer) удалось зарегистрировать более массивные облачные структуры, состоящие из ледяных кристаллов, которые, вероятнее всего, в основном представляют собой замерзший метан и этан (CH<sub>4</sub> и C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>). Напомним, что стратосферой называют относительно стабильный слой газовой оболочки, простирающийся над тропосферой, где наблюдаются активные погодные изменения.

Год на Титане длится 29 с половиной земных лет, соответственно продолжительность каждого сезона — около 7,5 лет. Зонд Cassini работает на планетоцентрической орбите с лета 2004 г., и теперь ученые впервые имеют возможность наблюдать наступление титанианской «зимы» с близкого расстояния. К моменту окончания миссии в 2017 г. южный полюс спутника максимально удалится от направления на Солнце.

Титанианские приполярные облака формируются не так, как дождевые облака на Земле, образующиеся при конденсации воды, испарившейся с поверхности планеты (главным образом — морей и

океанов). На сатурнианской луне наблюдается медленное глобальное перетекание газов из теплого «летнего» полушария в холодное «зимнее» в самых высоких слоях атмосферы. Опускаясь ниже и оказываясь в областях с более высоким давлением, часть компонентов газовой смеси кристаллизуется, благодаря чему возникают высотные облака. Различные соединения конденсируются на разных высотах, за счет чего эти облака приобретают слоистую структуру.

Вертикальная и горизонтальная протяженность высотных приполярных облаков поможет исследователям лучше понять условия, царящие на Титане зимой. Предварительный анализ показывает, что частицы льда, из которых состоят облака, сформированы из различных химических соединений, содержащих водород, углерод и азот.

На этом снимке освещенная часть полярного вихря видна у середины терминатора спутника.



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute

# ПЛУТОН: НОВЫЕ ПРИЗНАКИ АКТИВНОСТИ

На снимках, переданных американским зондом New Horizons,<sup>1</sup> обнаружены новые доказательства того, что карликовая планета Плутон (134340 Pluto) — не холодное мертвое тело, какое ученые ожидали встретить на дальней окраине Солнечной системы, а достаточно динамичный

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 36; №7, 2015, стр. 8; №8, 2015, стр.

мир со следами климатической и тектонической активности. Сотрудники группы сопровождения миссии получили уже достаточно данных, чтобы построить трехмерные изображения некоторых участков плутонианской поверхности, лежащих вблизи терминатора — границы освещенного и неосвещенного полушария. На этих участках обнаружены необычные об-

разования, с большой долей вероятности представляющие собой кальдеры криовулканов, некогда извергавших из недр Плутона потоки жидкой воды с примесью аммиака и его соединений.

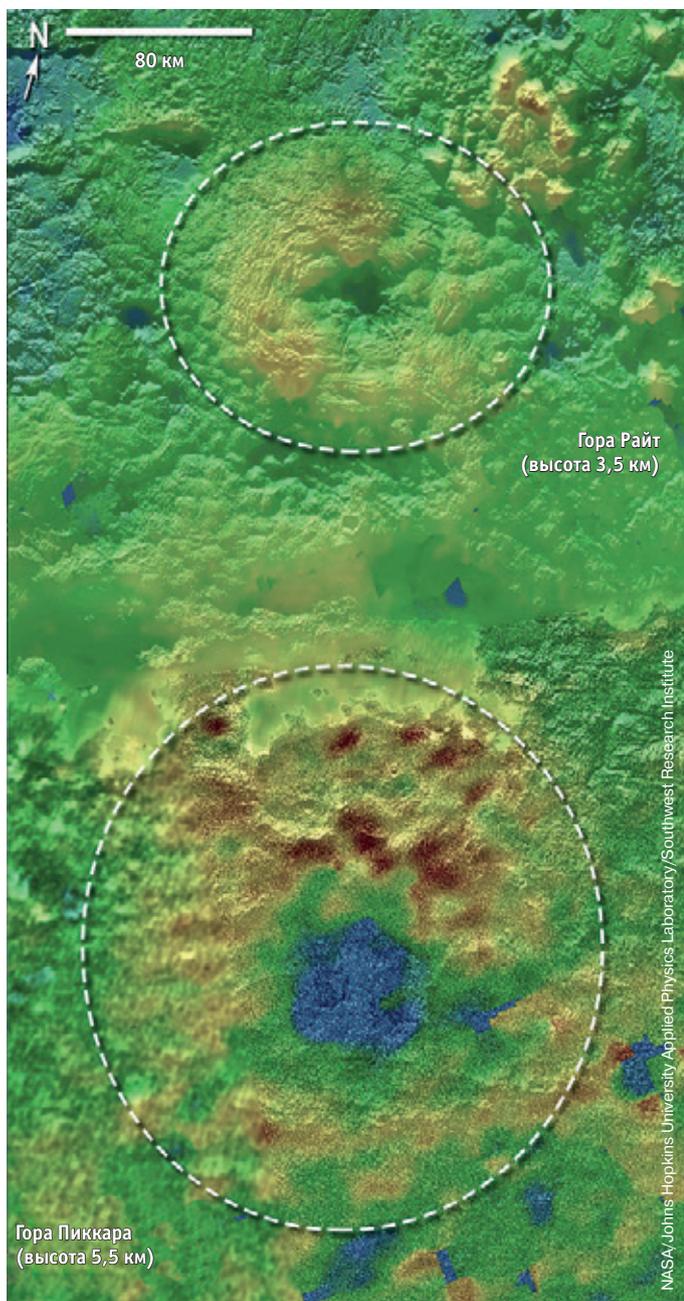
Первая такая структура, получившая предварительное название «Гора Райт» (Wright Mons) в честь знаменитых американских воздухоплавателей братьев Райт, расположена южнее «Равнины Спутника» — самого крупного светлого плутонианского региона, обнаруженного еще на снимках космического телескопа Hubble. Она имеет диаметр около 160 км и высоту до 4 км. На ее вершине видна 55-километровая впадина, окруженная системой кольцевых валов. Другая похожая структура находится еще дальше к югу, имеет больший размер и, по-видимому, аналогичную природу. Для нее предложено название «Гора Пиккара» (Piccard Mons). Наиболее правдопо-

добное объяснение механизма возникновения таких формаций — криовулканические процессы. Однако пока планетологи не могут назвать источник энергии, «подпитывающий» плутонианский криовулканизм, хотя эти процессы, судя по всему, происходили сравнительно недавно по меркам возраста Солнечной системы.

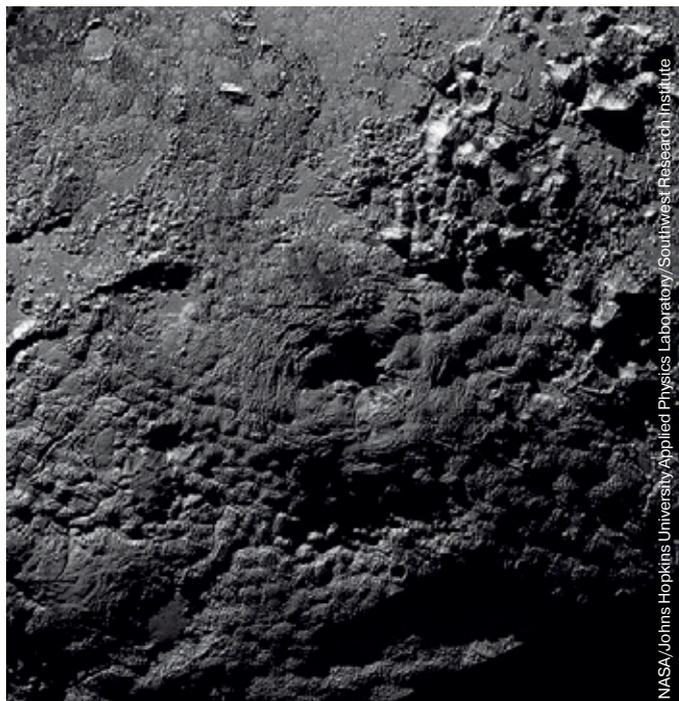
По последним полученным фотографиям также построены новые глобальные карты Плутона и его крупнейшего спутника Харона. Для этого были использованы снимки, сделанные в интервале от 7 июля 2015 г. до момента максимального сближения, состоявшегося 14 июля.

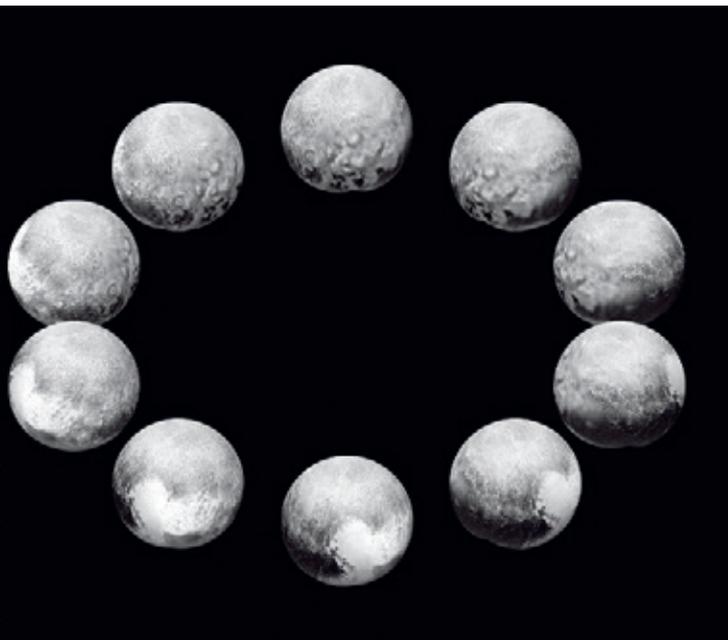
26 ноября гелиоцентрическое расстояние New Horizons достигло 34 а.е. (5 млрд 86 млн км). Аппарат продолжает удаляться от Солнца со скоростью 14,45 км/с. Его радиосигналы достигают наземных приемников за 4 часа 50 минут.

▼ Структура, для которой предложено название «Гора Райт» (Wright Mons), имеет поперечник около 160 км и высоту до 4 км. Вблизи ее центра заметна впадина размером порядка 55 км, окруженная широким валом с характерными концентрическими трещинами. По мнению планетологов, такие детали рельефа могут возникнуть только в результате криовулканических извержений.



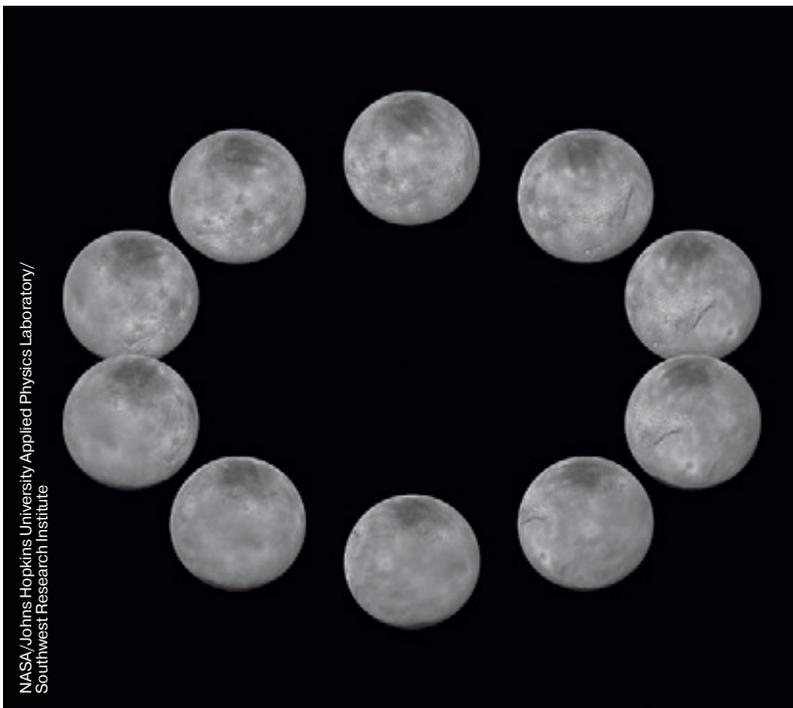
▲ На этой карте участка плутонианской поверхности, расположенного южнее «Равнины Спутника», различными цветами показана высота местности относительно условного среднего уровня (возвышенности — коричневым, низменности — голубым, участки с промежуточной высотой — желтым и зеленым). Хорошо заметны две масштабные кольцевые структуры, по-видимому, возникшие вследствие криовулканизма.





▲ Сутки на Плуtone в 6,4 раз длинее земных. Примерно за половину этого времени до пролета зонда New Horizons на минимальном расстоянии от карликовой планеты были сделаны наилучшие снимки ее полушария, постоянно повернутого к крупнейшему плутонианскому спутнику Харону, использованные при составлении глобальной карты Плутона. Небольшая часть южного полушария в окрестностях полюса не была сфотографирована, поскольку к моменту пролета вообще не освещалась Солнцем (там наступила полярная ночь). Для составления этой картины полного оборота Плутона вокруг оси использованы снимки, полученные между 7 и 14 июля 2015 г. Самое нижнее изображение представляет полушарие, повернутое к космическому аппарату в ходе наибольшего сближения. Неровности нижнего края плутонианского диска — артефакты компьютерного сложения снимков.

▼ Обратная ситуация сложилась с крупнейшим плутонианским спутником: в момент максимального сближения с зондом New Horizons к нему было повернуто полушарие Харона, постоянно обращенное к Плутому. Поэтому на представленном коллаже наиболее детальным выглядит верхний снимок. Сутки на спутнике тоже длятся 6,4 земных суток. С наибольшего удаления (около 10,2 млн км) были сделаны его снимки, использованные при построении двух крайних левых изображений. Окрестности южного полюса Харона во время пролета также постоянно находились в тени.



## New Horizons меняет курс

Руководство миссии New Horizons, главной целью которой было изучение системы карликовой планеты Плутона (134340 Pluto),<sup>1</sup> приняло решение направить одноименный космический аппарат к следующей цели, в качестве которой выбран койперовский объект 2014 MU69. Чтобы сблизиться с ним, зонду предстоит пролететь еще примерно полтора миллиарда километров. Максимальное сближение состоится ориентировочно в начале 2019 г., причем сотрудники группы сопровождения собираются «прицелиться» значительно точнее и провести аппарат на расстоянии 4-5 тыс. км от объекта. Для этого уже были произведены четыре коррекции траектории путем включения бортовой двигательной установки — 22, 25 и 28 октября, а также 4 ноября 2015 г. Они отклонили его от первоначального курса на 14 угловых минут. Интересно, что все упомянутые операции осуществляются без официального одобрения соответствующих органов NASA: дальнейшее финан-



▲ Положения карликовых планет Солнечной системы и койперовского объекта 2014 MU69 в момент сближения с ним исследовательского зонда New Horizons в январе 2019 г.

сирование миссии и ее содержание будут утверждены лишь в следующем году.

Поперечник выбранного койпероида предположительно превышает 40 км, что на порядок больше размера средней кометы, но почти в 60 раз меньше диаметра Плутона. Выбор исследователей базировался на том, что выведение межпланетного аппарата на траекторию полета к этому небесному телу потребует сравнительно небольшого расхода гидразина (топлива для бортовых реактивных двигателей), после чего его останется до-

статочно для дополнительных маневров на участке подлета.

2014 MU69 был открыт в ходе специальной наблюдательной сессии космического телескопа Hubble, посвященной поискам потенциального объекта для исследований с помощью зонда New Horizons после сближения с Плутоном.<sup>2</sup> Поиск новой цели миссии с использованием наземных телескопов велся еще с 2004 г., но все тела, обнаруженные на протяжении последующих 10 лет, требовали для перехода на траекторию полета к ним слишком мощного корректирующего импульса (из-за ограничений на взлетную массу аппарат не мог взять на борт столько реактивного топлива). Согласно предварительным данным, 2014 MU69 является вполне типичным представителем пояса Койпера — семейства ледяных тел за орбитой Нептуна, движущихся примерно в пределах гелиоцентрических расстояний от 30 до 50 а.е. Крупнейшими объектами пояса на данный момент считаются Плутон и его спутник Харон.

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 26; № 7, 2015, стр. 8

<sup>2</sup> ВПВ № 7, 2014, стр. 28

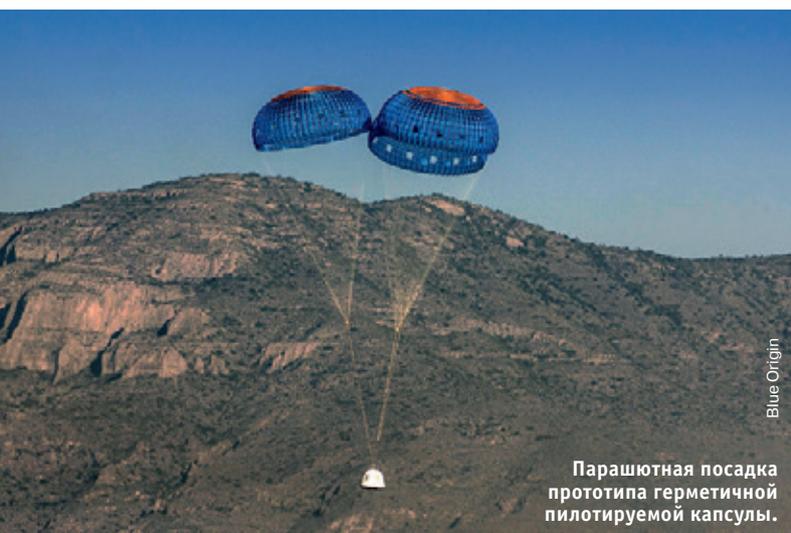
# Blue Origin на пороге космоса

Впечатляющим успехом завершились испытания одноступенчатой ракеты New Shepard, разработанной частной компанией Blue Origin — ее основателем и руководителем является американский интернет-магнат Джефф Безос (Jeff Bezos), один из богатейших людей планеты. В ходе тестового полета, состоявшегося 23 ноября 2015 г., прототип герметичной пилотируемой капсулы (пока еще без экипажа) поднялся на высоту более 100 км, откуда совершил управляемый спуск, на финальном этапе которого была задействована парашютная система. Однако главным «действующим лицом» тестов стала разгонная ракетная ступень, после выполнения основной задачи благополучно приземлившаяся на заранее подготовленную посадочную площадку без применения парашютов: вертикальную скорость удалось погасить исключительно за счет реактивной тяги.

Старт РН New Shepard компании Blue Origin, состоявшийся 23 ноября 2015 г.



Безоса поздравил с успехом его главный конкурент — руководитель компании SpaceX Элон Маск (Elon Musk). Именно эта компания наиболее активно занимается экспериментами в области «реактивной посадки». Однако все они до сих пор заканчивались авариями ракетной ступени.<sup>1</sup> Правда, посадить ее пытались не на грунтовую площадку, а на специальную платформу в Атлантическом океане, что дополнительно усложняло посадочные операции.



Парашютная посадка прототипа герметичной пилотируемой капсулы.

Носитель компании Blue Origin назван в честь Алана Шепарда (Alan Shepard) — первого американца, побывавшего в косми-

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2015, стр. 17; №4, 2015, стр. 31

ческом пространстве в ходе суборбитального полета на корабле Freedom 7.<sup>2</sup> Ее запуски производятся с экспериментальной стартовой установки Blue Origin в Западном Техасе. На ракете установлен один маршевый реактивный двигатель BE-3, работающий на жидком водороде и кислороде. Во время испытаний на нисходящей ветви траектории она достигла скорости 3,72 М (1265 м/с). Двигатель был включен на торможение на высоте около полутора километров; вектором тяги управлял автопилот. Посадка состоялась в 12 часов 29 минут по времени восточного побережья США.

Работа ракетных двигателей в ходе выполнения операций мягкой посадки.



Blue Origin (в отличие от той же SpaceX) неохотно разглашает свои дальнейшие планы, но в прессу уже просачивались сведения о том, что усилия ее сотрудников направлены на создание эффективной, безопасной и сравнительно недорогой системы для суборбитальных рейсов с пассажирами на борту. В перспективе она может быть использована для отправки всех желающих «за границу космоса», пролегающую, как принято считать, на высоте 100 км над поверхностью Земли. Стоимость такой услуги представители компании также пока не озвучивали.

Реактивная посадка пока остается единственным способом доставки больших грузов на поверхность Марса — без этой технологии его колонизация человеком практически невозможна.

<sup>2</sup> Позже Алан Шепард участвовал в экспедиции на Луну на борту космического корабля Apollo 14 — ВПВ №4, 2009, стр. 4; №10, 2010, стр. 31

New Shepard после возвращения из-за «границы космоса» — с высоты 100,5 км.

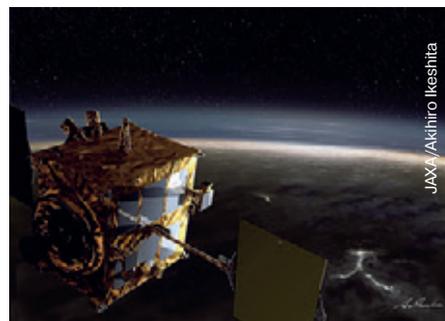


## «Акацуки»: последняя попытка

После долгих пяти лет межпланетных странствий японский космический аппарат «Акацуки» («Рассвет») опять приближается к Венере. Впервые в ее окрестностях он оказался в декабре 2010 г. Тогда, согласно плану миссии, главный реактивный двигатель зонда должен был сообщить ему тормозной импульс и вывести его на орбиту вокруг «Утренней звезды». Однако из-за отказа двигателя осуществить торможение не удалось, и «Акацуки» остался на пролетной гелиоцентрической траектории.

Теперь законы небесной механики снова вывели его к цели, предоставив специалистам Японского агентства космических исследований JAXA возможность хотя бы

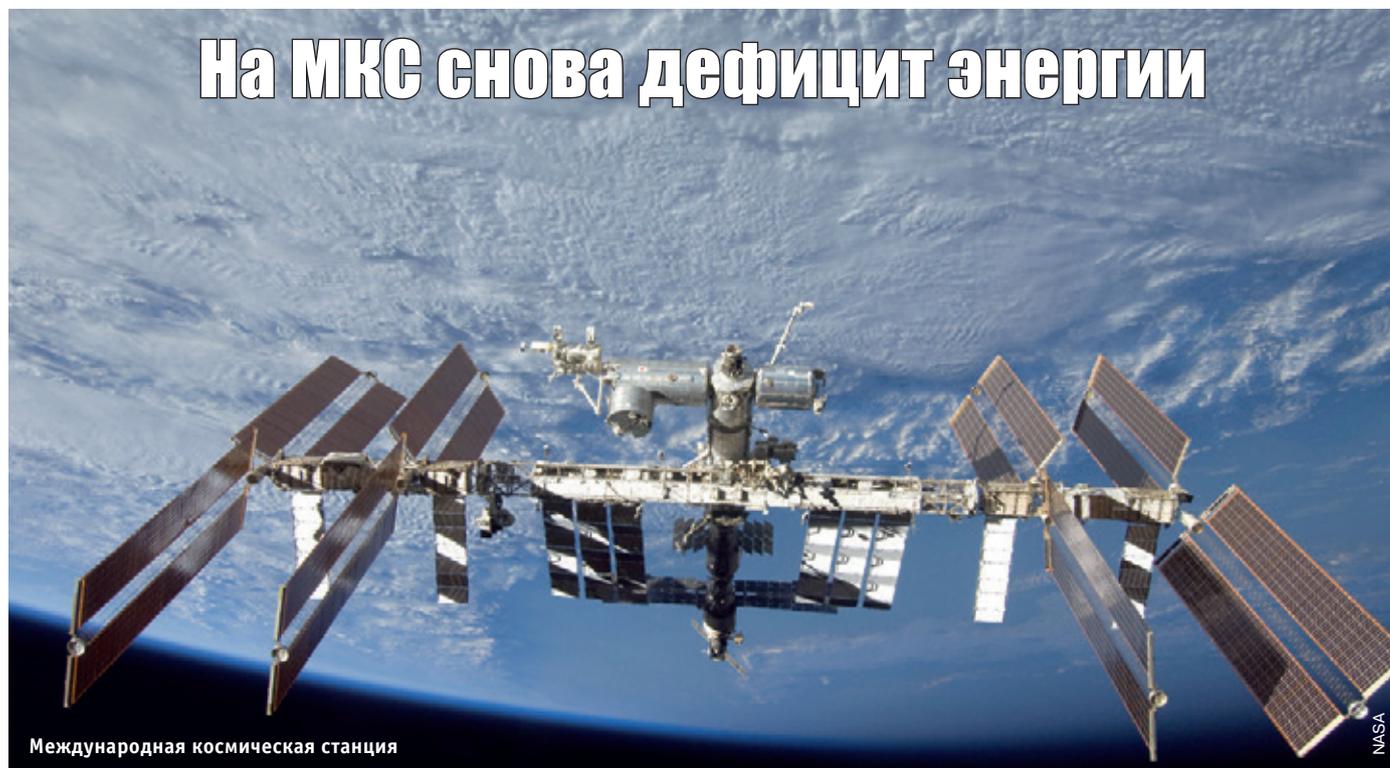
частично выполнить задачи миссии. Правда, все попытки «привести в чувство» главный двигатель завершились неудачей, поэтому тормозной маневр попытаются осуществить с помощью двигателей малой тяги, используемых для ориентации аппарата в пространстве. 11 октября с их помощью была успешно проведена коррекция траектории на подлете к Венере. Теперь им предстоит отработать 20 с половиной минут, чтобы вывести зонд на сильно эксцентричную эллиптическую орбиту с перигелием высотой 540 км. Предварительно сотрудниками группы сопровождения была отпущена команда на сброс 65 кг топлива, чтобы облегчить аппарат и упростить дальнейшие маневры. Насколько удачными они



▲ Космический аппарат «Акацуки» в окрестностях Венеры в представлении художника.

окажутся, мы узнаем 7 декабря — после того, как информация о состоянии «Акацуки» достигнет наземных станций дальней космической связи.

## На МКС снова дефицит энергии



Международная космическая станция

Международная космическая станция (МКС) 2 ноября отметила 15-летнюю годовщину со дня прибытия на нее экипажа первой длительной экспедиции.<sup>1</sup> Строительство орбитального комплекса ведется с 1998 г., большинство его элементов уже имеют возраст более 10 лет. Жесткие условия открытого космоса все чаще дают о себе знать — время от времени не-

которые узлы и коммуникации выходят из строя, требуя ремонта или замены.

В пятницу 13 ноября в системе электроснабжения американского сегмента МКС произошел сбой, имевший следствием потерю восьмой части энергии, вырабатываемой солнечными батареями. Позже выяснилось, что причиной сбоя стало короткое замыкание в одном из восьми блоков коммутации постоянного тока, передающих электричество по-

требителям на станции. Часть научного оборудования оказалась обесточена, и экипажу пришлось задействовать резервную схему питания от остальных семи блоков.

Особого ущерба функционированию станции инцидент не причинил, однако неисправный блок необходимо будет заменить, для чего потребуются выход астронавтов в открытый космос, поскольку вышедшее из строя оборудование находится на внешней поверхно-

сти МКС. Новый коммутатор собираются отправить на орбиту в ходе ближайшего рейса частного грузового корабля Dragon компании SpaceX, который состоится не ранее начала 2016 г. — специалистам требуется дополнительное время для устранения конструктивных недочетов, приведших к аварии во время последнего запуска «грузовика» 28 июня 2015 г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ВПВ №12, 2008, стр. 4

<sup>2</sup> ВПВ №7, 2015, стр. 30

# Небесные события января

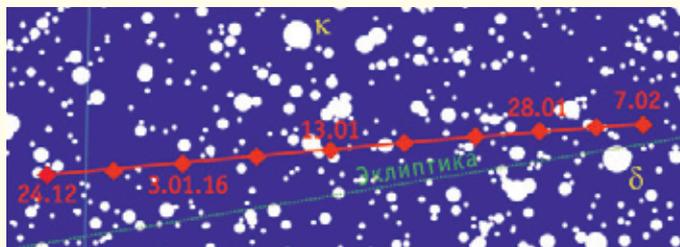
## ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ.

**Меркурий** в середине января вступает в нижнее соединение с Солнцем, поэтому в наших широтах в начале месяца можно наблюдать окончание вечерней видимости планеты, а в конце она появится на утреннем небе. В основном условия для наблюдений этого небесного тела окажутся неблагоприятными.

**Венера** по-прежнему приближается к верхнему соединению с Солнцем, появляясь примерно за два часа до его восхода над юго-восточным горизонтом. Продолжительность видимости «Утренней звезды» постепенно сокращается. 9 января перед рассветом произойдет ее исключительное тесное соединение с Сатурном, во время которого планеты на небе будет разделять всего 5 угловых минут; в пространстве расстояние между ними составит 9,55 а.е. (1 млрд 429 млн км).

**Марс** также виден по утрам, и, хотя интервал между восходом планеты и началом гражданских сумерек в январе возрастает почти до 6 часов, ее видимый блеск по-прежнему не достигает 1-й звездной величины, а угловой диаметр марсианского диска к концу месяца ненамного превысит 6 секунд дуги. Рассмотреть на нем какие-то подробности можно в телескопы с диаметром объектива не меньше 100 мм.

**Юпитер**, пройдя 8 января точку стояния, перейдет от прямого движения к попятному и в конце месяца вернется из со-



▲ Видимый путь астероида Урания (30 Urania) по созвездию Близнецов в декабре 2015 г. — феврале 2016 г.

звезда Девы в созвездие Льва. Угловой размер диска планеты — более 40 секунд дуги — позволит увидеть его основные детали уже в 60-70-миллиметровые инструменты, а четыре крупнейших юпитерианских спутника можно наблюдать даже в небольшие бинокли.

**Сатурн** после выхода из соединения с Солнцем постепенно удаляется от него, однако условия видимости планеты в наших широтах улучшаются медленно из-за того, что она находится значительно южнее небесного экватора. Тем не менее, разворот сатурнианских колец приближается к максимальному, благодаря чему их несложно наблюдать даже в сравнительно небольшие телескопы.

**Уран** в январе появляется по вечерам и заходит вскоре после окончания сумерек. Еще менее удобными будут условия для наблюдений далекого **Нептуна** — эта планета видна непродолжительное время после наступления темноты очень низко над горизонтом. Увидеть на маленьких дисках ледяных гигантов какие-либо детали практически невозможно.

**ЯВЛЕНИЯ В ПОЯСЕ АСТЕРОИДОВ.** 13 января достаточно крупный — около 100 км — астероид главного

пояса Урания (30 Urania) пройдет конфигурацию оппозиции, при этом его расстояние от Солнца будет чуть больше среднего. Видимый блеск этого небесного тела ненамного превысит 10-ю звездную величину.

Наиболее примечательной астероидной оккультацией месяца станет покрытие звезды 7-й величины HIP 13762 в созвездии Кита 35-километровым объектом главного пояса Эдбургой (413 Edburga) вечером 25 января. Полоса наиболее вероятной видимости этого явления пройдет примерно через центральную часть Молдовы, юго-восток Винницкой области, Черкасскую область (ее западную часть и приблизительно вдоль границы с Киевской областью), запад Полтавской и юго-восток Черниговской областей, севернее центра Сумской области, а далее проследует по территории Российской Федерации — южнее Орла, через Рязань, юго-восток Владимирской области, западную и северную часть Нижегородской области к нижнему течению Оби в районе Березово. Длительность «исчезновения» звезды может превысить полторы секунды.

**ЯНВАРСКИЕ МЕТЕОРЫ.** Достаточно мощный метеорный поток, получивший название в честь средневекового созвездия Стенного Квадранта, где расположен его радиант (сейчас примерно в этой части неба проходит граница созвездий Волопаса и Дракона), активен на протяжении первой недели года, причем после очень узкого — продолжитель-

ностью не больше двух часов — максимума, приходящегося на 3 января, его зенитное часовое число резко падает. Считается, что рой Квадрантид связан с астероидом 2003 EH1, движущимся почти по той же орбите, что и метеорные частицы. Этот объект, вероятнее всего, представляет собой «угасшую» комету с полностью испарившейся летучей компонентой, ответственной за образование комы и хвоста.

**ЗЕМЛЯ СБЛИЖАЕТСЯ С СОЛНЦЕМ.** 2 января (в Восточной Европе к этому времени уже наступит 3 января) наша планета пройдет перигелий — ближайшую к Солнцу точку своей орбиты. Расстояние между Землей и солнечным центром в этот день составит 147 млн 98 тыс. км.

**ОБЪЕКТЫ ДАЛЬНОГО КОСМОСА.** Кроме звездного скопления M46 (на него проектируется небольшая планетарная туманность NGC 2438), о котором кратко упоминалось в ежемесячном обзоре небесных событий год назад,<sup>1</sup> созвездие Кормы содержит еще два объекта Мессье, также относящихся к классу рассеянных скоплений — M47 и M93. Первое из них имеет суммарный блеск порядка 4-й величины и на темном незагрязненном небе без труда видно невооруженным глазом, примерно в полутора градусах западнее M46. Оно содержит более 50 звезд и расположено на расстоянии около 1600 световых лет. Второе скопление, более «населенное», но удаленное от нас на 3,5 тыс. световых лет, наблюдать сложнее из-за его меньшего блеска и значительного отрицательного склонения: на 50° северной широты оно не поднимается над горизонтом выше, чем на 16°.

Еще одна достопримечательность созвездия Кормы,

<sup>1</sup> ВП №12, 2014, стр. 36

Архив журнала за 2011-2013 гг. в цифровом виде

Коллекция журналов на CD-дисках

www.3planeta.com.ua

имеющая в «Новом общем каталоге» индекс NGC 2451, представляет собой два рассеянных звездных скопления, проектирующихся друг на друга: первое из них удалено от нас на 600 световых лет, второе расположено примерно вдвое дальше. В местностях около 50-го градуса северной широты увидеть их очень сложно из-за малой высоты над горизонтом в верхней кульминации, но уже на юге Украины этот интересный объект вполне доступен наблюдениям.

M48 — «потерянное скопление», которое Шарль Мессье внес в свой каталог, указав неправильные координаты, и только в 1934 г. австрийский астроном Освальд

Томас (Oswald Thomas) обоснованно предположил, что ему соответствует объект «Нового общего каталога» NGC 2548, видимый в созвездии Гидры недалеко от его условной границы с Единорогом. В состав этого скопления также входит примерно полсотни звезд; при близких к идеальным атмосферных условиях его можно попытаться увидеть невооруженным глазом. Небольшие бинокли и телескопы покажут его вполне уверенно.

M50 — единственный объект Мессье в уже упомянутом созвездии Единорога — представляет собой довольно тесную группу из почти двух сотен звезд. Их общая видимая яркость слегка превышает 6-ю вели-

чину. Расстояние до этого скопления оценивается в один килопарсек (более 3200 световых лет).

Также в Единороге расположена знаменитая туманность «Розетка» NGC 2244 — область звездообразования, находящаяся на расстоянии около 5 тыс. световых лет. Скопление ярких горячих молодых звезд (две из них относятся к ярчайшим в Галактике: их светимость в 450 тыс. раз превышает солнечную) освещает близлежащий участок газовой-пылевой облака, из которого они образовались. Собственно, только они и доступны любительским инструментам: чтобы увидеть лишь смутное подобие туманности,

запечатленной на многочисленных фотографиях, нужен очень мощный телескоп и специальный светофильтр, центрированный на спектральную линию ионизированного водорода H $\beta$ .

Скопление NGC 2264, известное под названием «Новогодняя елка», немного ярче, но компактнее «Розетки». От него нас отделяет примерно 2500 световых лет. Излучение его звезд, «выталкивающее» пыль и газ из своих окрестностей, привело к образованию темной туманности «Конус» — чтобы ее увидеть не на фотоснимке, также требуется H $\beta$ -фильтр, инструмент с апертурой не менее 200 мм и исключительно прозрачное темное небо.

## КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (ЯНВАРЬ 2016 Г.)

- 1 11<sup>h</sup> Комета Каталины (C/2013US10 Catalina, 5<sup>m</sup>) в 0,5° западнее Арктур (α Волопаса, -0,1<sup>m</sup>)
- 2 5:30 Луна в фазе последней четверти  
12<sup>h</sup> Луна (Φ=0,48) в апогее (в 404277 км от центра Земли)  
18-19<sup>h</sup> Луна (Φ=0,44) закрывает звезду θ Девы (4,4<sup>m</sup>). Явление видно в Приморском крае  
23<sup>h</sup> Земля в перигелии, в 0,9833 а.е. (147,1 млн км) от Солнца
- 3 8<sup>h</sup> Луна (Φ=0,40) в 4° севернее Спика (α Девы, 1,0<sup>m</sup>)  
19<sup>h</sup> Луна (Φ=0,35) в 1° севернее Марса (1,2<sup>m</sup>)  
Максимум активности метеорного потока Квадрантиды (до 100 метеоров в час; радиант: α=15<sup>h</sup>25<sup>m</sup>, δ=50°)
- 5 5<sup>h</sup> Меркурий (0,4<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 6 6-7<sup>h</sup> Луна (Φ=0,15) закрывает звезду θ Весов (4,1<sup>m</sup>) для наблюдателей севера европейской части РФ
- 7 0<sup>h</sup> Луна (Φ=0,10) в 3° севернее Венеры (-4,0<sup>m</sup>)  
3-4<sup>h</sup> Луна (Φ=0,09) закрывает звезду HIP 81724 (4,9<sup>m</sup>). Явление видно в Украине, Молдове, в Краснодарском и Ставропольском краях РФ, на северо-западе Грузии  
5<sup>h</sup> Луна в 3° севернее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)  
18:18-18:22 Астероид Сага (1163 Saga, 15,5<sup>m</sup>) закрывает звезду HIP 32783 (8,0<sup>m</sup>)
- 8 20<sup>h</sup> Юпитер (-2,2<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 9 4<sup>h</sup> Венера (-4,0<sup>m</sup>) в 5° севернее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)
- 10 1:30 Новолуние
- 13 14<sup>h</sup> Луна (Φ=0,15) в 1° севернее Нептуна (7,9<sup>m</sup>)  
Астероид Урания (30 Urania, 9,9<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,287 а.е. (193 млн км) от Земли
- 14 11<sup>h</sup> Меркурий в нижнем соединении, в 3° севернее Солнца
- 15 2<sup>h</sup> Луна (Φ=0,29) в перигее (в 369618 км от центра Земли)  
4<sup>h</sup> Комета Каталины (C/2013US10 Catalina, 5<sup>m</sup>) в 1° восточнее Алкайда (η Большой Медведицы, 1,8<sup>m</sup>)
- 16 7<sup>h</sup> Луна (Φ = 0,42) в 2° южнее Урана (5,8<sup>m</sup>)  
19-21<sup>h</sup> Луна (Φ=0,48) закрывает звезду ρ Рыб (4,8<sup>m</sup>) для наблюдателей стран Балтии, Беларуси, Украины, Молдовы, европейской части РФ, Южного Кавказа, Западной Сибири и Западного Казахстана  
23:27 Луна в фазе первой четверти
- 17 5<sup>h</sup> Комета Каталины (C/2013US10 Catalina, 5<sup>m</sup>) в 0,725 а.е. (108 млн км) от Земли
- 14-15<sup>h</sup> Луна (Φ=0,57) закрывает звезду ξ<sup>1</sup> Кита (4,3<sup>m</sup>). Явление видно на севере Западной и Центральной Сибири, в Северной Якутии
- 19 19-21<sup>h</sup> Луна (Φ=0,80) закрывает звезду γ Тельца (3,6<sup>m</sup>) для наблюдателей Эстонии, Латвии, севера европейской части РФ, Западной и Центральной Сибири, Северного Казахстана
- 20 0-1<sup>h</sup> Луна (Φ=0,81) закрывает звезду θ<sup>2</sup> Тельца (3,4<sup>m</sup>). Явление видно в Беларуси, странах Балтии, в северной половине европейской части РФ  
0-2<sup>h</sup> Луна закрывает звезду θ<sup>1</sup> Тельца (3,8<sup>m</sup>) для наблюдателей Беларуси, Украины, Молдовы, стран Балтии, северо-запада европейской части РФ  
Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Лебеда (6,4<sup>m</sup>)
- 21 11:46-11:54 Астероид Муриэл (2982 Muriel, 16<sup>m</sup>) закрывает звезду HIP 34036 (8,5<sup>m</sup>)
- 22 23-24<sup>h</sup> Луна (Φ=0,98) закрывает звезду λ Близнецов (3,6<sup>m</sup>). Явление видно на крайнем севере Европы
- 24 1:45 Полнолуние  
17-22<sup>h</sup> Венера (-4,0<sup>m</sup>) проходит по звездному скоплению M21 (7,0<sup>m</sup>)
- 25 17:53-17:55 Астероид Эдбурга (413 Edburga, 14,2<sup>m</sup>) закрывает звезду HIP 13762 (7,6<sup>m</sup>)  
18<sup>h</sup> Меркурий (0,6<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 26 4<sup>h</sup> Луна (Φ=0,96) в 3° южнее Регула (α Льва, 1,3<sup>m</sup>)  
20-22<sup>h</sup> Луна (Φ=0,86) закрывает звезду τ Льва (4,9<sup>m</sup>) для наблюдателей Беларуси, Украины, Молдовы, стран Балтии, европейской части РФ, Южного Кавказа, Казахстана, Центральной Азии, Западной и юга Центральной Сибири  
23<sup>h</sup> Луна (Φ=0,85) в 2° южнее Юпитера (-2,3<sup>m</sup>)
- 30 4-5<sup>h</sup> Луна (Φ=0,44) закрывает звезду θ Девы. Явление видно на юге Украины и Молдовы  
9<sup>h</sup> Луна (Φ=0,67) в апогее (в 404552 км от центра Земли)  
14<sup>h</sup> Луна (Φ=0,65) в 4° севернее Спика
- 31 16<sup>h</sup> Комета Каталины (C/2013US10 Catalina, 5<sup>m</sup>) в 8° от Полярной звезды (α Малой Медведицы, 2,0<sup>m</sup>)

Время всемирное (UT)

	Последняя четверть	05:30 UT	2 января
	Новолуние	01:30 UT	10 января
	Первая четверть	23:27 UT	16 января
	Полнолуние	01:45 UT	24 января

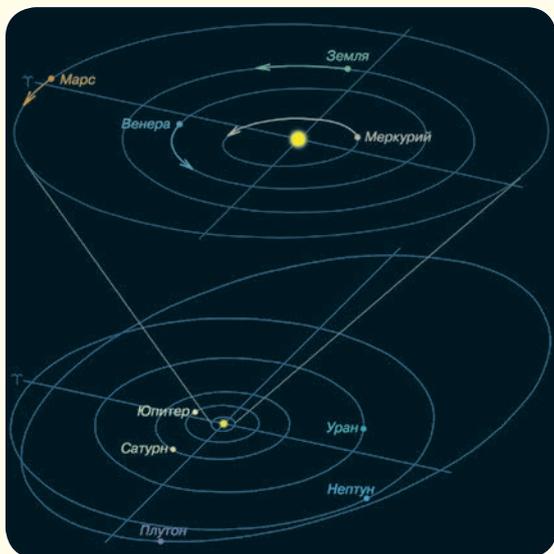
Вид неба на 50° северной широты:  
 1 января — в 23 часа местного времени;  
 15 января — в 22 часа местного времени;  
 30 января — в 21 час местного времени

Положения Луны даны на 20<sup>h</sup> всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

-  рассеянное звездное скопление
-  шаровое звездное скопление
-  галактика
-  диффузная туманность
-  планетарная туманность
-  радиант метеорного потока
-  эклиптика
-  небесный экватор

Положения планет на орбитах в январе 2016 г.



Иллюстрации  
 Дмитрия Ардашева



**Видимость планет:**

- Меркурий** — не виден
- Венера** — утренняя
- Марс** — утренняя (условия благоприятные)
- Юпитер** — утренняя (условия благоприятные)
- Сатурн** — утренняя (условия неблагоприятные)
- Уран** — вечерняя
- Нептун** — вечерняя (условия неблагоприятные)

**РЕКОМЕНДУЕМ!**



**3040.** Пер. Ю. Касаткина и др.  
Звезды и планеты.



**Д002.** Д. Файер Алан.  
Звезды. Факты, находки, открытия

Полный перечень книг, наличие, цены  
[www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)  
или по телефону (067) 215-00-22



# Где-то на Марсе

Пауль Госсен



Станция геологов оказалась заброшенной. Освещение не работало, пришлось включить ручные фонари. В их свете Конума и Мартенс разглядели узкие, заваленные сломанной мебелью помещения. Продовольственный склад, обнаруженный на подземном уровне, был пуст. Единственное, чем удалось поживиться — несколько канистр с горючим, оставленных кем-то возле химической лаборатории.

Они вытащили канистры наружу и загрузили их в вездеход.

— Пора возвращаться, — сказал Конума. — Делать здесь больше нечего.

Мартенс вывел пульверизатором на стальной двери станции свои инициалы и дату. Потом полез в вездеход. Конума уже разогревал двигатель. Загерметизировав кабину, они сняли защитные шлемы, под которыми обнаружили потные, усталые лица.

— Третья станция, — вздохнул Мартенс, — и никого.

— Все давно на Земле, — ответил Конума.

— Не могут быть все на Земле, — возразил Мартенс. — «Юпитер-М» забрал тысячу, максимум — тысячу сто поселенцев, а на Марсе до Глобального Кризиса было более двух тысяч человек. Где остальные?

— На южном полюсе... — отрезал Конума.

Вездеход взревел, дернулся и по рыжим булыжникам пополз прочь от двух пологих холмов, между которыми располагалась станция. Ее куполообразный контур быстро пропал в сгущающихся сумерках. Конума и Мартенс какое-то время бесцельно смотрели на дорогу перед собой. Впрочем, дороги не было, просто через каждые двести метров на камнях была намалевана двухсторонняя люми-

несцирующая стрелка. До станции «Энтони», куда они возвращались, проделав большой круг по пустыне, оставалось меньше двадцати километров.

— Или на северном полюсе, — неожиданно продолжил Конума. — К чему гадать?.. На базе возле Большого Сырта точно осталось человек семьдесят. Мне удалось с ними связаться, пока функционировало радио. Но до них не добраться — четыре тысячи километров. Да ты, Петер, сам все знаешь... А этим геологам просто повезло. Похоже, одна из пассажирских капсул с «Юпитер-М» приземлилась тут неподалеку и всех забрала.

— Мы-то как ее прозвали? — проворчал Мартенс.

— Песчаная буря, — напомнил Конума. — Связи не было две недели. Дело здесь обычное...

— Они могли бы подождать, — глаза Мартенса сверкнули, — до конца бури.

— Могли бы, но не подождали, — сказал Конума. — Их можно понять. «Юпитер-М» и так ушел перегруженный. Поселенцы с Каллисто, поселенцы с Титана, да наших около тысячи — на всех все равно не хватило бы мест... Вот кончится Глобальный Кризис, и тогда нас заберут... наверное.

— А когда он кончится?

— Откуда я знаю? Лет через тридцать-сорок... На Земле сейчас дела плохи.

— Пустой разговор, — Мартенс отвернулся к лобовому стеклу.

— Пустой, — согласился Конума. — Но почему бы не пометать?

— Да я не о том. Весь разговор пустой. Сколько за последние полгода обо всем этом сказано... А что толку?

Конума не ответил. Вездеход продол-

жал загребать и пережевывать гусеницами камни. Мартенс сунул в проигрыватель подвернувшийся под руку компакт-диск и откинулся в кресле. Из динамиков полилась птичья трель. Впрочем, расслабиться не получилось. Японец неожиданно сбавил скорость, потом остановил вездеход. Мартенс с удивлением глянул на него.

— Что? Опять двигатель?

Конума неопределенно пожал плечами и стал надевать шлем.

— Ты мне поможешь?

— Помогу. — Мартенс выключил проигрыватель, повертел в руках свой шлем и тоже надел его. — Надеюсь, ничего серьезного...

Они вылезли из вездехода.

От вечерних сумерек не осталось и следа — снаружи была ночь. Свет от фар вездехода двумя широкими столбами уходил во мрак и терялся в пустыне. В небе сиял только что взошедший Фобос.

— Дело дрянь, — сказал Конума. — Гусеницы порвались.

— Где? — удивился Мартенс. — Вроде все в порядке...

Фиолетовый луч бластера проворно чиркнул по гусеницам — сначала по левой, потом по правой. Титановые траки с глухим звоном упали на камни.

Мартенс обернулся. Японец резко отступил на шаг и навел бластер на своего товарища.

— Конума... — выдохнул Мартенс. — Да ты с ума сошел!

— Не спеши с выводами, — возразил Конума, — я нормален. Мои действия продиктованы логикой и только ей. Если ты успокоишься и не станешь хвататься за свой бластер, который я все равно зара-

нее разрядил, то я, конечно же, мотивирую свой поступок.

– Вот урод! — завопил Мартенс. — Он мотивирует! Загубил вездеход и обещает все логично обосновать! Как мы домой доберемся?!

– Пешком, — ответил Конума, продолжая целиться в напарника. — До станции осталось шестнадцать километров. За ночь можно управиться.

– Издеваешься? Кислорода в скафандрах хватит максимум на полтора часа. Нам не дойти!

– Повторяю, прекрати крик и послушай меня, — Конума был само спокойствие.

Мартенс замолчал — ничего другого ему не оставалось. Японец опустил бластер и какое-то время смотрел в ту сторону, куда они только что ехали. Свет фар выхватывал из тьмы бесконечные красноватые камни.

– Постараюсь быть кратким, — сказал он. — На станции «Энтони» сейчас живут семь человек. Супруги Вебер — они не в счет. Супруги Симонян — тоже не в счет. Габи Ваффеншмидт — интересная и, главное, свободная девушка. Ты, Петер. И я. Вот об этой троице нам и предстоит разговор. Тебе нравится Габи?

– Конума, я не собираюсь...

Японец снова поднял бластер.

– У нас мало времени, Петер, — сказал он. — Кислород в скафандрах кончается. Если ты не ответишь на мой вопрос, я просто застрелю тебя и пойду к «Энтони» один.

Мартенс длинно и замысловато выругался.

– Тебе нравится Габи Ваффеншмидт? — повторил Конума.

– Ну, она довольно милая...

– Хорошо. И она нравится тебе настолько, что ты готов на ней жениться?

– Не думаю, что с этим стоит спешить...

– Почему? Ведь других девушек здесь все равно нет.

Сквозь стекло скафандра было видно, как Мартенс облизал пересохшие губы.

– В конце концов, это мое дело...

– Нет, Петер, наше! Я тоже заинтересованная сторона. На станции «Энтони» имеется одна свободная девушка и двое свободных мужчин. Габи явно отдает предпочтение тебе. Но если ты не собираешься на ней жениться — не лучше ли сообщить ей об этом? У меня появится шанс...

– Конума, я не понял... У тебя жена в Токио!

Лицо японца находилось в тени, и было невозможно оценить его реакцию на эти слова. Какое-то время он молчал, потом ответил:

– Да, жена и две замечательные дочери. Но увижу их я очень нескоро, может быть — никогда. А мне только тридцать четыре. И я не собираюсь, как медведь в спячке, ближайшие сорок лет сосать лапу.

– И ты застрелишь меня, чтобы жениться на Габи?

– Нет, Петер, я застрелю тебя, если ты будешь проявлять несообразительность и тянуть время. Надеюсь, до этого не дойдет.

– Тогда выражайся яснее.

– Дуэль, — сказал Конума. — Я предлагаю дуэль. Это самый честный выход.

– Дуэль?

– Именно. Мне нравится Габи. Тебе, как я понял, тоже. Один из нас лишний. Пусть дуэль решит, кто.

– Конума, ну ты и выдал! — Забыв про наведенное на него оружие, Мартенс расхохотался. — Вспомни, какой сейчас век! Что за средневековые методы?

– Зря смеешься, Петер! — повысил голос Конума. — Какая разница, какой сейчас век, если мы, как бродяги, прочесываем Марс в поисках еды и всего, что плохо лежит. А о том, что сейчас творится на Земле, лучше вообще не вспоминать... Я все продумал заранее. Никаких дуэльных пистолетов или шпаг нам не понадобится. Сделаем так: кислорода в баллонах у нас на полтора часа. Этого вполне достаточно, чтобы пройти в скафандрах еще четыре километра. А там, среди камней, рядом с очередной люминесцирующей стрелкой я спрятаю запасной баллон. Кислорода в нем на сутки. Тот, кто успеет первым, заправит свой баллон, дойдет до «Энтони» и сообщит, что в результате аварии его напарник погиб в пустыне.

– Конума, ты действительно чокнутый...

– Пусть так, — неожиданно согласился японец. — Пусть я чокнутый, если тебе так хочется думать. Вот только, Петер, я бы мог стукнуть тебя бластером по затылку, а сам спокойно дойти до станции один. Но я даю тебе шанс получить и жизнь, и девушку, при этом сам рискуя потерять и то, и другое. Может, ты все-таки оценишь ситуацию реально и перестанешь тянуть время? Ведь до запасного баллона еще четыре километра.

Мартенс больше не смеялся. Он хорошо знал напарника — тот никогда не шутил. Значит, сказанное японцем было для него действительно важным. И, похоже, ради этого важного Конума был готов на все.

– Ты прав в одном, тянуть не стоит, — произнес Мартенс. — Так где, говоришь, запасной баллон?

– Надо пройти двадцать стрелок. Я спрятаю его слева, за обломком скалы...

Конума не договорил — Мартенс ре-

шительно двинулся на него. Японец отскочил в сторону и снова выставил бластер. Но Мартенс уже удалялся в пустыню. Он и не думал нападать. Он шел к баллону. Осознав это, Конума поспешил следом.

\* \* \*

Уже через четверть часа Мартенс люто возненавидел тех, кто проложил дорогу по этим ужасным камням. Понятно, что кратчайший путь — это прямая, но могли бы намалевать стрелки немного южнее, где, если верить картам, каменистая пустыня сменялась песчанником. Несколькo раз Мартенс спотыкался, дважды падал на колени, рискуя повредить скафандр. Довольно быстро свет фар перестал освещать дорогу — вездеход скрылся за высоким каменным холмом. Пришлось включить ручной фонарь.

Конума отставал. То ли берег силы, то ли действительно не мог поспеть за более молодым товарищем.

Японец всегда нравился Мартенсу. Спокойствием, рассудительностью, нетривиальным взглядом на многие, казалось бы, устоявшиеся представления. Конума был старше на девять лет, но это не мешало им еще на Земле сблизиться и напроситься в одну команду. В свободное время они вместе колесили по Европе, потом по Африке, неделю прожили в родном городе Мартенса Йоханнесбурге, на пару дней забрались даже в Антарктиду. Уже на Марсе с удовольствием смотрели одни и те же фильмы, подсовывали друг другу любимые книги, вместе тренировались в спортзале... И тут — такой поворот!

Мартенс обернулся. Напарник отставал все больше. Почему-то он не включил свой фонарь, и японца было сложно разглядеть в темноте. И как он ноги не разобьет? — подумал Мартенс и тут же сам запнулся об очередной камень. Более низкая, чем на Земле, сила тяжести смягчила падение, но правое колено заныло. Мартенс выругался, сквозь эластичную ткань скафандра потер колено (не помогло) и двинулся дальше. Позади осталась седьмая люминесцирующая стрелка, дышалось пока легко.

Габи. Милая Габи Ваффеншмидт. Гибкая черноглазая девушка из Южной Дакоты с непроизносимой немецкой фамилией, доставшейся ей по материнской линии. Отца, индейца сиу, она не помнила: он погиб на Луне еще до ее рождения, расписаться родители не успели. Больше всего она любила балет, но завалила экзамен по хореографии и пошла по стопам отца — стала космопроходцем.

Нравилась ли она Мартенсу? Нравился ли он ей? Наивный Конума! Мартенс сам не знал ответов на эти вопросы.

Взгляды Габи и Мартенса не совпадают практически во всем. Вечерами, когда сотрудники станции «Энтони» собирались в баре, девушка яростно спорила с ним о литературе, философии, астрофизике. В глазах Габи плясали бесенята, она громила изящные теории Мартенса с хорошим знанием как предмета в целом, так и множества частных деталей. Он краснел и разводил руками. Тогда она приходила ему на помощь и находила серьезные доводы в пользу уже раскритикованных ею теорий, и когда Мартенс расправлял плечи, громила их новой порцией невероятного оригинальных суждений.

И все же Мартенсу нравилось это общение. Где-то на уровне подсознания он то ли догадывался, то ли надеялся, что за яростными спорами скрыта не менее яростная мольба: заметь меня, Петер, вот она я, не дура, совсем не дура, просто умница, так увидь во мне нечто большее, чем коллегу по работе и напарницу по теннису. Или, может быть, он все же ошибался?..

Десятая стрелка. Половина пути позади. Колено ноет так, что хочется выть на Луну. В данном случае — на Фобос. Обращиваться Мартенсу не хотелось, он включил рацию и услышал ровное дыхание японца. Не похоже, чтобы Конума устал — значит, бережет силы. И рванет на последних метрах. Интересно, подумал Мартенс, а если мы выйдем к цели вместе? Наверное, будем вырывать друг у друга баллон и орать как придурки. Потом тот из нас, кто победит, у кого в руках окажется заветный баллон, разможжит им шлем скафандра своего противника... Мартенс скривился: что за дрянь лезет в голову!

Он снова запнулся о камень, но на этот раз устоял, только замахал руками, удерживая равновесие, и луч фонаря бешено заплывал по ночной пустыне.

— Ты в порядке? — услышался в наушниках голос японца.

— Дурацкий вопрос, — ответил Мартенс. — Я в пустыне, ночью, на Марсе, и до станции еще черт знает сколько километров. И все по твоей вине.

— Четырнадцать, — подсказал Конума. — Осталось меньше четырнадцати километров. А до баллона вообще рукой подать. Мы хорошо движемся.

— Хочешь поболтать?

— Если только ты не будешь обвинять меня во всех грехах. Ночь и пустыню я еще могу записать на свой счет, но на Марсе ты оказался не по моей вине.

— Остряк, — фыркнул Мартенс.

Конума промолчал.

— Почему ты не включишь фонарь? — спросил Мартенс.

— Фонарь только мешает. Потуши его, глаза быстро привыкнут.

— Я тогда вообще разобью ноги.

— Ты их и так уже разбил.

Мартенс остановился, потушил фонарь.

— Конума, — спросил он, — а что случится, если мы дойдем до баллона вместе? Ты об этом подумал?

— Это вряд ли, — сказал японец. — Ты совсем выдохся. За полкилометра до цели я легко обойду тебя и буду первым.

— А если все-таки первым дойду я?

— Значит, победишь ты. Не нужно, Петер, ждать от меня гадостей... Я подарю тебе свой бластер и пожелаю счастливого пути.

— Как у тебя все просто...

— Совсем не просто, Петер. Я полгода все обдумывал. Что только в голову не лезло... но дуэль, поверь мне, единственный достойный выход.

— Ох уж эти бабы, — огрызнулся Мартенс. — Все только вокруг них и вертится. Даже здесь, на Марсе.

— А вокруг кого еще все должно вертеться?

Мартенс не ответил. Глаза начали привыкать к ночному мраку. Похоже, без фонаря действительно можно обойтись.

— Ладно, — вздохнул он, — рванем дальше. Значит, говоришь, ты будешь первым?

— Непременно.

— В нашей ситуации было бы совершенно дико пожелать тебе удачи, так что просто пошли.

— Пошли, — согласился японец, и ночная пустыня снова двинулась им навстречу.

...Конума, как и обещал, пошел на обгон за полкилометра до цели. Он решительно ускорил шаг и через несколько минут оставил Мартенса позади. Как ни старался Петер тоже прибавить скорости — не получалось: сбитые ноги давали о себе знать, да и дефицит кислорода с каждой минутой ощущался все сильнее. Понимая, что в этой дикой гонке по ночной пустыне он уже проиграл, Мартенс устало плелся за напарником — уже без цели, просто осознавая, что остановиться и сесть на камни было бы началом конца. На недавнего приятеля он больше не смотрел, все внимание уделяя дороге: вот еще шаг, вот еще... Когда же, вконец обессиленный, он остановился и поднял голову, то от удивления даже присвистнул: японца впереди не было.

— Конума! — позвал Мартенс.

Молчание.

— Конума! Ты где?

В наушниках тихо потрескивали помехи.

— Конума!!!

Мартенс включил фонарь. Луч нервно забегал по камням. Никого! Петер развернулся, но и позади высветились лишь бесконечные камни. И, забыв про усталость, он бросился вперед.

Японец не дошел до люминесцирующей стрелки каких-то двадцать метров — скорее всего, поскользнулся на камне, упал и расшиб голову. Он лежал в небольшой впадине на спине, раскинув руки, и в первое мгновение Мартенсу показалось, что Конума мертв. Он наклонился над телом и вдруг отчетливо услышал в наушниках стон.

— Конума! — снова позвал Мартенс.

Но японец лишь прошептал что-то неразборчивое и отключился. И тогда, уже задыхаясь, Мартенс рванул к двадцатой стрелке, где, если верить напарнику, был спрятан заветный баллон.

\* \* \*

К станции «Энтони» полумертвый от усталости Петер Мартенс вышел через одиннадцать часов. На плечах он нес тело японца, в баллон которого закачал половину найденного кислорода. Об истинных причинах происшествия он никому не сказал ни слова.

Конума долго оставался без сознания. Его поместили в лазарет. Габи Ваффеншмидт, взяв на себя обязанности медсестры, стала заботиться о нем. Она очень жалела несчастного, что, видимо, и пробудило в ней чувства. Через два с половиной месяца, когда Конума немного поправился, они объявили себя мужем и женой.

А еще через неделю Мартенс, забив под завязку отремонтированный вездеход продуктами и канистрами с горючим, двинул к Большому Сырту. Четыре тысячи километров на Марсе — практически непреодолимое расстояние, но кто знает...

Чтобы никого не беспокоить, он уезжал ночью. Проводить Мартенса вышел один Конума. Японец опустился на колени и поклонился вслед уходящему вездеходу. Но видели это лишь звезды и Фобос.

## ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА



С ПЕРВОГО НОМЕРА ПО ТЕКУЩИЙ, В ЛЮБОЙ ТОЧКЕ МИРА, В ЛЮБОЕ ВРЕМЯ  
www.3planeta.com.ua

# МАГАЗИН «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА» ТЕЛЕСКОПЫ, БИНОКЛИ, МИКРОСКОПЫ



Тест-драйв оптических приборов ♦ Консультации специалистов

Наблюдения звезд и планет ♦ Мастер-классы по астрономии

ОБЗОРНЫЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗВЕЗДНОМУ НЕБУ

Наш адрес: Киев, ул. Нижний Вал, 3-7  
(044) 295-00-22, (067) 215-00-22  
[www.3planeta.com.ua](http://www.3planeta.com.ua)

# МАГАЗИН ОПТИКИ «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА»



Киев, ул. Нижний Вал, 3-7  
(044) 295-00-22, (067) 215-00-22

## Телескопы



## Бинокли



## Приборы ночного видения



## Модели Space Collection



## Модели Metal Earth



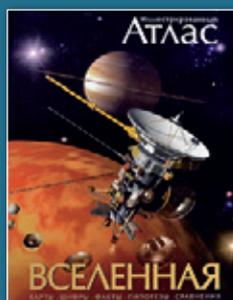
## Биосистемы



## Журнал ВПВ



## Книги



## Календари, плакаты

