

# Вселенная

## ПРОСТРАНСТВО ★ ВРЕМЯ

Международный научно-популярный журнал  
по астрономии и космонавтике

№1 (170) 2019



## ЧУЖДОЙ МИР Красной планеты

### New Horizons

НА ОКРАИНАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

### ЗВЕЗДА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА



---

КАК ЖИВЕТСЯ  
ВНЕЗЕМНЫМ  
МИКРОБАМ

---

СКОЛЬКО ВЕСИТ  
ПОДЗЕМНОЕ  
ЦАРСТВО

---

КОСМИЧЕСКИЙ МАЯК  
В СОЗВЕЗДИИ КОРМЫ

## Уважаемые читатели!

В одной из своих книг знаменитый популяризатор науки Карл Саган сказал, что мы с самого начала были странниками. Эти слова как нельзя лучше характеризуют человечество — его во все времена манили новые горизонты и покорение неизведанных земель.

Конечно, на картах Земли давно не осталось белых пятен. Но XX век открыл нам новые рубежи — космические. Стремительное развитие технологий в первые годы космонавтики создало впечатление, что нам подвластно все. В то время слова из песни о яблонях на Марсе воспринимались многими как перспектива недалекого будущего.

Реальность быстро внесла свои коррективы. Исследования других планет оказались намного более сложным и дорогостоящим предприятием, чем думали космические романтики. Наступил закономерный период спада интереса к космосу. В последнее время ситуация изменилась. Цифровая революция, бурное развитие частных аэрокосмических компаний и растущие амбиции многих держав дали начало космическому ренессансу. Одним из его наиболее наглядных проявлений является то, что движение на межпланетных трассах стало значительно более оживленным. В 2018 г. к другим телам Солнечной системы стартовало целых 9 автоматических разведчиков — это гораздо больше, чем в предыдущие несколько лет. Еще несколько аппаратов завершили межпланетный перелет и прибыли к своей цели. Отдельно следует упомянуть историческое сближение аппарата New Horizons с объектом пояса Койпера 2014 MU69 «Ультима Туле» — самым далеким небесным телом, которое удалось сфотографировать с близкого расстояния. Ему посвящен специальный материал в текущем номере журнала.

Уже в следующем году к Марсу отправится настоящая «космическая флотилия», состоящая из разнообразных автоматических аппаратов, в числе которых — самый большой марсоход, европейская лаборатория для поисков жизни и даже арабский орбитальный зонд. Красная планета остается наиболее привлекательной целью для колонизации. Насколько реальны эти планы и какие сложности могут возникнуть на пути к их осуществлению? Имеем ли мы моральное право заселять другую планету, если станет известно, что на ней уже имеется собственная жизнь (хотя бы даже микробная)?

С другой стороны, микроскопические живые организмы неизбежно станут спутниками человека на пути к другим планетам. Как они перенесут космическое путешествие и неблагоприятные условия на поверхности других небесных тел? Последние исследования на МКС говорят о том, что потенциал приспособляемости микробов достаточно высок, а их мутации под действием повышенной радиации вряд ли приведут к появлению угрозы для космонавтов.

Но человечество не только проникает во Вселенную: на протяжении всей своей истории земная жизнь подвергалась влиянию космической среды. И здесь речь идет не только о нашем Солнце, но и о событиях, происходящих на просторах Млечного Пути. Возможно, одним из ключевых факторов, приведших к появлению на Земле разумных существ, стала близкая вспышка Сверхновой, случившаяся несколько миллионов лет назад...

В конце номера, в традиционном разделе для любителей астрономии, вас ожидает информация о появлениях комет в 2019 г. и о небесных событиях марта-апреля.

Приятного вам чтения и спасибо за то, что остаетесь с нами!

Редакция

### ПОДПИСКА!

Журнал «Вселенная, пространство, время» включен в «Каталог видань України «Преса поштою». II півріччя», **подписной индекс 91147**. Подписку на второе полугодие 2019 г. можно оформить в любом почтовом отделении. Периодичность выхода — один раз в 2 месяца, объем 76 страниц.

NOOSPHERE  
**SPACE  
SUMMIT**

#### ● Поговорим о про будущее космической индустрии

- 2 дні
- кращі експерти галузі з усього світу
- доповіді та Q&A сесії

**17/КВІТНЯ  
18  
КИЇВ.**



**VERNADSKY  
CHALLENGE**

#### ● КОНКУРС ІНЖЕНЕРНИХ СТАРТАПІВ

- презентації фіналістів у сферах космічних технологій та активної біоелектроніки
- церемонія нагородження

**ВХІД  
ВІЛЬНИЙ!**

РЕЄСТРАЦІЯ ТА ДЕТАЛІ:  
[NOOSPHERESUMMIT.SPACE](http://NOOSPHERESUMMIT.SPACE)



**Солнечная система****НА МЕЖПЛАНЕТНЫХ ТРАССАХ**

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР

4

Миссия Opportunity  
официально завершена

12

**МАРСИАНСКАЯ ОДИССЕЯ 2020**

Кирилл Размыслович

20

Вселенная под одной крышей

23

**NEW HORIZONS**

Исследования «Ультима Туле»

Саймон Портер

24

**Жизнь на Земле и в космосе****ЧУЖДЫЙ МИР КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ**

Кирилл Размыслович, Сергей Гордиенко

30

Как живет внеземным микробам

38

**«ЗВЕЗДА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА»**

Михаил Видейко

40

Сколько весит подземное царство?

48

Живые небеса Земли

49

Монстры под ногами

50

**Вселенная****НЕПРОСТЫЕ СУДЬБЫ  
«ВСЕЛЕНСКИХ» ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ**

Владимир Манько

51

**ЖИЗНЬ И ЗВЕЗДЫ**

Тереза Люфтингер

54



«Космический маяк» в созвездии Кормы

61

Туманность Треугольника  
в объективе телескопа Hubble

62

**КОМЕТЫ 2019 ГОДА**

Артем Новиченко

66

«Туманная жемчужина» декабряского неба

69

**Любительская астрономия****НЕБО**

в марте-апреле 2019 года

Михаил Лашко, Владимир Манько

70

Главный редактор:  
Гордиенко С. П.форм», кандидат  
технических наукВыпускающий  
редактор:  
Манько В. А.Вавилова И. Б. —  
ученый секретарь  
Совета по космиче-  
ским исследовани-  
ям НАН Украины,  
вице-президент  
Украинской астро-  
номической ассо-  
циации, кандидат  
ф.-м. наукРедактор:  
Размыслович К. Р.  
(Минск)Рябов М. И. —  
старший научный  
сотрудник Одесской  
обсерватории ради-оастрономического  
института НАН  
Украины, кандидат  
ф.-м. наук, сопред-  
седатель Междуна-  
родного астрономи-  
ческого обществаОлейник И. И. —  
генерал-полковник,  
доктор  
технических наук,  
заслуженный  
деятель науки и  
техники РФАндронов И. Л. —  
декан факультетаОдесского нацио-  
нального морского  
университета, доктор  
ф.-м. наук, профес-  
сор, вице-президент  
Украинской ассо-  
циации любителей  
астрономииДизайн, верстка:  
Кисилица Е. Б.  
IT-сопровождение:  
Голойда А. Р.Учредитель и изда-  
тель:  
ЧП «Третья планета»02089 Украина, г.  
Киев, ул. Радистов, 64  
Телефон редакции:  
+38 067 501-21-61  
сайт:  
universemagazine.comЗарегистрировано  
Государственным  
комитетом телеви-  
дения и радиове-  
щания Украины.  
Свидетельство КВ  
7947 от 06.10.2003 г.  
© ВСЕЛЕННАЯ,  
пространство,  
время —  
№ 1 (170) 2019**ВСЕЛЕННАЯ, про-  
странство, время** —  
международный  
научно-популярный  
журнал по астроно-  
мии и космонавти-  
ке, рассчитанный на  
массового читателя

# НА МЕЖПЛАНЕТНЫХ ТРАССАХ

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР

*Материал подготовлен редакцией  
с использованием статьи  
Александра Железнякова  
«КОСМИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ  
СТРАН МИРА В 2018 ГОДУ»*



ля мировой космо-  
навтики минувший  
год был исключи-  
тельно успешным,  
причем выдающи-  
мися достижен-  
иями в этой отрасли теперь могут

похвастаться не только крупные государственные агентства, но и частные компании. Вдобавок впервые в XXI веке и вообще за последние 28 лет удалось преодолеть весьма важный в психологическом плане рубеж: в течение года во всем мире состоялось более сотни пусков ракет-носителей космического назначения. Ранее столь высокая пусковая активность фиксировалась в 1990 г.

Подробнее об итогах 2018 г. можно прочитать в статье Александра Железнякова «Космическая деятельность стран мира в 2018 году (двадцатый ежегодный обзор)», размещенной на нашем сайте по адресу [https://universemagazine.com/article/cosmonautics/...](https://universemagazine.com/article/cosmonautics/)

Здесь же мы остановимся на достижениях, которыми ознаменовался минувший год в области освоения Солнечной системы с использованием автоматических аппаратов.

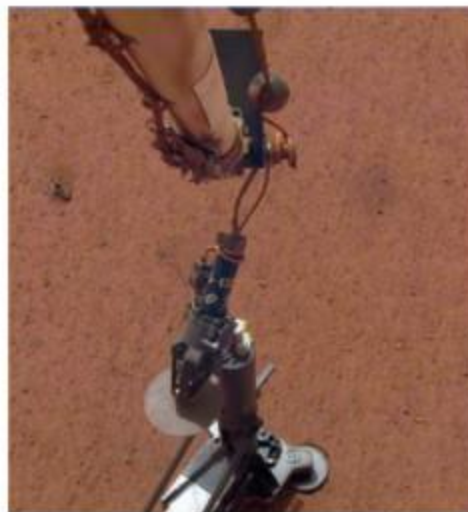
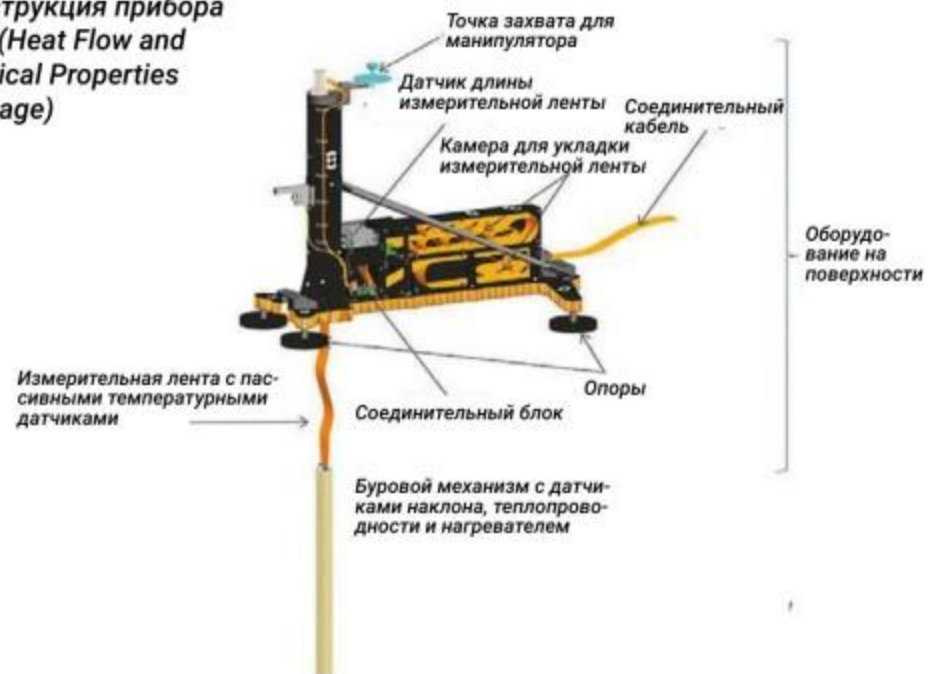
В межпланетном пространстве в прошлом году наблюдалось некоторое оживление: к другим телам Солнечной системы стартовало сразу 9 исследовательских зондов (включая микроспутники). Это гораздо больше, чем в предыдущие несколько лет. К особой категории следует отнести уникального «космического путешественника» — электромобиль Tesla Илона Маска с манекеном Starman.

## ОЧЕРЕДНАЯ ПОСАДКА НА МАРС

В конце ноября 2018 г. на марсианскую Равнину Элизия совершил успешную посадку американский межпланетный аппарат InSight (Interior Exploration using Seismic Investigations, Geodesy and Heat Transport), запущенный в мае того же года. Основной его задачей является изучение внутреннего строения и эндогенной активности Красной планеты. Расчетный срок работы аппарата — 720 дней.<sup>1</sup> В течение двух лет InSight будет изучать внутреннюю структуру Марса, регистрируя подземные толчки. Они могут возникать по разным причинам — в частности,

<sup>1</sup> ВПВ №8-9, 2018, стр. 28

### Конструкция прибора HP3 (Heat Flow and Physical Properties Package)



◀ 16 февраля 2019 г. InSight при помощи роботизированной руки-манипулятора успешно выгрузил на поверхность Красной планеты второй по важности научный инструмент миссии — прибор HP3 (Heat Flow and Physical Properties Package), предназначенный для измерения тепловых потоков в марсианском грунте и физических свойств окружающих пород.

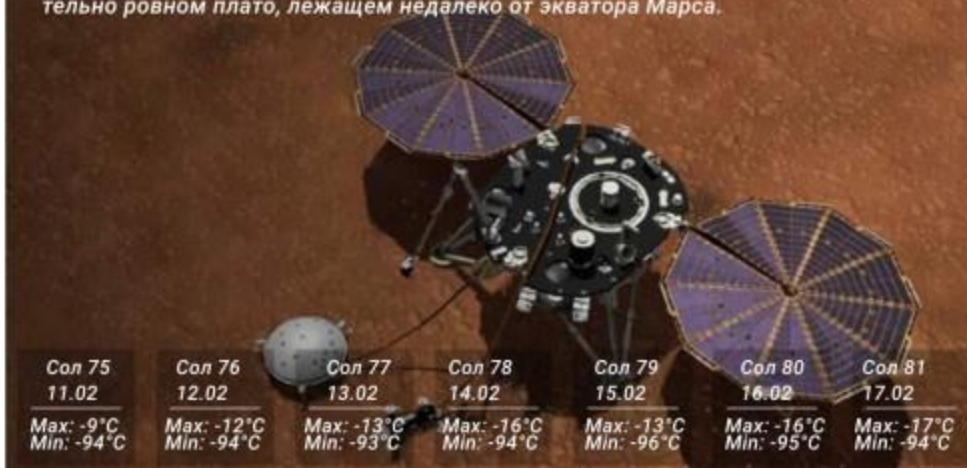
в результате падения метеоритов, не сгоревших в разреженной марсианской атмосфере.

В конце декабря 2018 г. InSight выгрузил на поверхность Марса ключевой инструмент миссии — сейсмометр SEIS. Для этой операции была задействована смонтированная на корпусе зонда роботизированная рука-манипулятор. После серии балансировок и выравнивания положения прибор закрыли специальным колпаком, защищающим его от воздействия марсианского ветра и температурных колебаний. В начале января 2019 г. сейсмометр приступил к сбору первых данных о тектонической активности Красной планеты.

А 16 февраля 2019 г. InSight разместил на поверхности еще один научный инструмент — прибор для измерения теплового потока HP3. Он представляет собой электромеханический бур, способный пробурить в марсианском грунте скважину глубиной до 5 м. В нее будет опущена лента, на каждые десять сантиметров которой расположены температурные датчики,

### Сводки погоды с плато Элизия

Посадочный аппарат InSight ежедневно передает данные о температуре, давлении, скорости и направлении ветра на Равнине Элизия — сравнительно ровном плато, лежащем недалеко от экватора Марса.



▲ Каждый марсианский день (сол) автоматический аппарат InSight производит измерения параметров окружающей среды (температуры, давления, скорости и направления ветра) в месте своей посадки на Равнине Элизия. С недавних пор эти данные регулярно публикуются на веб-сайте Mars Weather. Эта информация поможет ученым точнее учесть внешние факторы, способные повлиять на сверхчувствительный сейсмометр миссии.

предназначенные для измерения тепловых характеристик окружающих пород и косвенной оценки их состава. Пока же исследовательский зонд передает на Землю панорамы места посадки и данные о «погодных условиях» — температуре, давлении и скорости ветра.

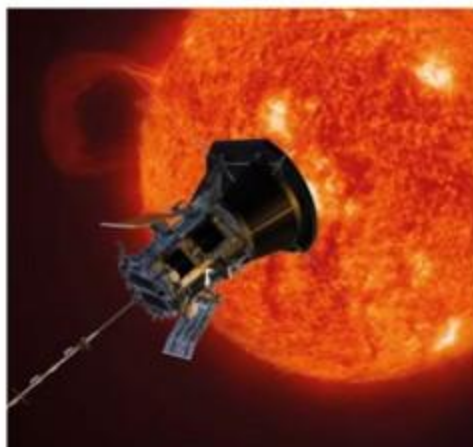
Заслуживают упоминания также два микроспутника MarCO (Mars Cube One), сопровождавших зонд InSight и обеспечивших его связь с Землей в момент посадки на Красную планету. Они успешно выполнили свою задачу, миновали Марс и вышли на гелиоцентрические орбиты, по которым будут двигаться долгие годы. Связь с ними поддерживалась до начала февраля 2019 г.

## НА СВИДАНИЕ С СОЛНЦЕМ

Весьма интересная в научном плане миссия началась 12 августа 2018 г. В тот день с мыса Канаверал был запущен межпланетный зонд PSP (Parker Solar Probe), предназначенный для изучения внешней короны Солнца.<sup>2</sup>

Проект PSP является продолжением программы запусков автоматических аппаратов для изучения ближайшей звезды. Правда, в отличие от своих предшественников этот зонд подойдет к ней гораздо ближе — всего на 6,2 млн км. Произойдет это через несколько лет, после пары десятков оборотов вокруг Солнца. При каждом витке аппарат будет постепенно снижать свой перигелий; первый из них он прошел 6 ноября 2018 г. на гелиоцентрическом расстоянии 0,166 а.е. (24,8 млн км), сразу установив рекорд сближения рукотворного объекта с нашим светилом. При этом он разогнался до скорости 95 км/с. Ранее, 3 октября, зонд осуществил первый из семи запланированных гравитационных маневров в окрестностях Венеры.

Основные научные задачи PSP заключаются в определении структуры и динамики магнитных полей в источниках солнечного ветра, измерении уровня энергии, испускаемой внешней солнечной короной,



▲ Аппарат Parker Solar Probe (PSP) в представлении художника. Миссия, целью которой является исследование Солнца с близкого расстояния, вступила в активную фазу в 2018 г. Предполагается, что ее результаты помогут лучше понять историю нашего светила и механизмы солнечно-земного взаимодействия.

NASA/Johns Hopkins APL/Steve Gribben

выяснении механизмов ускорения и переноса высокоэнергетических частиц, а также в изучении частиц околосолнечной плазмы.

Свое имя зонд получил в честь американского астрофизика Юджина Паркера (Eugene Parker), который в 1958 г. предсказал существование солнечного ветра. Сейчас ему 91 год, он присутствовал на космодроме при старте своего «тезки». На борту аппарата находится чип с записанной на нем исторической научной статьей Паркера, а также с именами миллиона с лишним землян.

## ОБРАТНАЯ СТОРОНА ЛУНЫ

До начала текущего года ни один космический аппарат не совершал мягкой посадки на обратной стороне Луны. В бурные 1960-1970-е годы, когда счет запусков в сторону естественного спутника Земли шел на десятки, решить эту сложную в техническом плане задачу не удалось ни Советскому Союзу, ни Соединенным Штатам. Справедливости ради надо сказать, что они и не пытались это сделать. А позже ведущие космические державы занимались другими проектами.

То, что не удалось полвека назад, уже осуществили китайцы. Сама посадка состоялась уже в 2019 г., но основу для нее Китай



▲ Установка зонда Parker Solar Probe под 19-метровый головной обтекатель производилась в цехах компании Astrotech Space Operations (Титусвилль, Флорида). Позже аппарат был доставлен на стартовый комплекс LC 37 станции ВВС США «Мыс Канаверал».

Ed Whitman, Laurel, Maryland

заложил в минувшем году.

Автоматический аппарат «Чанъэ-4» был запущен 7 декабря.<sup>3</sup> Спустя пять дней он вышел на селеноцентрическую орбиту, а 3 января 2019 г. прилунился в районе кратера Кáрман, находящегося на территории Бассейна Южный полюс — Эйткен, доставив туда стационарную платформу и луноход.

В программе миссии — взятие и исследование образцов грунта. Специалисты надеются найти в этом регионе материалы, выбитые из верхних слоев лунной мантии, что поможет пролить свет на историю Луны.

Еще одной важной составляющей миссии стал спутник-ретранслятор «Цюэцяо», весной 2018 г. выведенный в точку либрации  $L_2$  системы «Земля-Луна» для обеспечения устойчивой связи «Чанъэ-4» с наземным центром управления.

Вдобавок китайцы запустили к Луне еще два небольших спутника «Лунцзян» для решения вспомогательных задач. Оба они были выведены на селеноцентрическую орбиту. Правда, связь удалось установить только с одним из них — второй неожиданно замолчал и не подает признаков жизни.

<sup>2</sup> ВПВ №7, 2018, стр. 25

<sup>3</sup> ВПВ №8-9, 2018, стр. 26

Таким образом, Китай сделал следующий важный шаг в реализации своей лунной программы. Вслед за этим предполагается доставка на Землю лунного грунта, а позже — и пилотируемый полет. Шансы на то, что 13-м человеком на Луне станет китаец, весьма высоки...

## ПОСАДКА НА РЮГУ

Все чаще объектами исследований с помощью автоматических аппаратов становятся малые тела. В минувшем году этот список пополнился двумя объектами. Одним из них стал небольшой астероид Рюгу (162173 Ryugu). Именно к нему четыре года летел японский межпланетный зонд «Хаябуса-2». Основная задача его миссии — взятие образцов грунта с поверхности астероида и доставка их на Землю.<sup>4</sup>

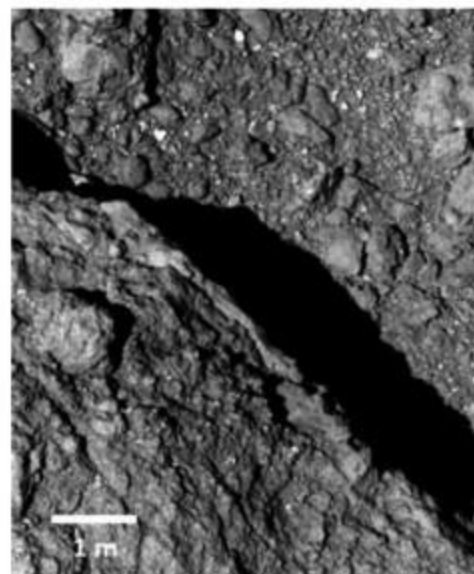
В июне 2018 г. «Хаябуса-2» вышел на исходную позицию в 20 км от Рюгу и приступил к выполнению научной программы. Он уже неоднократно сближался с «небесным камнем», сбросив на его поверхность два японских и один европейский мобильный зонд (изготовленный Германским центром космических исследований DLR и успешно проработавший более 17 часов).

Сложной проблемой для специалистов миссии стал выбор наиболее безопасного участка для осуществления запланированной операции по взятию образца вещества Рюгу. Астероид оказался усыпанным множеством валунов и каменных обломков, способных повредить корпус аппарата или его солнечные батареи в ходе сближения. Вдобавок в декабре «Хаябуса-2» вместе с объектом своих исследований находился в соединении с Солнцем с точки зрения земных наблюдателей, и условия радиосвязи с ним были не

самые благоприятные. Наконец, 21 февраля 2019 г. зонд подлетел к Рюгу, коснулся его «рукой» своего выносного датчика и произвел «выстрел» танталовой пулей, уловив выбитые при попадании в поверхность осколки специальным пробоотборником. Далее они будут помещены в возвращаемую капсулу, которая доставит их на Землю в декабре 2020 г. По оценкам сотрудников группы сопровождения, общая масса образцов должна составить 10-100 мг.

▼ Снимок поверхности астероида Рюгу, сделанный 21 сентября 2018 г. камерой ONC-T космического аппарата «Хаябуса-2» с расстояния 64 м.

JAXA / Tokyo University / Kochi University / Rikkyo University / Nagoya University / Chiba Institute of Technology / Meiji University / Aizu University / AIST.



▲ 21 февраля, через несколько секунд после контакта с поверхностью астероида Рюгу, японский аппарат «Хаябуса-2» сделал снимок места отбора пробы астероидного вещества с расстояния около 30 м. На изображении видна тень зонда и темные следы, оставленные на поверхности, вероятно всего, реактивной струей бортовых двигателей, импульс которых обеспечил подъем аппарата.

JAXA

<sup>4</sup> ВПВ №9, 2016, стр. 24; №7, 2018, стр. 16

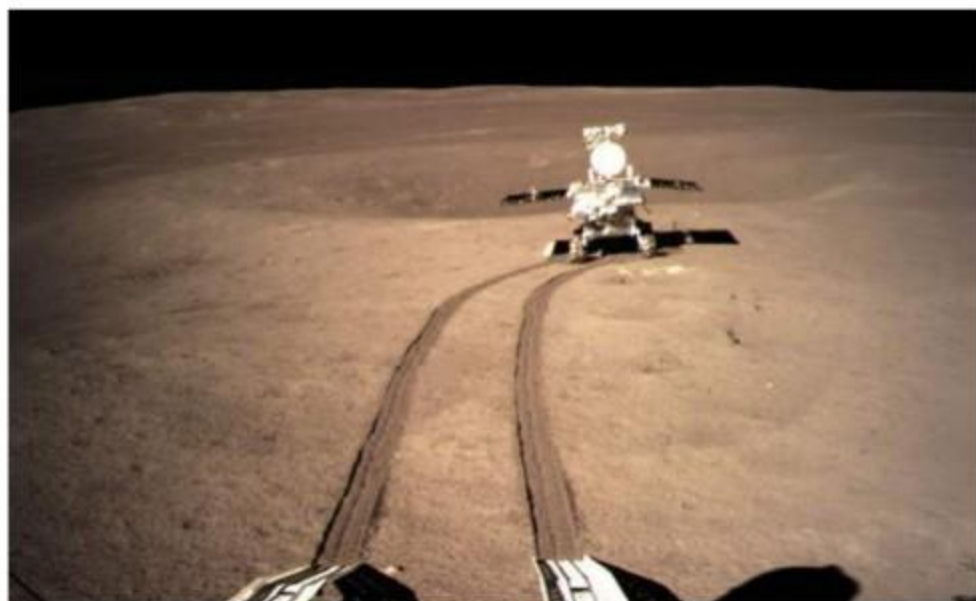


◀ 1 февраля 2019 г. спутник LRO (NASA) сфотографировал китайский посадочный аппарат «Чанъэ-4» и луноход «Юйту-2» с высоты 82 км. Последний на приведенном снимке указан горизонтальной стрелкой; посадочный модуль отмечен вертикальной стрелкой.

NASA/GSFC/Arizona State University

▼ Этот снимок китайского лунохода «Юйту-2» и оставленных им следов сделал базовый аппарат «Чанъэ-4», совершивший посадку на обратной стороне Луны.

China National Space Administration / Xinhua News Agency via AP, File



## АСТЕРОИД БЕННУ: ЦЕЛЬ ДОСТИГНУТА

К своей главной цели — астероиду Бенну (101955 Bennu) — в начале декабря прибыл и американский аппарат OSIRIS-REx (Origins Spectral Interpretation Resource Identification Security Regolith Explorer).<sup>5</sup> Его задачи схожи с целями миссии «Хаябуса-2». Разница лишь в наборе оборудования, установленного на борту, и в самом астероиде: если Рюгу принадлежит к спектральному классу С, то Бенну — к классу В, благодаря чему представляет гораздо больший интерес для планетологов. Вдобавок он относится к группе «аполлонов» и может подходить достаточно близко к Земле. Ученые планируют найти на нем углеродистое вещество, оставшееся еще со времен образования Солнечной системы.

Взятие образцов собираются произвести с помощью системы TAGSAM (Touch-And-Go Sample Acquisition Mechanism), состоящей из собственно блока отбора проб и складного манипулятора длиной 3,35 м — он позволит установить пробоотборник на поверхность астероида, не осуществляя посадку всего аппарата. Реголит будет



▲ Околоземные астероиды Бенну (слева) и Рюгу (справа) в одном масштабе. Изображения составлены по данным космических аппаратов «Хаябуса-2» и OSIRIS-REx.

Ryugu: JAXA, University of Tokyo, Kochi University, Rikkyo University, Nagoya University, Chiba Institute of Technology, Meiji University, University of Aizu and AIST

американские специалисты столкнутся с теми же проблемами, что и их японские коллеги: поверхность Бенну тоже оказалась покрыта большим количеством каменных обломков и валунов, способных повредить автоматический разведчик при снижении до некоторой критической высоты.

Новый 2019-й год OSIRIS-REx встретил, выполняя маневр, ко-

та Янковского (воздействия светового давления на малые тела), влияющего на орбиты небольших каменных объектов и скорость их вращения вокруг своей оси.

## БУДНИ МЕЖПЛАНЕТНЫХ СТРАННИКОВ

И под конец — еще немного о других межпланетных разведчиках, до сих пор трудящихся в космосе или еще не достигших своих целей.

Аппарат New Horizons вплотную приблизился к финальной цели миссии — объекту пояса Койпера «Ультима Туле» (2014 MU69) — и пролетел вблизи него в первые часы 2019 года. Этому событию посвящена отдельная статья в текущем номере нашего журнала.

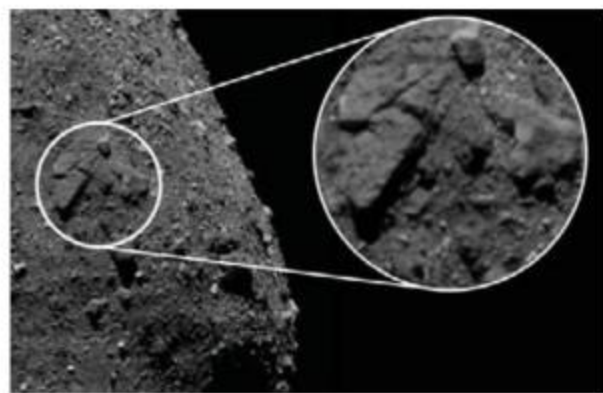
В 2018 г. состоялся запуск космического аппарата BepiColombo для исследований Меркурия.<sup>6</sup> Миссия организована Европейским и Японским космическими агентствами. К цели он будет добираться долгих семь лет, и лишь в 2025 г. выведет на орбиту вокруг самой близкой к Солнцу планеты два самостоятельных зонда.

На селеноцентрической орбите успешно работают американские аппараты LRO,<sup>7</sup> ARTEMIS P1 и P2,<sup>8</sup> а также служебный модуль китайского зонда «Чанъэ-5Е1». Ими

<sup>6</sup> ВПВ №8-9, 2019, стр. 24

<sup>7</sup> LRO — Lunar Reconnaissance Orbiter (лунный орбитальный разведчик) — ВПВ №6, 2009, стр. 2

<sup>8</sup> ARTEMIS — Acceleration, Reconnection, Turbulence and Electrodynamics of the Moon's Interaction with the Sun (ускорение, перезамыкание линий магнитного поля, возмущение и электродинамика взаимодействия Луны с Солнцем).



◀ Часть камней, разбросанных по поверхности астероида Бенну, выглядит растрескавшимся — как этот 35-метровый валун, сфотографированный 2 декабря зондом OSIRIS-REx. Трещины могут быть результатом внезапного резкого изменения температуры. Более детальное изучение их структуры поможет ученым больше узнать о свойствах пород, из которых состоит небесное тело.

NASA/Goddard/University of Arizona

переноситься в ловушку при помощи струй сжатого азота. Процесс должен документироваться одной из трех бортовых камер. По окончании операции весь собранный материал переместят в возвращаемый аппарат, который отправится к Земле и достигнет ее в 2023 г. Планируется, что масса образцов составит от 60 г до двух килограммов. Не исключено, что при выполнении этой операции аме-

торый перевел его на рабочую орбиту, проходящую на расстоянии 1,4-2 км от центра масс астероида. С учетом того, что поперечник Бенну составляет в среднем около 500 м, он стал самым маленьким на данный момент небесным телом, вокруг которого когда-либо обращался земной посланец. На этой орбите аппарат пробыл до середины февраля, изучая минеральный состав поверхности «небесного камня», его внутреннее строение, гравитационное поле, а также измеряя величину эффек-

<sup>5</sup> ВПВ №9, 2016, стр. 24





▲ На этом снимке, сделанном американским аппаратом Juno, прекрасно видно легендарное юпитерианское Большое Красное Пятно и связанное с ним возмущение Южного тропического пояса. Изображение получено 1 апреля 2018 г. в 6 часов 4 минуты по всемирному времени, в ходе 12-го прохождения зондом перийовия (ближайшей к Юпитеру точки орбиты).

получены новые данные о Луне и окололунном пространстве.

Вокруг Венеры по-прежнему обращается японский аппарат «Акацуки»,<sup>9</sup> передавая ценную научную информацию.

<sup>9</sup> ВПВ №6, 2010, стр. 26; №12, 2015, стр. 18; №8-9, 2018, стр. 14

На ареоцентрической орбите находятся американские зонды Mars Odyssey, MRO,<sup>10</sup> MAVEN,<sup>11</sup> европейский Mars Express, индийский зонд «Мангальян», европейско-российский TGO (Trace Gas Orbiter). На поверхности Красной планеты функционирует американский марсоход Curiosity. В первой половине года там работал также ровер Opportunity. Правда, потом его пришлось перевести в «спящий режим» из-за мощной марсианской пылевой бури... а в феврале 2019 г. NASA официально объявила о прекращении его миссии. Но и того, что он сделал, достаточно, чтобы вписать эту миссию золотыми буквами в историю исследований Марса.

В поясе астероидов вел исследования Цереры (1 Ceres) американский автоматический разведчик Dawn. Но в октябре у него закончилось топливо, и его миссия также была завершена.

Продолжает «кружить» вокруг Юпитера зонд Juno (NASA).

На межзвездные просторы, где уже находится аппарат Voyager 1, вышел его «напарник» — Voyager 2. Сотрудники группы сопровождения надеются, что связь с легендарными космическими путешественниками удастся поддерживать еще не менее пяти лет.

Наступивший год также успел отметить старт межпланетной миссии, причем организованной не государственным космическим агентством, а частным некоммерческим фондом. 22 февраля 2019 г. ракета-носитель Falcon 9 вывела на околоземную орбиту в качестве попутной нагрузки аппарат «Берешит» (что с иврита переводится как «Начало»), сконструированный израильской компанией SpacelL — одним из участников отмененного в прошлом году конкурса Google Lunar X Prize. Ему предстоит отправиться к Луне по довольно сложной многовитковой траектории и совершить посадку на ее поверхность 11 апреля. Об этой необычной миссии мы детальнее расскажем в следующем номере нашего журнала. ■

<sup>10</sup> MRO — Mars Reconnaissance Orbiter (марсианский орбитальный разведчик) — ВПВ №10, 2006, стр. 11

<sup>11</sup> MAVEN — Mars Atmosphere and Volatile Evolution (эволюция атмосферы и летучих веществ на Марсе) — ВПВ №10, 2014, стр. 24

# Межпланетные КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ в 2018 году

В 2018 г. в межпланетном пространстве, на планетоцентрических орбитах и на поверхности Марса активно функционировало 36 космических аппаратов.

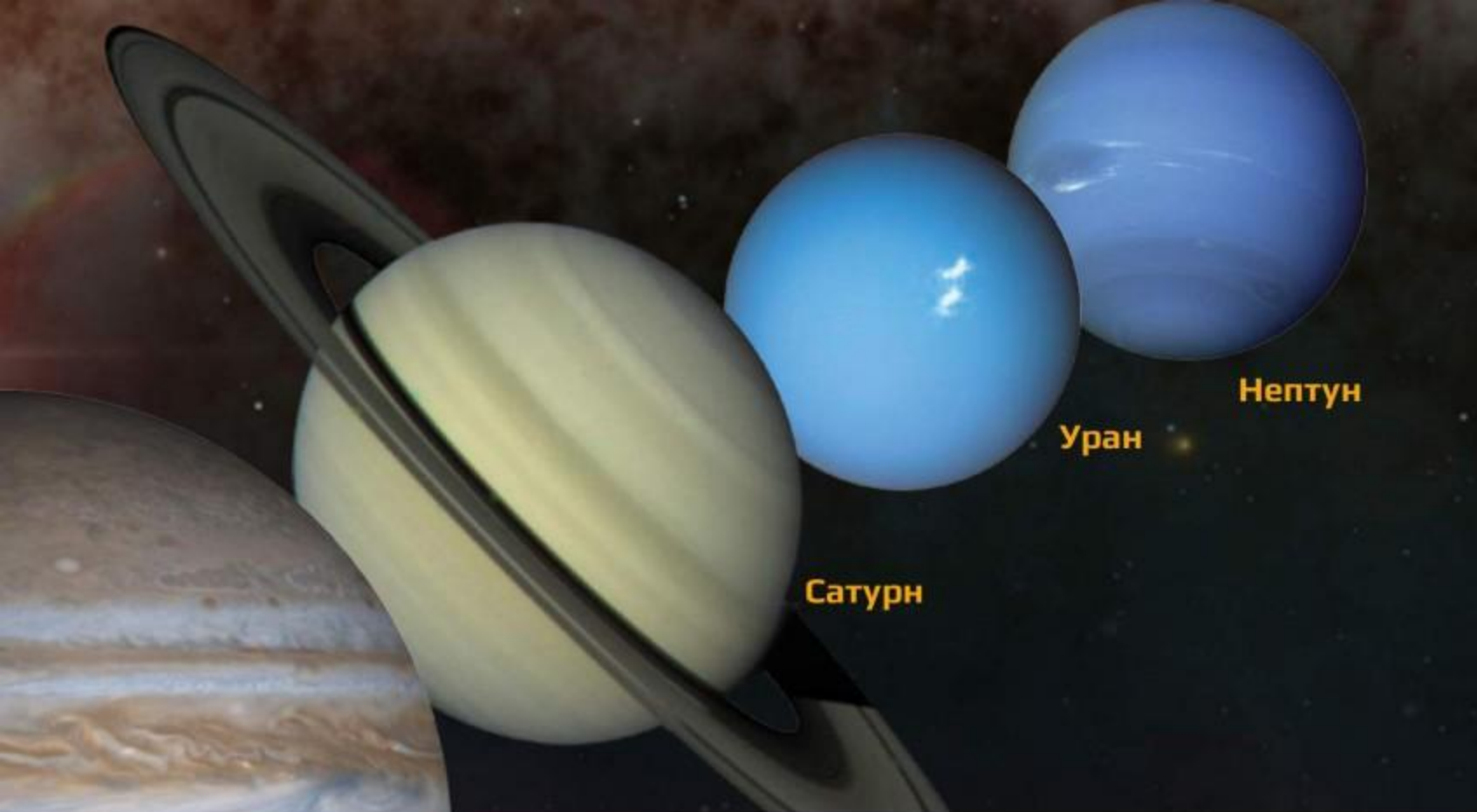
**ОБЪЕКТЫ  
ИССЛЕДОВАНИЙ**                      **КОЛИЧЕСТВО  
АППАРАТОВ**

Планеты	14
Луна	8
Карликовые планеты	1
Малые тела	4
Межзвездное пространство	2
Космические телескопы	3
Солнечные телескопы	4



## В ТЕЧЕНИЕ 2018 Г.

- Завершили свою миссию
- Запущены в межпланетное пространство
- Находились на пути к объекту исследований
- Прибыли к месту назначения и приступили к работе
- Осуществляли исследования на протяжении всего года
- Ведут исследования за пределами Солнечной системы

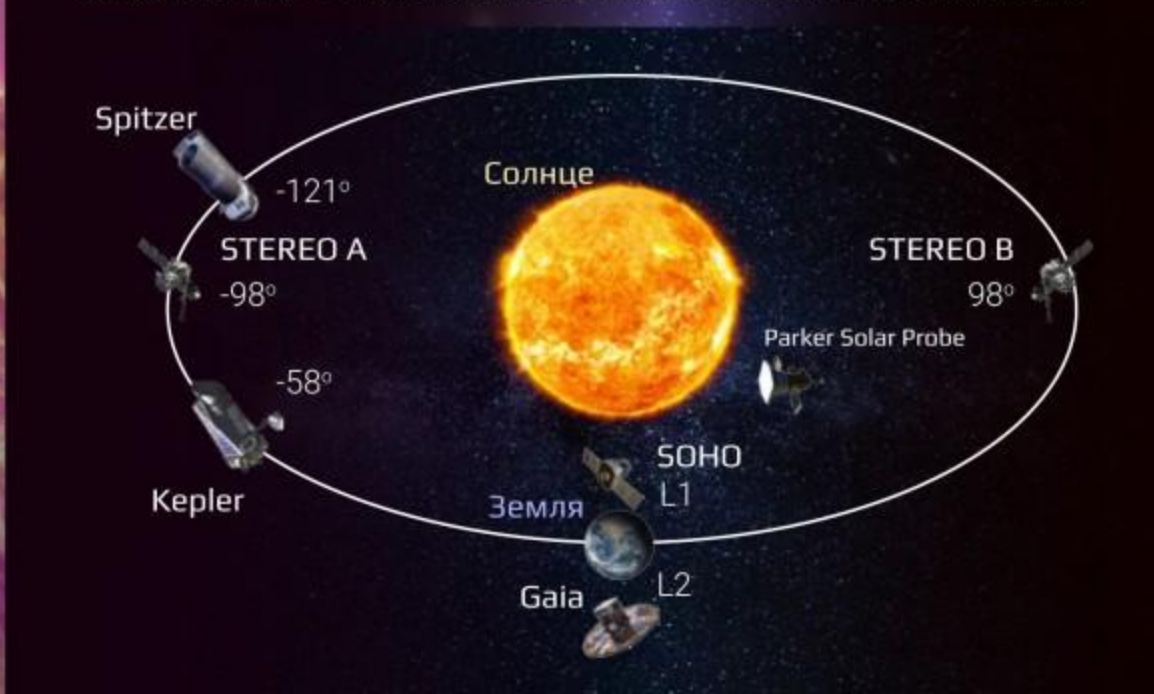
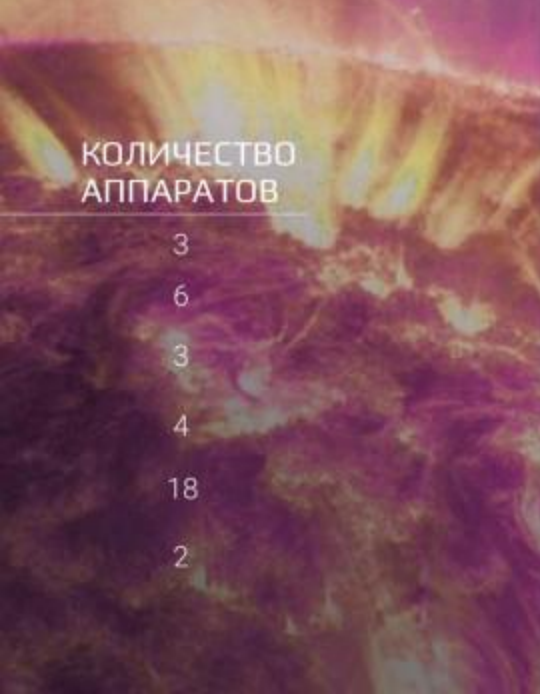


Juno  
Юпитер

Mars Express    MAVEN    Mars Odyssey



### КОСМИЧЕСКИЕ ТЕЛЕСКОПЫ И СОЛНЕЧНЫЕ ОБСЕРВАТОРИИ



# Миссия Opportunity

## официально завершена



На этом изображении, представленном в условных цветах (для усиления различий в материалах поверхностных пород), виден 35-метровый кратер «Дух Сент-Луиса» (Spirit of St. Louis) и каменный шпиль под названием «Курган Линдберга», имеющий высоту около 3 м. Снимок сделан панорамной камерой Rapcam марсохода Opportunity 26 апреля 2015 г. — на 4000-е марсианские сутки с момента посадки. Детали рельефа получили названия в честь первого одноместного самолета, совершившего перелет через Атлантику, и его легендарного пилота.

JAXA

► Марсоход Opportunity на Марсе в представлении художника

NASA / JPL Solar System Visualization Team



13 февраля антенна системы Дальней космической связи DSN в калифорнийском Голдстоуне отправила на Марс последовательность команд, предназначенных для марсохода Opportunity. Это была финальная попытка восстановить контакт с аппаратом. К сожалению, на этот сигнал он так и не ответил. Вскоре после этого NASA организовала брифинг, на котором официально объявили о завершении миссии ровера.

Марсоход был построен в рамках программы Mars Exploration Rover, предусматривавшей исследование марсианской поверхности с помощью двух однотипных мобильных лабораторий. Они получили названия Spirit и Opportunity. Аппараты ознаменовали качественно новый этап в изучении Красной планеты. Они не стали первыми планетоходами, запущенными на Марс, но все их предшественники зависели от стационарной посадочной платформы и обладали небольшим радиусом действия. Новые роверы были спроектированы как полностью автономные аппараты, способные отправиться в длительное путешествие и проводить самостоятельные исследования.

Каждый из роверов весил 185 кг. Их приборный комплект состоял из нескольких фотокамер, спектрометров, камеры для микросъемки, магнита для сбора частиц с высоким содержанием железа, а также абразивного инструмента, способного создавать в

каменистой породе углубления диаметром 45 мм и глубиной 5 мм. Марсоходы получали энергию от солнечных батарей.

Основная научная задача роверов заключалась в изучении осадочных пород, которые, как предполагалось, сформировались в присутствии жидкой воды. Собранные ими данные должны были помочь определить, какими были условия на поверхности древнего Марса и могли ли они способствовать зарождению жизни.

Spirit отправился к Красной планете 10 июня 2003 г., а его «брат-близнец» Opportunity — 8 июля того же года. Аппараты достигли Марса в начале 2004 г., совершив мягкую посадку соответственно 4 и 25 января. Для снижения посадочной скорости использовались парашюты и тормозные двигатели, а специальные надувные подушки смягчили падение на поверхность. Spirit сел в 166-километровом кратере Гусев. Opportunity опустился в самом центре небольшого кратера «Орел» (Eagle), расположенного на Полуденном Плато (Meridiani Planum).<sup>1</sup>

Марсоходы были рассчитаны на работу в течение 90 дней. Предполагалось, что за это время они пройдут по поверхности планеты около километра. Их

<sup>1</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 22; №10, 2006, стр. 4



« На этом изображении, составленном из 8 отдельных снимков, виден мобильный аппарат Sojourner, доставленный на марсианскую поверхность американским зондом Mars Pathfinder.

Съемка произведена камерой последнего на длинах волн 530 нм (зеленый цвет), 600 нм (оранжевый цвет) и 750 нм (ближний инфракрасный диапазон) на следующий день после выгрузки ровера.

Согласно плану миссии, Sojourner должен был проработать на Марсе примерно неделю, однако он функционировал на протяжении 85 суток — с 5 июля по 27 сентября 1997 г., после чего контакт с ним прервался. В целом эксперимент с марсианским ровером был признан успешным и позволил специалистам начать разработку более сложных марсоходов следующего поколения, позже получивших названия Spirit и Opportunity.

NASA



« После того, как были рассекречены некоторые документы советской космической программы, стало известно, что на борту посадочных зондов «Марс-2» и «Марс-3», отправившихся к соседней планете в 1971 г., находились мини-марсоходы «ПроП-М» (прибор оценки проходимости Марса).

Они представляли собой не колесные, а шагающие аппараты, и должны были передвигаться по поверхности с помощью пары подвижных «лыж», производя измерения с использованием двух научных приборов — динамического пенетрометра и гамма-лучевого плотнмера. С базовыми зондами их связывал 15-метровый кабель.

К сожалению, спускаемый аппарат «Марс-2» 27 ноября 1971 г. разбился при неудачной попытке мягкой посадки, а «Марс-3» 2 декабря 1971 г. передал сигнал с поверхности Красной планеты, однако связь с ним пропала через 14,5 секунд. Поэтому привести в действие первые в истории марсоходы так и не удалось.

Куприянов В., Иванян Г. Александру Леоновичу Кемурджиану — 80 лет! // Новости космонавтики: журнал. — 2001. — № 12

срок службы определили, исходя из предположения, что поднятая при движении пыль быстро скопится на поверхностях солнечных батарей, и они перестанут вырабатывать необходимое для продолжения работы количество энергии. Но оказалось, что марсианский ветер достаточно эффективно очищает фотогальванические панели аппаратов. Это позволило им проработать намного дольше запланированного.

С научной точки зрения миссия оказалась исключительно успешной. Роверы обнаружили большое количество свидетельств того, что Марс не всегда был похож на безжизненную пустыню — около 4 млрд лет назад на его поверхности существовали обширные водоемы. Собранные марсоходами данные убедительно доказали, что в те времена Красная планета обладала намного более теплым и важным климатом, чем в наши дни. В частности, Spirit и Opportunity нашли многочисленные отложения осадочных пород — гематитов, гипса и глинистых минералов, сформировавшихся в присутствии воды.

Марсоходы занимались и другими исследованиями: они изучали рельеф Красной планеты и ударные кратеры, искали метеориты, наблюдали движение Фобоса и Деймоса по марсианскому небосводу, фотографировали звезды, кометы и астероиды, а также осуществляли мониторинг погодных условий.

Spirit продолжал движение по марсианской поверхности до мая 2009 г., когда он застрял в небольшом углублении, прикрытом соляной коркой. Несмотря на все усилия инженеров, им так и не удалось высвободить аппарат. В результате он продолжил работу в режиме стационарной платформы, но, когда наступила зима, условия его освещения ухудшились, и в какой-то момент он перестал получать достаточное количество энергии для нормального функционирования. В последний раз ровер вышел на связь с Землей 22 марта 2010 г.<sup>2</sup>

Успехи Opportunity оказались еще более впечатляющими: в общей сложности аппарат функционировал 5250 суток — почти в 60 раз дольше запланированно-

го. За это время он преодолел свыше 45 км, передал на Землю 217 тыс. фотографий марсианской поверхности и установил множество технических рекордов.

Разумеется, годы пребывания на Марсе сказались на состоянии Opportunity. Он несколько раз застревал в грунте, потерял управление передними колесами, у него заклинило манипулятор и вышло из строя несколько научных инструментов. Большие неудобства вызывали появившиеся в последние годы проблемы с флэш-памятью. Но, несмотря на все это, ровер продолжал выполнять поставленные задачи и двигаться дальше. В какой-то момент даже начало складываться впечатление, что он будет работать вечно.

Судьбу Opportunity предопределила глобальная пылевая буря, сформировавшаяся на Марсе в конце мая 2018 г. Поднятая ею пыль затянула небо планеты и критически снизила уровень освещенности ее поверхности, в результате чего солнечные батареи аппарата перестали вырабатывать достаточное для продолжения работы количество энергии. Последний сеанс связи марсохода с Землей состоялся 10 июня 2018 г. После этого он замолчал.

К сентябрю 2018 г. пылевая буря стихла, и NASA приступила к активным попыткам восстановить контакт с ровером. В общей сложности ему было отправлено свыше 800 различных команд. Сотрудники группы сопровождения миссии надеялись, что, получив достаточное количество солнечного света, Opportunity сумеет перезарядить аккумуляторы, выйдет из безопасного режима и откликнется на сигналы наземных операторов. К огромному сожалению, аппарат так и не «перезвонил» на Землю. По всей видимости, его электроника не смогла выдержать длительного пребывания в условиях низких температур.

Но, хоть мы никогда больше не «услышим» Opportunity, его наследие будет жить еще очень долго. Ровер в очередной раз продемонстрировал преимущества изучения небесных тел при помощи колесных аппаратов, а собранные им данные предоставили специалистам возможность заглянуть в прошлое планеты — в те далекие времена, когда по поверхности Марса текли потоки воды и там имелись условия для возникновения жизни.

<sup>2</sup> ВПВ №6, 2009, стр. 21; № 8, 2010, стр. 17; № 6, 2011, стр. 14

# МАРСИАНСКАЯ ОДИССЕЯ 2020



РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР

**Кирилл  
Размыслович**

«Вселенная,  
пространство, время»



**В** конце 1980-х годов несколько объединений астроэнтузиастов предложили проект первой в истории международной космической регаты. Ее план предусматривал отправку к Марсу группы аппаратов, оснащенных солнечными парусами. Состязание собирались приурочить к отмечавшемуся в 1992 г. пятисотлетию юбилею исторического плавания Христофора Колумба, итогом которого стало открытие Америки.

Идея регаты вызвала определенный резонанс. На первых порах заинтересованность в состязании выразили ряд стран, в том числе США и СССР. Но, к сожалению, из-за множества технических и финансовых сложностей проект в итоге так и не был реализован.

Три десятилетия спустя мы получим возможность увидеть нечто, напоминающее несостоявшуюся «марсианскую регату». Летом 2020 г. к Красной планете отправится настоящая международная флотилия, которая будет состоять из четырех автоматических аппаратов, созданных специалистами космических агентств США, Европы, России, Китая и ОАЭ.

Разумеется, в отличие от оставшихся на бумаге «космических парусников», эти миссии не соревнуются между собой в скорости полета. Но в какой-то степени происходящее все же можно назвать гонкой. Многие из участников этого своеобразного состязания

попытаются продемонстрировать свои технические возможности и амбиции, запустив собственный аппарат к Марсу раньше конкурентов.

## Стартовое окно 2020 г.

Прежде чем начать разговор о миссиях, которые отправятся к Марсу в 2020 г., стоит объяснить, чем вызвано предстоящее «марсианское столпотворение». Фантастические фильмы и компьютерные игры давно приучили нас к тому, что полет к другим планетам не представляет особых проблем — достаточно просто ввести нужные координаты в бортовой компьютер космолета и отправиться в путь.

В реальности все намного сложнее. Научные задачи, возлагаемые на космическую миссию, определяются массой полезной нагрузки (приборов), которая может быть доставлена на поверхность планеты (или орбиту вокруг нее). Эта масса, в свою очередь, зависит от мощности ракеты-носителя и выбранной схемы полета. Наиболее энергетически эффективная траектория перелета к другому небесному телу называется гомановской — по имени впервые предложившего ее немецкого инженера Вальтера Гоманна (Walter Hohmann). В идеале она используется для перехода аппарата между двумя круговыми орбитами, лежащими в одной плоскости. Такая траектория требует

всего двух импульсов ракетного двигателя: первый обеспечивает переход на нее, второй необходим, чтобы снизить скорость относительно целевого небесного тела для выхода на орбиту вокруг него.<sup>1</sup>

Гомановская траектория дает

<sup>1</sup> В случае тел, обладающих атмосферой, второй импульс часто может быть заменен аэродинамическим торможением аппарата.



▲ Миссия Mars 2020 (NASA) должна будет исследовать регионы Красной планеты, где условия в прошлом были благоприятными для возникновения жизни. Основная задача мобильной лаборатории — поиск следов возможной жизнедеятельности марсианских организмов и отбор проб грунта, которые впоследствии собираются доставить на Землю с помощью возвращаемого аппарата в рамках миссии, запланированной на 2026 г. Также будут проведены эксперименты по получению кислорода из местных ресурсов, критически важные для организации полета человека на Марс. Изображение составлено по результатам компьютерного моделирования конструкции ровера, базирующейся на хорошо зарекомендовавшей себя платформе марсохода Curiosity с добавлением нескольких новых научных инструментов и манипулятора для взятия проб.

NASA/JPL-Caltech

возможность добраться до цели с минимальными затратами топлива, что позволяет максимизировать полезную нагрузку. Но ее использование возможно лишь при подходящем взаимном расположении планет. Период времени, когда оно наступает, называют «стартовым окном». В случае с Марсом подобное окно «открывается» каждые 26 месяцев. Именно эта цифра заложена в графики строительства марсианских аппаратов и определяет сроки их запусков.

Какие же космические агентства собираются воспользоваться следующим стартовым окном, которое откроется летом 2020 г.?

## Mars 2020: сборщик грунта и первый марсианский вертолет

Самой сложной и дорогостоящей из новых марсианских миссий станет американская Mars 2020. Ее общий бюджет составляет около 2,5 млрд долларов. Она является продолжением программ Mars Exploration Rover и Mars Science Laboratory, в ходе которых на соседнюю планету были доставлены роверы Spirit, Opportunity и Curiosity.<sup>2</sup>

Mars 2020 будет запущен в июле 2020 г. при помощи ракеты Atlas V. На поверхность Красной планеты должен прибыть ровер следующего поколения. Его основной целью станут астробиологические исследования и поиск следов прошлой обитаемости Марса.

Для выполнения поставленных задач марсоход оснастят весьма внушительным набором научных инструментов: камерами высокого разрешения, спектрометрами, прибором для анализа химического и минералогического состава грунта, погодными датчиками, георадаром, а также экспериментальным оборудованием, которое будет добывать кислород из марсианской атмосферы.

Mars 2020 будет получать энергию от радиоизотопного термоэлектрогенератора. Это позволит ему избежать повторения судьбы



▲ Автономный летательный аппарат Mars Helicopter — небольшой дрон, который NASA собирается доставить на соседнюю планету в рамках миссии Mars 2020 для демонстрации возможностей использования винтокрылых зондов при исследованиях тел с разреженной атмосферой (в Солнечной системе таковым фактически является только Марс).

NASA/JPL-Caltech

работавшего на солнечных батареях марсохода Opportunity, который не пережил прошлогоднюю марсианскую пылевую бурю. Общий вес ровера составит 1050 кг. Он станет самым тяжелым грузом, когда-либо совершившим мягкую посадку на поверхность Красной планеты. Для спуска марсохода NASA применит схему «воздушного крана», уже успешно отработанную в ходе миссии Curiosity.

Посадка марсохода запланирована на февраль 2021 г. Предполагается, что произойдет в 49-километровом кратере Езеро (Jezero), расположенном на западной окраине Равнины Исиды (Isidis Planitia). В далеком прошлом на его территории располагалась речная дельта. Анализ собранных орбитальными аппаратами данных говорит о том, что еще 3,6 млрд лет назад в этом регионе могли протекать потоки воды. Ученые надеются, что анализ многочисленных осадочных отложений позволит дать окончательный ответ на вопрос о том, как долго на Марсе существовали условия, пригодные для возникновения и развития жизни.

Стоит отметить, что у марсохода Mars 2020 пока нет собственного названия. Скорее всего, NASA выберет его в ходе конкурса. Вместе с ровером на Красную планету также прибывает небольшой дрон-вертолет — технологический демонстратор, призванный показать преимущества проведения исследований при помощи летательных аппаратов. 1,8-килограммовый коптер оснащен парой со-

осных винтов, вращающихся со скоростью 3000 оборотов в минуту. Это почти на порядок больше, чем скорость вращения винтов земных вертолетов: только так дрону удастся «опереться» на разреженную марсианскую атмосферу. На одном заряде аккумулятора он будет находиться в полете на протяжении 90-120 секунд. Максимальное расстояние, которое аппарат потенциально сможет преодолеть за это время, примерно равно 600 м, наибольшая достижимая высота — до 400 м. Вертолет оборудуют двумя камерами — навигационной и высокого разрешения. Перезарядку аккумуляторов собираются осуществлять при помощи солнечных батарей.

Помимо астробиологических исследований и испытаний вертолета, на миссию Mars 2020 возложена еще одна достаточно амбициозная задача. Ровер будет собирать наиболее интересные образцы марсианского грунта и перегружать их в специальные контейнеры. С этой целью на него установят 42 капсулы — 31 основную и 11 резервных. В дальнейшем они могут быть доставлены на Землю аппаратом MSR (Mars Sample Return Mission), проект которого в настоящее время прорабатывается американскими учеными.

Концепция MSR выглядит следующим образом. К Красной планете будут запущены два космических аппарата. Первый доставит на ее поверхность взлетный модуль MAV (Mars Ascent Vehicle) и ровер, который после посадки подыдет к зонду Mars 2020, заберет с него

<sup>2</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 22; №1, 2009, стр. 22; №8, 2012, стр. 12



капсулы с образцами марсианского грунта и затем перегрузит их на MAV. Он, в свою очередь, стартует с Марса и выйдет на ареоцентрическую орбиту, а далее состыкуется со вторым космическим аппаратом, оснащенным возвращаемым блоком, и «передает» ему собранные образцы. После этого второй аппарат — уже с марсианским грунтом — ляжет на обратный курс к Земле.

В настоящее время NASA ведет переговоры с ESA о совместной реализации этого проекта. В случае получения необходимого финансирования MSR может стартовать в 2026-2028 гг.

## В поисках следов внеземной жизни

Второй марсианской миссией 2020 г. станет ExoMars. Ее основной целью является поиск доказательств существования жизни на Марсе в прошлом и настоящем.<sup>3</sup>

Реализация программы ExoMars началась еще в прошлом десятилетии. Изначально она задумывалась как совместная европейско-американская миссия. Однако

в 2012 г. по финансовым соображениям NASA вышла из проекта. В дальнейшем место партнера Европейского космического агентства занял «Роскосмос».

Программа ExoMars разбита на две части. В 2016 г. в рамках ее первого этапа к Красной планете был запущен орбитальный аппарат TGO и демонстрационный посадочный модуль Schiaparelli. Первый успешно вышел на ареоцентрическую орбиту и в прошлом году приступил к выполнению запланированной научной программы. Второй, к сожалению, разбился во время посадки из-за сбоя в работе инерциального навигационного блока.

Второй этап миссии ExoMars предполагает высадку на Марс сконструированной российским «НПО им. Лавочкина» стационарной платформы и 270-килограммового марсохода, созданного специалистами британского подразделения Airbus Defence and Space. Изначально их запуск планировался на 2018 г., но впоследствии его перенесли на июль 2020 г. Аппарат будет запущен с космодрома Байконур при помощи ракеты «Протон» и прибудет к цели в марте 2021 г.

Формально место высадки ровера еще не утверждено руководством ESA и «Роскосмо-

са». Однако уже сообщалось, что специалисты остановили свой выбор на плато Оксия (Oxia Planum). Оно расположено в северном полушарии Марса неподалеку от экватора. Спутниковые фотографии указывают на присутствие в этом районе многочисленных русел пересохших рек. Поверхность плато богата филлосиликатами — сформировавшимися в присутствии воды глинистыми минералами, содержащими железо и магний. Кроме того, в этом регионе найдены следы вулканической активности. В некоторых местах лава и пепел укрыли осадочные отложения водной эпохи, законсервировав их и защитив от воздействия космической радиации и эрозии.

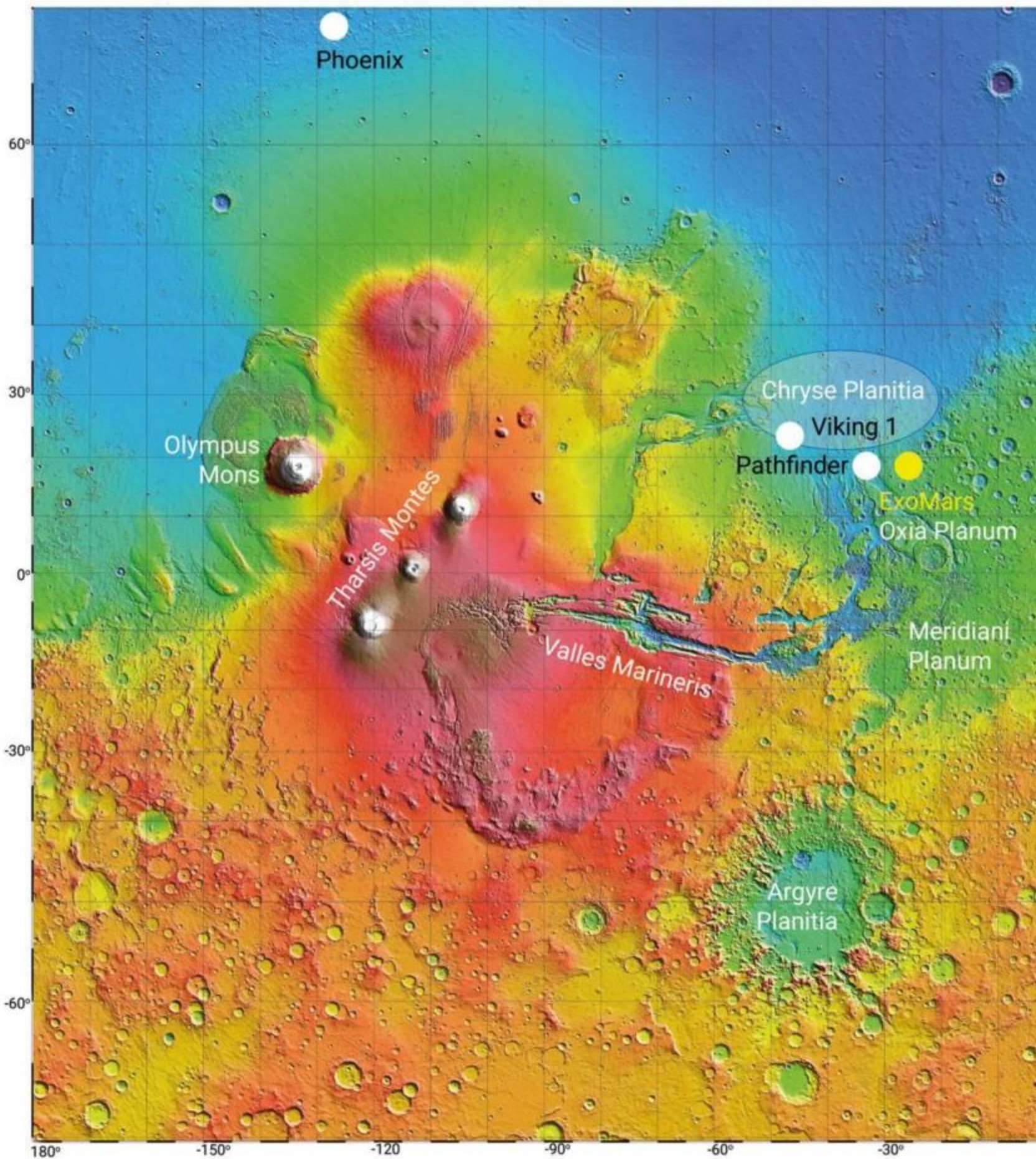
После выгрузки марсохода посадочная платформа ExoMars продолжит работу в стационарном режиме. Она будет оснащена комплектом из 11 научных инструментов и камер, позволяющим вести мониторинг атмосферы, климата и радиационной обстановки, изучать распределение льда в верхнем слое грунта, а также исследовать внутреннее строение Красной планеты.

Марсоход, в свою очередь, займется поиском биомаркеров — химических соединений, которые могли бы свидетельствовать о на-

<sup>3</sup> ВПВ №7, 2006, стр. 10

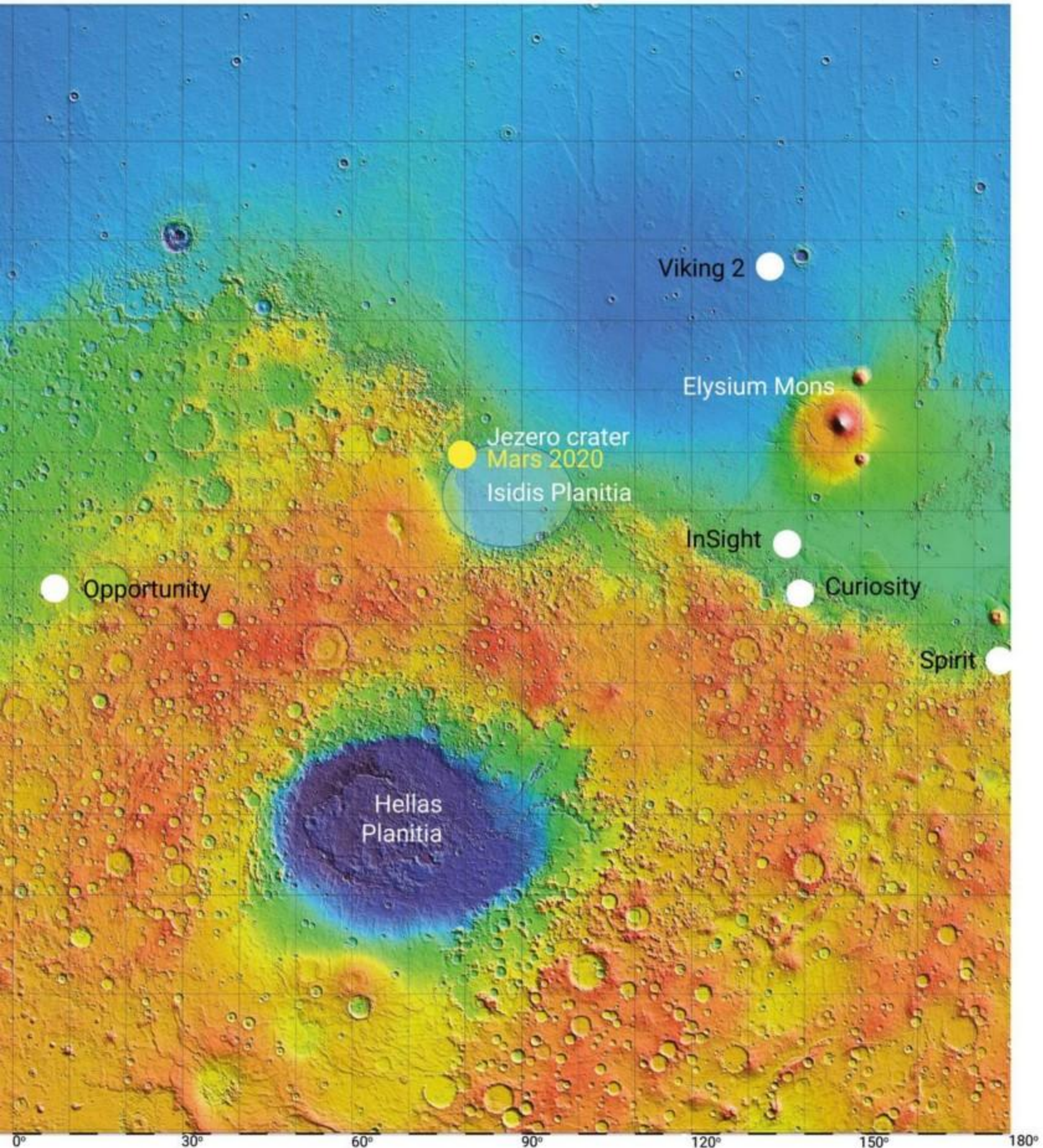
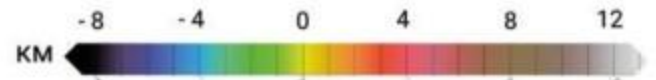


# Марсианские миссии: прошлое, настоящее, будущее



На этой топографической карте Марса отмечены участки, где длительное время работали (или работают в настоящее время) автоматические исследовательские аппараты. Все эти миссии были организованы Национальной аэрокосмической администрацией США (NASA). Желтым цве-

том показаны предполагаемые места посадки следующего американского марсохода Mars 2020 и мобильной лаборатории ExoMars (ESA, «Роскосмос»). Светлыми эллипсами выделены регионы, где, вероятнее всего, будет вести исследования первый китайский марсианский ровер.



личии жизни (хотя бы в отдаленном прошлом). Для этого аппарат оснастят анализатором органических молекул, инструментами для определения минералогического состава марсианского грунта и выявления подповерхностной воды. Благодаря установленному бурю он сможет добывать образцы вещества с глубины до 2 м.

Недавно ESA объявило о том, что ExoMars получил официальное название. Изначально аппарат носил имя «Пастер» (Pasteur), но в дальнейшем это название закрепили за его астробиологической лабораторией. Летом 2018 г. был объявлен конкурс на новое имя для марсохода. На него поступило свыше 36 тыс. заявок от граждан европейских государств. После долгих дискуссий жюри остановило свой выбор на имени английского биофизика и ученого-рентгенографа Розалинд Франклин (Rosalind Franklin), которая в 1950-е годы занималась изучением структуры ДНК.

## Китайские амбиции

В 2020 г. сравнительно небольшой клуб стран, отправивших собственные миссии для исследований Красной планеты, может пополниться сразу двумя новыми участниками. Одним из новичков станет Китай. Формально в 2011 г. Поднебесная уже предприняла попытку запустить свой зонд к Марсу, однако его сложно назвать полностью самостоятельным проектом: китайский микроспутник «Инхо-1» должен был отправиться в космос в качестве попутной нагрузки с российским аппаратом «Фобос-Грунт». Но из-за отказа разгонного блока он так и не покинул околоземную орбиту, а позже сгорел в земной атмосфере.<sup>4</sup>

С тех пор Китай осуществил значительный технологический рывок. Сейчас он всерьез претендует на то, чтобы уже в ближайшем будущем выйти на лидирующие позиции в мировой космонавтике. В этой ситуации успешная марсианская миссия станет одним



▲ В ходе миссии ExoMars, намеченной на 2020 г., на соседнюю планету должна быть доставлена европейская мобильная лаборатория и российская посадочная платформа. Космический аппарат собираются запустить при помощи ракеты-носителя «Протон», его перелет к Марсу продлится примерно десять месяцев. Основная задача миссии — поиск следов жизни на марсианской поверхности и на небольшой глубине (с этой целью ровер будет оборудован буровой установкой).

NASA/JPL-Caltech

из наиболее наглядных способов продемонстрировать всему миру возросшую научную и техническую мощь страны.

Неудивительно, что Китайское национальное космическое управление (CNSA) возложило на свои плечи весьма амбициозную задачу. В рамках первой самостоятельной марсианской миссии КНР не просто выведет аппарат на орбиту вокруг Красной планеты, но и высадит на ее поверхность марсоход. Еще ни одной стране не удавалось одновременно осуществить обе эти задачи с первого раза.

Не исключено, что на решимость Китая повлияли достижения его географического соседа. В 2013 г. Индия с первой же попытки успешно отправила к Марсу зонд «Мангальян».<sup>5</sup> По мнению многих экспертов, задетая национальная гордость и стремление продемонстрировать техническое превосходство сыграли заметную роль в намерении китайских специалистов реализовать столь сложный проект без запуска более простых миссий-прекурсоров.

На данный момент Поднебесная уже проделала значительную часть подготовительной работы,

необходимой для осуществления марсианской миссии. За последние несколько лет китайские инженеры построили и успешно протестировали множество компонентов автоматического разведчика — от системы автономной навигации спускаемого аппарата до сверхзвукового парашюта, который должен будет замедлить его спуск.

CNSA также начала эксплуатацию новой тяжелой ракеты «Чанчжэн-5» («Великий поход 5»). Именно она должна будет отправить китайский зонд к Марсу. Но стоит заметить, что второй запуск этой ракеты в 2017 г. завершился аварией, оказавшей серьезное влияние на многие космические проекты Поднебесной. В 2019 г. Китай планирует испытать доработанный вариант «Чанчжэн-5». Его успешный полет должен будет снять последние сомнения по поводу даты начала марсианской миссии.

Предполагается, что китайцы отправят к Марсу 13 научных инструментов. 7 из них установят на орбитальном зонде, еще 6 — на марсоходе. Орбитер собираются оборудовать камерой высокого разрешения (аналогичной камере HiRISE, установленной на американском аппарате MRO), а также радаром, магнитометром, несколь-

<sup>4</sup> ВПВ №1, 2012, стр. 14

<sup>5</sup> ВПВ №12, 2013, стр. 26; №10, 2014, стр. 24

кими спектрометрами и анализатором заряженных частиц. На 240-килограммовом ровере установят несколько камер, георадар, магнитометр, метеостанцию и лазерный спектрометр — его аналог уже работает на борту Curiosity.

В качестве возможного места посадки марсохода китайские специалисты рассматривают два основных участка: Золотую равнину (Chryse Planitia) и равнину Исиды. Обе они представляют собой гигантские низменности, образовавшиеся вследствие столкновения Марса с крупными астероидами. Поскольку поверхность равнин лежит на 2-3 км ниже среднего уровня марсианской поверхности, там более высокая плотность атмосферы, что значительно облегчит задачу мягкой посадки.

Золотая равнина расположена в субэкваториальной части западного полушария Красной планеты. По мнению ученых, благодаря некоторым особенностям рельефа она напоминает лунные моря. Снимки орбитальных аппаратов свидетельствуют о том, что в прошлом по ней могли протекать потоки воды. Ранее эта равнина уже служила местом высадки миссий Viking 1 и Mars Pathfinder (с марсоходом Sojourner).

Равнина Исиды также демонстрирует многочисленные следы, оставленные потоками воды. По мнению исследователей, в далеком прошлом на ее территории мог располагаться крупный водоем (море). В декабре 2003 г. европейский спускаемый аппарат Beagle 2 совершил посадку на восточной окраине равнины, но так и не вы-

шел на связь из-за неполного раскрытия солнечных батарей.<sup>6</sup>

## Арабская «Надежда»

Вторым дебютантом «марсианского клуба» должны стать Объединенные Арабские Эмираты. В 2020 г. эта страна планирует отправить к Красной планете аппарат «Ал-Амаль», что в переводе означает «Надежда». Его запуск будет приурочен к открытию в Дубае 71-го ежегодного Международного конгресса астронавтики, прибытие к Марсу — к 50-летней годовщине обретения ОАЭ независимости.

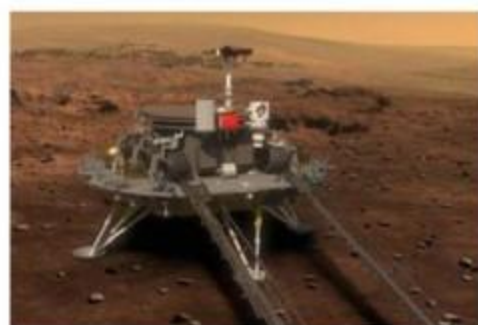
Космическая программа ОАЭ очень молода. Страна обзавелась собственным космическим агентством лишь в 2014 г. Власти Эмиратов объясняют свое решение стремлением диверсифицировать экономику, которая пока практически полностью зависит от экспорта нефти. Реализация марсианского и других подобных проектов поможет «вырастить» профильных специалистов и создать собственную космическую индустрию.

Соображения престижа также сыграли заметную роль в инициации программы. В случае успеха «Надежды» ОАЭ станут первым в истории арабским государством, запустившим межпланетную миссию. Не исключено, что под влиянием Эмиратов и другие «нефтяные монархии» Персидского залива начнут

<sup>6</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 34; №3, 2006, стр. 16; №1, 2015, стр. 19

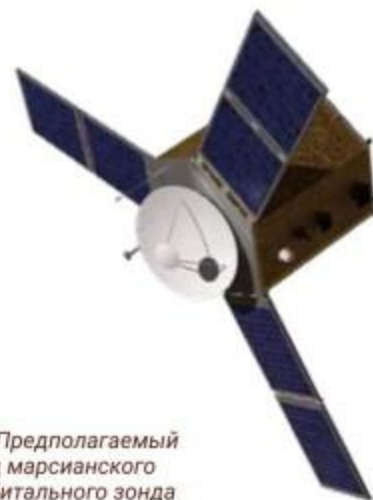
▼ Возможный вид китайского марсохода, который должен отправиться к соседней планете в 2020 г. с помощью ракеты «Чанчжэн-5». Вначале космический аппарат выйдет на орбиту вокруг Марса, а затем его спускаемый модуль осуществит посадку в северном марсианском полушарии, недалеко от экватора (о точном месте посадки пока не сообщалось). Как и американские роверы Spirit и Opportunity, он будет получать энергию от солнечных батарей.

Xinhua



▲ Общий вид марсианской стационарной посадочной платформы, разрабатываемой в Китае, был представлен 23 августа 2016 на пресс-конференции в Государственной администрации по науке, технологии, промышленности и национальной обороне.

China Daily/via REUTERS



▲ Предполагаемый вид марсианского орбитального зонда «Ал-Амаль», который готовит к запуску космическое агентство Объединенных Арабских Эмиратов.

реализацию космических проектов.

На данный момент власти ОАЭ уже вложили свыше 5 млрд долларов в национальную программу освоения космоса. Но, разумеется, сами по себе деньги не могут сделать их космической державой. Пока у Эмиратов нет ни собственной ракеты-носителя, ни пригодной для ее запуска площадки. Поэтому стране приходится делать ставку на максимальное привлечение зарубежных партнеров. Так, техническими консультантами проекта выступают американские ученые из Университета Колорадо и Аризонского университета. Многие из них принимали участие в разработке марсианских зондов MRO и MAVEN. Что касается стартовой площадки, то ею станет японский космодром Танэгасима.

«Надежда» должна быть запущена к Марсу при помощи японской ракеты H-IIA. Масса первого арабского межпланетного зонда составит 1500 кг с учетом топлива. Он будет работать на ареоцентрической орбите. Его основная задача — изучение свойств марсианской атмосферы и климата планеты. Аппарат получит комплект из трех научных инструментов, сконструированных американскими специалистами — камеру EXI, ультрафиолетовый спектрометр EMUS и инфракрасный спектрометр EMIRS.

Согласно заявлениям Космического агентства ОАЭ, все собранные «Надеждой» научные данные будут выложены в открытый доступ без каких-либо ограничений. Номинальная продолжительность миссии должна составить два года.

Успех миссии «Ал-Амаль» зало-

жит фундамент для дальнейших весьма амбициозных космических планов ОАЭ. В 2017 г. власти страны объявили о глобальной цели — через сто лет построить полноценный город на Марсе. На данный момент это намерение звучит как откровенная фантастика. С другой стороны, всего 40 лет назад мысль о том, что крохотная рыбацкая деревушка Дубай превратится в один из самых высокотехнологичных мегаполисов планеты, по всей видимости, воспринималась бы аналогичным образом. Так что, возможно, однажды космические надежды ОАЭ действительно превратятся в жизнь...

## Марсианские планы Индии и Японии

Не все космические державы успевают подготовить марсианские миссии к следующему стартовому окну. Например, Индийская организация космических исследований (ISRO) также планировала запустить к Марсу аппарат «Мангальян-2» в 2020 г. Но из-за различных задержек его старт был перенесен на 2022 г.

С технической точки зрения «Мангальян-2» намного сложнее и амбициознее своего предшественника. В этот раз индийские специалисты хотят отправить к Красной планете не просто орбитальный аппарат, но и — по примеру своего восточного соседа — высадить на ее поверхность ровер. Запуск собираются произвести с использованием недавно введенного в строй носителя GSLV III. В настоящее время Индия ведет переговоры с несколькими зарубежными организациями, которые могут помочь с реализацией проекта. Уже подписано соглашение с Национальным центром космических исследований Франции (CNES). Также в ISRO рассчитывают на поддержку со стороны NASA.

Собственные планы по изучению Марса имеются и у Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA. Уже мало кто помнит, но 20 лет назад Страна Восходящего Солнца стала третьей в истории державой, запустившей свой аппарат к этой планете. К сожалению, зонд «Нодзоми» вышел из строя во время полета, так и не

достигнув цели.<sup>7</sup>

Теперь Япония решила сделать ставку на изучение крупнейшего марсианского спутника Фобоса. В 2024 г. JAXA собирается отправить к нему аппарат MMX (Martian Moons eXploration), который должен прибыть к этому небесному телу в марте 2025 г. и осуществить программу комплексных исследований. В частности, MMX сбросит на его поверхность микроробот, аналогичный доставленному зондом «Хаябуса-2» на астероид Рюгу (162173 Ryugu) в прошлом году.<sup>8</sup> Аппарат будет построен JAXA в сотрудничестве с CNES, а также Германским центром авиации и космонавтики (DLR).

Кроме того, MMX возьмет образец грунта Фобоса, который за-

тем будет доставлен на Землю. Его анализ поможет подтвердить гипотезу о том, что марсианские спутники сформировались из вещества, примерно 4,5 млрд лет назад выброшенного с поверхности Марса в результате столкновения с крупным астероидом или протопланетой.

Планы по отправке аппарата к Фобосу с целью доставки проб его грунта на Землю имеются и у «Роскосмоса». Но, учитывая неудачу предыдущей подобной миссии и текущую ситуацию с финансированием российской космической программы, даже при самом благоприятном сценарии этот проект может быть реализован не раньше второй половины следующего десятилетия. ■

<sup>7</sup> ВПВ №4, 2008, стр. 20

<sup>8</sup> ВПВ №7, 2018, стр. 23

▼ Концепция японского аппарата MMX (Mars Moons eXploration), предназначенного для исследований марсианских спутников Фобоса и Деймоса. На нем будет установлено несколько научных приборов, предоставленных NASA

JAXA/NASA

С использованием материалов:

About the Emirates Mars Mission — [emiratesmarsmission.ae](http://emiratesmarsmission.ae)

Andrew Jones — China's Mars orbiter-rover mission on course for 2020 launch window — [gbtimes.com](http://gbtimes.com)

RELEASE 18-035 — Mars Helicopter to Fly on NASA's Next Red Planet Rover Mission — [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

Oxia Planum favoured for ExoMars surface mission — [www.esa.int](http://www.esa.int) и др.



# ВСЕЛЕННАЯ ПОД ОДНОЙ КРЫШЕЙ



Перед началом лондонского  
Астрофеста

Фото К. Макогон

Ежегодно с 1992 г. в первой половине февраля в британской столице проходит Европейский Астрофест — одно из главных событий для любителей астрономии не только Европы, но и всего мира. Уже третий раз на нем присутствовали представители журнала «Вселенная, пространство, время». В этом году основные мероприятия астрономического форума, проходившего под девизом «Вселенная под одной крышей» (The Universe Under One Roof), состоялись 8-9 февраля в традиционном месте — Таун-холле лондонского района Кенсингтон. В лекционном зале, рассчитанном на 820 зрителей и заполненном до отказа, выступали приглашенные докладчики, среди которых были такие известные персоны, как астроном и бывший гитарист рок-группы Queen Брайан Мэй (Brian May), Люси Хокинг (Lucy Hawking), дочь умершего в прошлом году легендарного астрофизика Стивена Хокинга, и член Британского Королевского Астрономического общества Аллан Чепмен (Allan Chapman, University of Oxford), знаменитый своими трудами по истории астрономии. Участники Астрофеста имели также возможность посетить выставку-продажу астрономического оборудования, развернутую в обширных залах кенсингтонского центра.

Всего в выступлениях принимало участие 14 докладчиков. Почти все они поднимали тему популяризации астрономии и распространения научного

▼ Лекция в конференц-зале кенсингтонского Таун-Холла

Фото К. Макогон



мировоззрения. Самые интересные лекции были посвящены исследованиям Солнечной системы с помощью космических аппаратов — в них рассказывалось как о самых последних результатах уже реализуемых проектов, так и о тех миссиях, которые должны начаться в ближайшем будущем. В других выступлениях шла речь о поисках черных дыр, а также о загадочных темной материи и темной энергии.



► Автограф Брайана Мэя для украинских астрономов

Фото К. Макогон

ного мегаполиса, расположенного в стране с очень неблагоприятным астроклиматом (благодаря чему она заслужила прозвище «Туманный Альбион»). Как и все подобные мероприятия, лондонский астрофорум стал площадкой для активного обмена опытом и информацией между любителями астрономии из разных стран в процессе оживленного общения в кафе и у выставочных стендов.

Представительнице нашего журнала Кире Макогон удалось встретиться и побеседовать со всеми докладчиками Астрофеста, получить согласие на публикацию адаптированных версий их выступлений и задать им несколько вопросов. Посчастливилось также пообщаться с Брайаном Мэем — передать ему привет от читателей нашего журнала... и, конечно, взять у него автограф для украинских астрономов.

Можно не сомневаться, что все участники лондонского Астрофеста-2019 получили от него самые лучшие впечатления, которых им хватит до следующего года.

По понятным причинам программа Евроастрофеста не включает в себя астрономических наблюдений — их технически сложно осуществить в центре огром-

→ Astronomy UKRAINE!  
!!!  
[Handwritten signature]

# New Horizons

## Исследования «Ульtima Туле»



### Саймон Портер

сотрудник рабочей группы миссии New Horizons, Юго-западный исследовательский институт, Боулдер, Колорадо

Simon Porter

New Horizons: the flyby of 'Ultima Thule'

Лекция прочитана на лондонском «Евроастрофесте» 9 февраля 2019 г. (Кенсингтон, Лондон)

Перевод: Дарья Заремба  
 Редакция перевода: Сергей Гордиенко, Владимир Манько

Наступивший год начался с экстраординарного события в мировой космонавтике: 1 января в 5 часов 33 минуты по всемирному времени межпланетный аппарат New Horizons пролетел в 3,5 тыс. км от объекта пояса Койпера 2014 MU69, также известного под неофициальным именем «Ульtima Туле», что в переводе с латыни означает «последний предел». Необычным это событие сделали два обстоятельства. Во-первых, койпероид 2014 MU69 стал самым удаленным небесным телом, которое автоматическому посланцу Земли удалось сфотографировать с близкого расстояния — во время пролета он находился в 43,4 а.е. (почти 6,5 млрд км) от Солнца. Поскольку ни одно космическое агентство пока не планирует подобных миссий «дальнего действия», можно ожидать, что этот рекорд продержится достаточно долго, и больше всего шансов побить его имеет все тот же зонд New Horizons: в данный момент рассматривается возможность направить его к еще какому-нибудь объекту пояса Койпера. Впрочем, скорее всего, сделать это не позволят технические ограничения. Чтобы лучше понять их суть, следует вспомнить о второй особенности «космического свидания»: это был первый в истории случай, когда цель для межпланетного аппарата открыли уже после его старта.

Главной задачей New Horizons было изучение карликовой планеты Плутон (134340 Pluto) и ее спутников, с которыми зонд успешно сблизился 14 июля 2015 г. Исследования проводились с пролетной траектории на скорости более 13 км/с. Чтобы заметно отклониться от нее, необходим ощутимый импульс бортовых ракетных двигателей, требующий большого расхода топлива, а его запасы у подобных аппаратов весьма ограничены. Поэтому следующая потенциальная цель должна была находиться как можно ближе к этой траектории и вдобавок — что также являлось важным условием — располагаться не слишком далеко от Солнца, чтобы перелет к ней не занял много времени. Поиски подходящих объектов с помощью наземных обсерваторий велись более восьми лет, но так и не принесли результатов. В конце концов, к делу подключили орбитальный телескоп Hubble, имеющий наибольшую чувствительность среди всех доступных астрономических инструментов. В 2014 г. за несколько наблюдательных сессий он смог обнаружить три более-менее подходящих койпероида, один из которых (фактически самый близкий) и был выбран в качестве новой цели.

О первых результатах пролета рассказал в своей лекции, прочитанной 9 февраля 2019 г. на ежегодном лондонском «Евроастрофесте», один из членов группы сопровождения миссии New Horizons, доклад которого в адаптированном виде и с любезного согласия автора мы предлагаем вашему вниманию.





Саймон Портер родился в канадской провинции Онтарио, в 2003–2007 гг. учился в Университете Алабамы в Хантсвилле (США), в 2013 г. защитил диссертацию на тему исследований Солнечной системы в Университете штата Аризона (Arizona State University, Темпе). С 2010 по

2014 г. также работал на Лоуэлловской обсерватории. С 2014 г. является сотрудником Юго-западного исследовательского института (Southwest Research Institute, Boulder, Colorado) и членом рабочей группы миссии New Horizons, участвовавшим в поисках объекта пояса Койпера, к которому космический аппарат мог бы отправиться после пролета Плутона, и в подготовке к сближению с ним. Область научных интересов – «обитатели» внешних областей Солнечной системы, их исследования с помощью телескопов и межпланетных зондов, моделирование их орбит и эволюции.

**В** моем докладе пойдет речь о том, как удалось получить изображения объекта пояса Койпера 2014 MU69, известного также под неофициальным названием «Ультима Туле» (Ultima Thule). Это исследование проходило в рамках миссии NASA «Новые горизонты» (New Horizons), основной целью которой была система Плутона, на момент старта еще считавшегося планетой.

Космический аппарат стартовал в январе 2006 г., прошел систему Юпитера в феврале 2007 г., совершил пролет Плутона в июле 2015 г. и затем отправился исследовать пояс Койпера.

New Horizons имеет размеры 2,2×2,1×2,7 м и массу 478 кг. Внутри основного треугольного корпуса расположена двигательная установка, а снаружи – важнейшие сервисные элементы: большая радиоантенна с высоким коэффициентом усиления и радиоизотопный термоэлектрический генератор, предназначенный для выработки электроэнергии. Аппарат часто сравнивают с роялем из-за сходства размеров и формы.

В качестве источника энергии используется тепло от радиоактивного распада плутония, которое конвертируется в электричество с помощью термопар. Плутоний – самое простое решение в данном

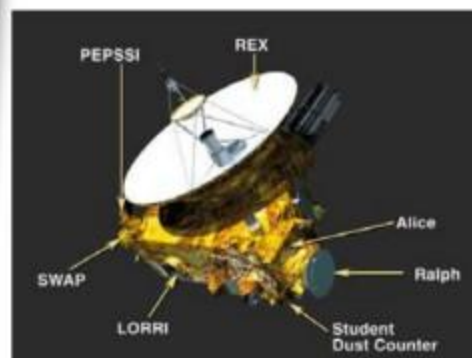
случае.<sup>1</sup>

Большинство космических аппаратов в наше время оснащаются также гироскопами, позволяющими им менять свою ориентацию в пространстве, не расходуя топлива. Но гироскопы ненадежны и могут выйти из строя, поэтому конструкторы решили использовать для «поворотов» только двигатели малой тяги.

<sup>1</sup> На больших расстояниях от Солнца (за пределами орбиты Юпитера) его излучения оказывается недостаточно для эффективного энергообеспечения космических аппаратов с помощью солнечных батарей, поэтому им необходим независимый источник энергии. В настоящее время в качестве такового используются ритеги – радиоизотопные термоэлектродгенераторы. (Прим. редакции)

▼ Научные инструменты космического аппарата New Horizons

NASA / JHUAPL / SwRI



New Horizons оснащен семью научными инструментами. На нем установлена камера LORRY, спектрометр видимого и инфракрасного диапазона Ralph, ультрафиолетовый спектрометр Alice (один из самых серьезных приборов – такой же работал на зонде Rosetta, и сейчас находится на орбите вокруг Луны, так что это действительно качественный инструмент). Прибор REX (Radio Science Experiment) предназначен для измерения температуры и для радиолокации. Он был создан в сотрудничестве с немецкими учеными. SDC – детектор пылевых частиц, сконструированный студентами из Колорадо. Еще два инструмента – SWAP и PEPSSI – имеют целью изучение солнечной погоды, их главная задача – определение параметров

▼ После гравитационного маневра в окрестностях Юпитера в 2007 г. космический аппарат New Horizons осуществил исследования системы Плутона (14 июля 2015 г.), а далее был направлен к сравнительно близкому объекту пояса Койпера 2014 MU69, пролет которого требовал наименьшего расхода горючего бортовых двигателей для коррекции траектории.

NASA / JHUAPL / SwRI



солнечного ветра.

Итак, после исследований системы Плутона с пролетной траектории New Horizons начал углубляться в так называемый Холодный классический пояс (Cold Classical Belt). Здесь необходимо отметить, что пояс Койпера состоит из нескольких частей. Основные из них — три. Первая — объекты, находящиеся в орбитальных резонансах с Нептуном.<sup>2</sup>

Вторая — Холодный классический пояс. И наконец — рассеянный диск, объекты которого «обитают» у внешней окраины пояса Койпера. Их траектории имеют весьма разнообразные размеры полуосей, эксцентриситеты и наклонения к плоскости эклиптики. Кстати говоря, когда тела из рассеянного диска проходят вблизи Солнца, мы наблюдаем их как кометы.

Все эти компоненты пояса фор-

<sup>2</sup> Такие объекты имеют периоды обращения вокруг Солнца, соотносящиеся с орбитальным периодом Нептуна как небольшие целые числа — 1:2, 2:3, 1:3, 3:4 и т.п. (Прим. ред.)

мировались естественным путем, но вот процессы в них протекали по-разному. Объекты рассеянного диска могли побывать во внутренних областях Солнечной системы, объекты с орбитальными резонансами подвергались воздействию гравитационных сил со стороны больших планет и могли существенно поменять параметры своих орбит — в общем, с ними постоянно что-то происходило. Однако объекты Холодного классического пояса оставались практически нетронутыми. Это наименее изменившаяся область Солнечной Системы: со времен ее формирования с «обитателями» этой области ровным счетом ничего не случилось. Именно поэтому ученые так хотели до нее добраться.

Перед тем, как направить аппарат к 2014 MU69, для уточнения орбиты последнего ученые провели наблюдения звездных оккультаций — событий, в ходе которых этот объект затмевал фоновые звезды. Кроме того, наблюдая за покрытиями с помощью телескопов, находящихся друг от друга на

некотором расстоянии, по длительности «исчезновения» звезды в каждом пункте можно было рассчитать форму койпероида. Удалось установить, что его «тень» состоит из двух кругов. Это могли быть два тела, расположенные близко друг к другу, или же обращающиеся друг вокруг друга — просто их «застали» в момент, когда с точки зрения наземных наблюдателей они выстроились в линию (это маловероятно, но все же возможно). А может быть, это сплошное тело, по форме напоминающее картофелину или кеглю. Для того, чтобы это выяснить, нужно было подлететь поближе.

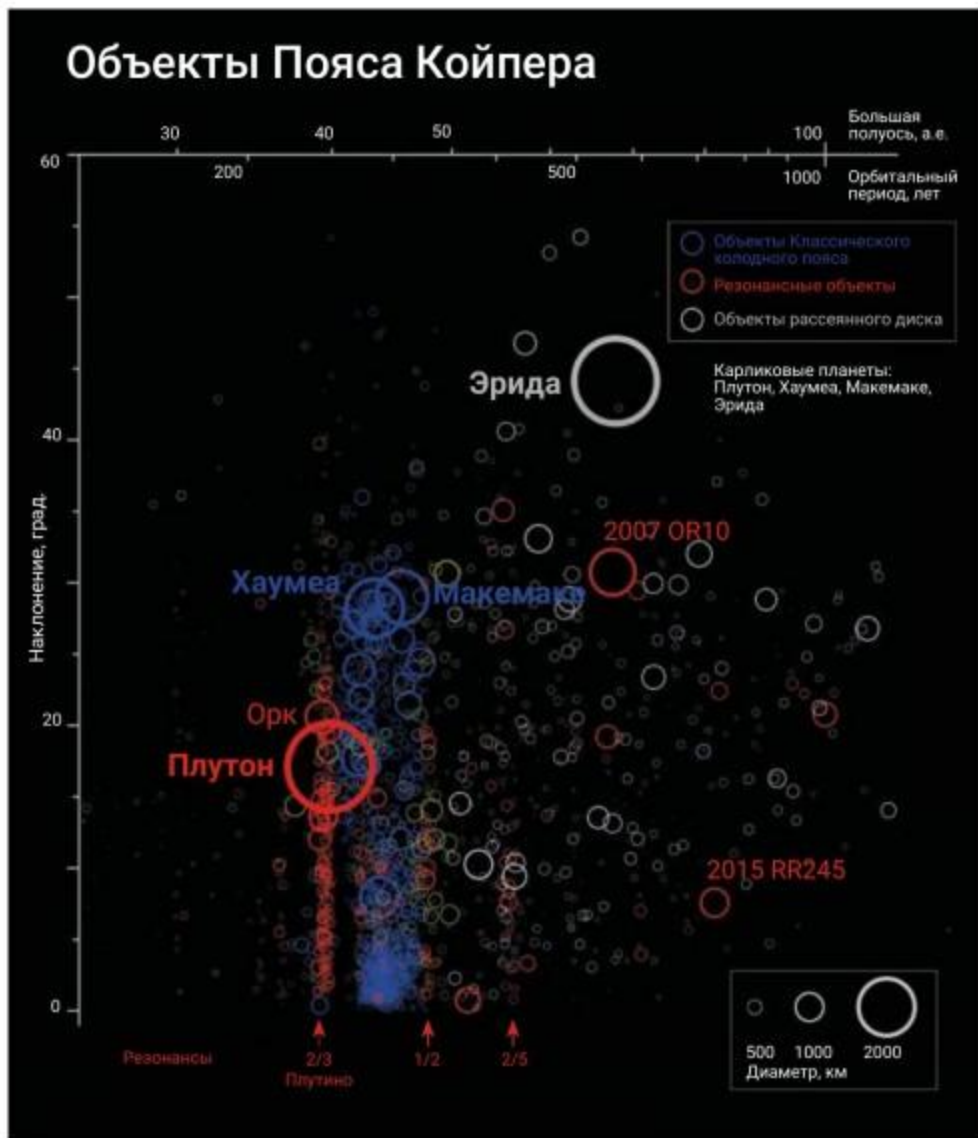
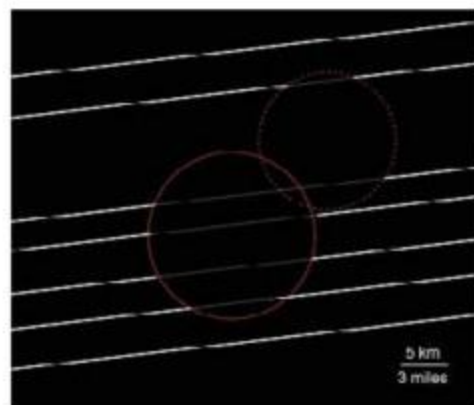
После первой «фиксации» астрономы задались целью выяснить, а нет ли у 2014 MU69 спутников или колец. Для этого пришлось сделать около 300 различных снимков, затем подогнать их под одни физические масштабы, чтобы наложить друг на друга. Никаких спутников у койпероида обнаружено не было.

Весь канун Рождества, за неделю до долгожданного пролета, я внимательно всматривался в светлое пятно на снимках. Вопрос заключался в том, представляет ли собой наша цель бинарную систему. Но форма центральной точки и характер изменения ее блеска позволили заключить, что, вероятнее всего, это не так.

Следовательно, мы могли осуществить более близкий пролет. У нас было два варианта. Первый — траектория, проходящая в 10 тыс. км от объекта, наиболее безопасная. Но намного интереснее выгля-

▼ Форма объекта 2014 MU69, установленная в ходе наблюдения оккультации 17 июля 2017 г. Каждая белая линия соответствует отдельному наблюдательному пункту (в самом северном и самом южном, как следует из схемы, «исчезновения» звезды не наблюдалось).

NASA / JHU-APL / SwRI / Alex Parker

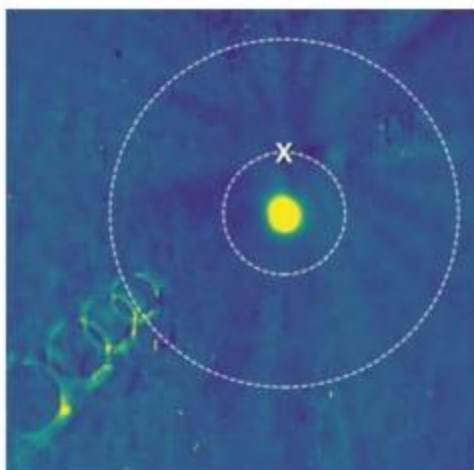


дел вариант пролета в 3500 км от 2014 MU69. Почему именно 3500? Дело в том, что, когда производился расчет обстоятельств сближения, мы принимали во внимание, что вести фотосъемку лучше с расстояния 3000 км, а производить спектральные исследования — с 4000. В результате была выбрана средняя оптимальная дистанция.

Баллистики миссии начали составлять график пролета. New Horizons находится в 6 световых часах от Земли — это значит, что передаваемый наземными станциями сигнал достигает его только через 6 часов. Поэтому необходимо заранее прописать ему четкий алгоритм действий, заложить его в бортовой компьютер — и надеяться, что все пройдет успешно. Все нужные команды были отправлены, аппарат их успешно отработал и долгожданный пролет, предоставивший нам первые ценные сним-

▼ Это изображение объекта 2014 MU69 (желтое пятно в центре) получено сложением сотен фотографий, сделанных камерой LORRI зонда New Horizons с августа по середину декабря 2018 г. Условным синим цветом окрашены темные участки, желтым — яркие. Два пунктирными концентрическими окружностями обозначены две возможных дистанции пролета космического аппарата. Когда стало ясно, что койпероид с большой вероятностью не имеет спутников и колец, баллистики группы сопровождения приняли решение в пользу пролета на меньшем расстоянии (точка предполагаемого максимального сближения отмечена белым крестом). На оригинальных снимках также присутствовали сотни фоновых звезд, однако они в основном были удалены компьютерной обработкой.

NASA / JHUAPL / SwRI



► Первый снимок зонда New Horizons, демонстрирующий форму объекта «Ульtima Туле». Слева — оригинальное изображение, справа — реконструированное посредством специальных компьютерных программ.

NASA / JHUAPL / SwRI

ки койпероида, состоялся 1 января. Наверное, заниматься чем-то подобным в новогоднюю ночь — не лучшая идея, но для небесной механики не существует земных праздников.

Непосредственно перед пролетом рабочей группе удалось загрузить два снимка, полученных космическим аппаратом. На них впервые достаточно четко были видны очертания объекта.

Чуть позже было получено следующее изображение. На нем уже отчетливо просматривалась «кегледобная» форма 2014 MU69. Теперь участники группы сопровождения могли заключить, что это один объект, состоящий из двух неравных частей. Более крупной из них присвоили имя «Ульtima», меньшей — «Туле». Кроме того, хоть разрешение снимков оставалось довольно низким, удалось заметить, что койпероид вращается.

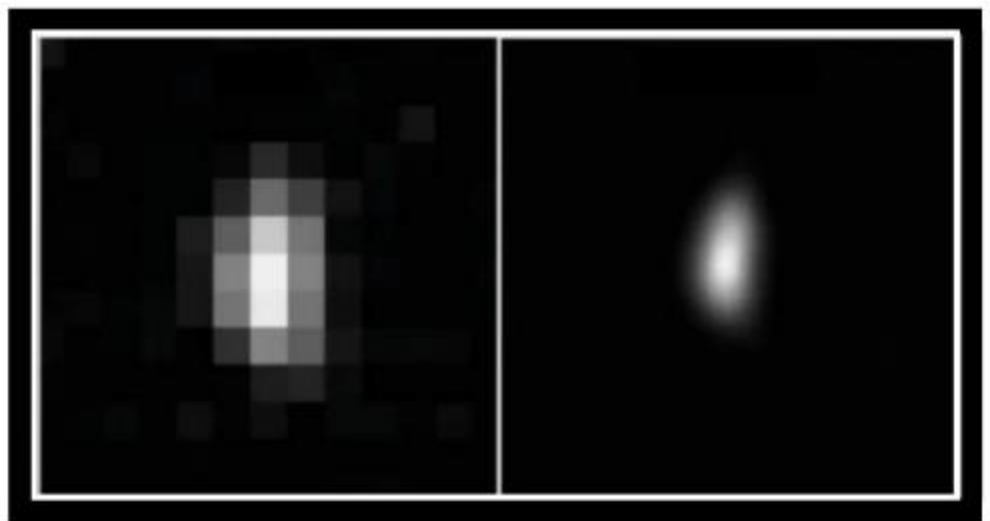
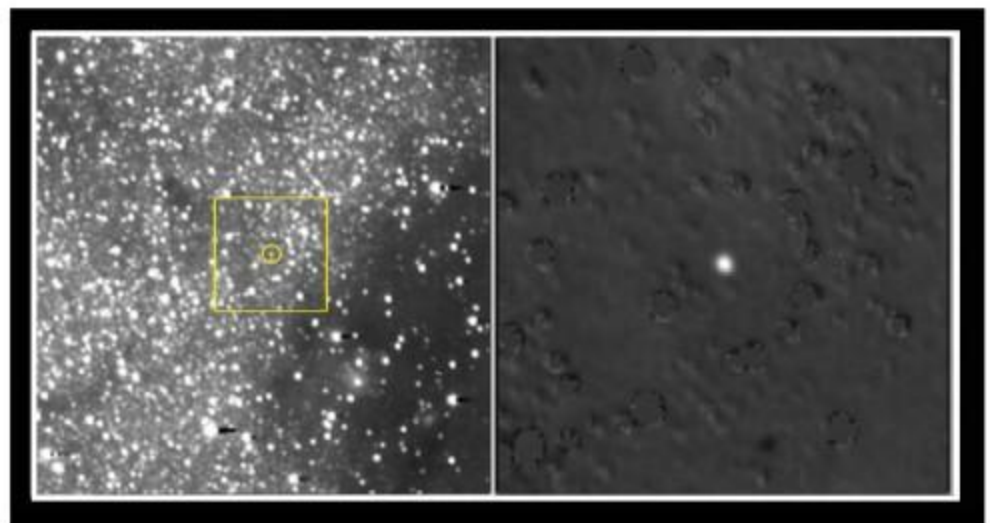
После этого некоторое время никакого фотографирования не производилось. И только после пролета New Horizons «позвонил домой». Когда это случилось, в центре управления был настоящий празд-

ник! Но продолжался он недолго, так как всем не терпелось пойти в Геологическую комнату и увидеть первые снимки объекта. Несложно представить себе наше нетерпение: впервые в истории астрономы получили изображения койпероида с такого близкого расстояния.

Вся команда New Horizons долго рассматривала эти изображения. Одна из сотрудниц, по совместительству прекрасный скульптор, сразу принялась строить модель запечатленного объекта. Другие участники группы сопровождения взялись за расчеты, пытаются понять, как койпероид приобрел такую форму — возможно, первоначально она была более простой.

В общем, вся Геологическая комната была в восторге. Позже с помощью спектрометра удалось получить цветное изображение. На нем хорошо видно, что обе части объекта практически одина-

▼ Так выглядел 2014 MU69, когда его впервые удалось сфотографировать с помощью камер New Horizons в августе 2018 г. Чтобы «поймать» эту слабую точку, пришлось сделать множество снимков и сложить их с помощью компьютерной программы.



кового цвета. Если бы они имели разные цвета, это могло бы означать, что когда-то это были два отдельных тела, впоследствии слившиеся в одно. Но поскольку их окраска совпадает — это значит, что они сформировались вместе. Цвет 2014 MU69 также говорит о том, что это — типичный объект Холодного классического пояса. Довольно интересен и тот факт, что характеристики поверхности койпероида похожи на свойства поверхности Плутона.

Во время приближения аппарата к объекту удалось получить последовательность снимков, отображающих вращение койпероида вокруг своей оси с периодом около 15,9 часов — это также типичный показатель для тел Холодного классического пояса.

Наконец, космический аппарат передал снимок 2014 MU69, полученный с расстояния около 6 тыс. км. На нем уже можно довольно подробно рассмотреть форму объекта и многие детали его рельефа.

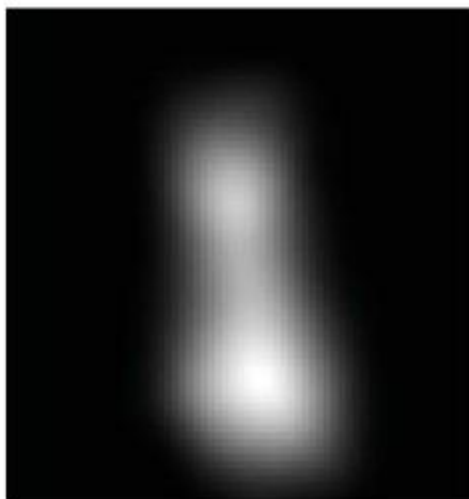
Несложно заметить, что поверхность ледяного тела достаточно ровная — на ней практически отсутствуют кратеры. Несколько штук видны лишь у верхней границы освещенного «полушария». Появились ли эти кратеры из-за внешнего воздействия или из-за потери вещества в процессе сублимации, пока сказать невозможно. Левая часть — «Туле» — более округлой формы, и на ней также заметны две больших впадины, в то время как «Ультима» (правая часть) более «равнинная».

Еще интереснее оказались снимки, сделанные с самого близкого расстояния, непосредственно после пролета. На них попала та часть «Ультима Туле», которая в тот мо-

► Изображение объекта 2014 MU69, полученное широкоугольной камерой MVIC (Multicolor Visible Imaging Camera) зонда New Horizons 1 января 2019 г. в 5:26 UTC, за 7 минут до максимального сближения. Расстояние до койпероида в этот момент составляло 6700 км.

Разрешение снимка достигает 135 м на пиксель. Он был передан на Землю только 18 января, когда космический аппарат вышел из-за Солнца. Косой угол падения солнечных лучей позволил рассмотреть вблизи терминатора (границы освещенного и неосвещенного «полушарий», заметной вверху) многочисленные провалы размером до 700 м. На меньшей части объекта находится крупная округлая впадина диаметром около 7 км, похожая на ударный кратер. Еще одна примечательная деталь койпероида — яркая полоса на стыке двух его частей.

NASA / JHUAPL / SwRI

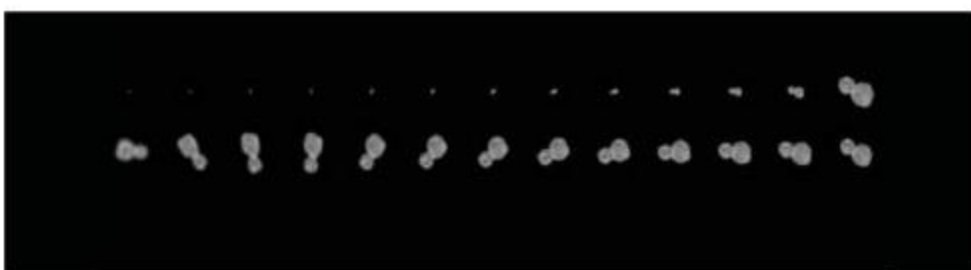


◀ 31 декабря 2018 г. New Horizons получил первый снимок объекта «Ультима Туле», демонстрирующий его «кеглеобразную» форму.

NASA / JHUAPL / SWRI / JAMES TUTTLE KEANE

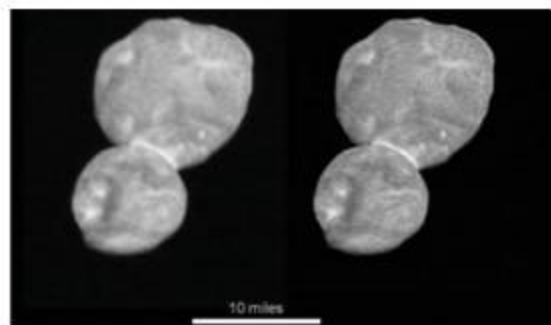
▼ Последовательные снимки 2014 MU69, сделанные аппаратом New Horizons в ходе сближения с койперовским объектом от расстояния порядка полумиллиона километров до 28 тыс. км, (в нижнем ряду изображения приведены к одному масштабу).

Эта серия фотографий помогла уточнить размеры койпероида, направление и скорость его вращения, а также убедиться в отсутствии у него спутников.



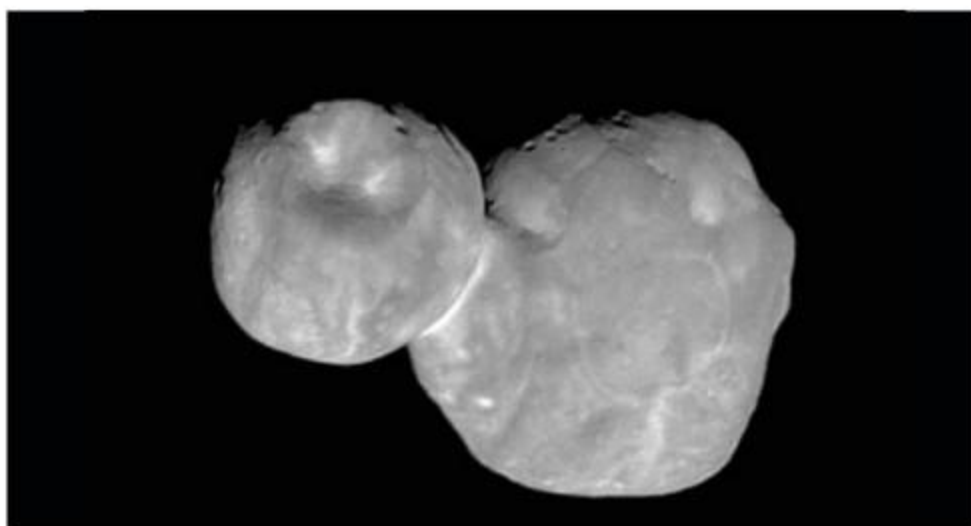
► Первые два детальных снимка койпероида 2014 MU69, полученные незадолго до сближения, подтвердили, что он состоит из двух неравных частей близкой к сферической формы. Если наложить изображения друг на друга, можно увидеть, как объект вращается. Его длина составляет 33 км.

NASA / JHUAPL / SwRI



Изображения, получаемые спектрометром Ralph зонда New Horizons (слева), имеют на порядок более низкое разрешение, чем снимки камеры LORRI (в центре). С помощью компьютерного синтеза данных обоих инструментов, удалось получить информацию о естественных цветах поверхности койпероида 2014 MU69 (справа).

NASA / JHUAPL / SwRI



мент не освещалась Солнцем. Ее силуэт можно «проследить» в динамике, наблюдая за тем, как объект закрывает фоновые звезды. Изображения, полученные примерно через 10 минут после максимального сближения, во многом изменили наши представления о форме 2014 MU69.

Рассматривая эти серповидные изображения объекта, ученые пришли к выводу, что его большая часть, скорее всего, должна напоминать блин, а меньшая — что-то вроде сплюснутого ореха. Однако, поскольку во время пролета половина тела находилась в тени, судить о ее форме можно только с некоторой погрешностью.

Через три дня после пролета New Horizons скрылся за Солнцем, что, конечно, создало проблемы со связью. Но спустя еще несколько дней он показался с другой стороны светила и продолжил передавать на Землю полученные им данные.

Таковы сведения о койпероиде 2014 MU69 на данный момент. Однако передача информации о

► После пролета вблизи объекта 2014 MU69 космический аппарат New Horizons сделал 14 его «прощальных» снимков с помощью камеры LORRI, из которых позже был составлен небольшой видеоролик, дающий представление об истинной форме этого небесного тела. Центральный кадр последовательности отснят 1 января в 5:42:42 UT с расстояния 8862 км (от Земли в этот момент аппарат находился в 6,6 млрд км). На исходных изображениях «серп» койпероида выглядит смазанным из-за длительной выдержки, применявшейся при съемке: на таких гелиоцентрических расстояниях Солнце не обеспечивает достаточной освещенности для коротких экспозиций. Позже с помощью компьютерной обработки «смазанность» свели к минимуму. Об очертаниях темной части объекта можно судить по его силуэту на фоне звезд.

NASA / JHUAPL / SwRI

► Финальные снимки «Ультима Туле» заставили ученых серьезно пересмотреть их представления об этом теле. Вверху показана его модель, построенная на основании первоначальных данных, внизу — уточненный вид объекта с учетом информации о его «темной» стороне (возможные неточности определения формы показаны пунктиром). Вероятнее всего, объем и масса двух частей койпероида отличаются не так уж сильно: та их них, которая вначале выглядела большей, в итоге оказалась более сплюснутой.

результатах пролета с борта межпланетного аппарата продлится еще больше года. Астрономы продолжают исследовать этот объект,



пытаясь ответить на вопросы о его происхождении и форме, а в дальнейшем нас, несомненно, ждут еще более интересные открытия. ■

**После выступления Саймона Портера на «Евро-астрофесте» представительница нашего журнала Кира Макогон взяла разрешение на публикацию его доклада и задала ученому несколько вопросов, на которые он охотно ответил.**

— Добрый день, господин Портер, я представляю украинский научно-популярный журнал «Вселенная, пространство, время». Как Вы считаете, каковы самые большие проблемы при определении следующей цели для New Horizons?

— В настоящий момент мы ищем ее, но это очень сложная задача. Сейчас мы летим сквозь Холодный классический пояс, и «Ультима Туле» — один из его типичных представителей, но аппарат находится уже почти на внешней границе этого пояса. За его пределами также существуют рассеянные ледяные объекты, но их пространственная плотность намного ниже, и соответственно ниже вероятность найти среди них тело, подходящее для пролета. Кроме того, чем дальше такой объект от Солнца — тем он менее яркий, и тем труднее его зарегистрировать. В случае «Ультима Туле» это удалось только с помощью телескопа Hubble. Поэтому... мы продолжаем поиски, но надежды все меньше.

— То есть пока аппарат будет передавать полученные во время пролета данные и изучать окружающее его пространство?

— Да, как и зонды Pioneer и Voyager, аппарат New Horizons просто будет двигаться к границе Солнечной системы и дальше в межзвездное пространство.

— А когда, по-Вашему, он доберется до границы Сол-

нечной системы?

— Здесь ничего нельзя сказать с уверенностью. Зонды Voyager находятся в других условиях, они уходят под значительными углами к эклиптике, и они не могут подсказать, где находится эта граница по направлению движения New Horizons. К тому же они удаляются намного быстрее — они провели больше гравитационных маневров в окрестностях планет-гигантов, а наш аппарат, хоть и имел большую начальную скорость, впоследствии ускорился только вблизи Юпитера. Поэтому нам придется ждать выхода в межзвездное пространство намного дольше — я думаю, он состоится в 2040-2050 годах.

— Эта граница по форме сильно отличается от сферы?

— Мы уже построили ее приблизительную модель. Пока у нас слишком мало исходных данных, нужно запустить побольше исследовательских миссий (смеется). Кроме того... наш аппарат имеет на борту не так уж много плутония: зонды Voyager были оборудованы тремя радиоизотопными генераторами, а на New Horizons стоит только один. И его резерва хватит максимум до 2040 г.

— Спасибо большое за Ваши ответы, желаем Вам успехов в поисках новой цели!



▲ Саймон Портер во время интервью. Фото Киры Макогон



Французский фотограф Жюльен Мов (Julien Mauve) попробовал представить, как выглядел бы астронавт, делающий селфи на фоне марсианских ландшафтов. Это будет одно из наиболее очевидных действий, которое предпримут люди, попав на соседнюю планету: желание «отметиться» в достигнутой точке пространства у нас, пожалуй, даже сильнее желания ее достичь, а с появлением цифровых фотокамер исполнить его стало исключительно просто — даже на Марсе. Осталось только туда долететь...

Bryan Versteeg/Spacehabs.com

# ЧУЖДЫЙ МИР КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ

Кирилл  
Размыслович

Сергей  
Гордиенко

«Вселенная, пространство, время»

**П**о космическим меркам человечество возникло всего несколько мгновений назад. Вряд ли стоит лишний раз напоминать, каким хрупким является сложившееся на Земле равновесие и насколько легко оно может быть нарушено — как безрассудными действиями самих людей, так и не зависящими от нас внешними факторами. Огонь нашей цивилизации способен угаснуть в любой момент, и вряд ли Вселенная обратит на это внимание.

По мнению некоторых ученых и предпринимателей, людям требуется своеобразная страховка на случай глобальной катастрофы, способной стереть нас с лица Земли. Миллиардер Илон Маск (Elon Musk) считает, что человечеству нужно стать мультипланетным видом, то есть создать самодостаточные колонии на других телах Солнечной системы.

В первую очередь, конечно, главной целью для колонизации провозглашается Марс. И это вполне

логично — из всех соседних планет именно он больше всего похож на нашу. Впрочем, даже при всем желании его сложно назвать близнецом Земли: на самом деле он является крайне суровым миром, где неоткуда ждать помощи и который не склонен прощать людям ошибки. К тому же, чтобы достичь Марса, нам необходимо решить множество сложнейших инженерных задач, что потребует очень значительных финансовых и интеллектуальных вложений.

Но, предположим, человечеству удастся преодолеть транспортные проблемы, после чего доставить на Марс достаточное количество людей и припасов, чтобы создать там полноценное поселение. Действительно ли оно сможет стать для землян вторым домом, или же вся эта идея лишь на первый взгляд кажется перспективной?

Конечно, сейчас подобные размышления могут показаться несколько преждевременными. Но не стоит забывать, что земная история демонстрирует множество примеров того, как непродуманные по-

пытки покорения новых земель приводили к достаточно печальным и зачастую необратимым последствиям. Поэтому человечеству все же лучше заранее разобраться в том, какие потенциальные «подводные камни» ожидают его на пути к Марсу.

## Вопросы этики

Насколько этична колонизация Марса? Для подавляющего большинства людей этот вопрос звучит странно. Что плохого в попытке превратить безжизненную планету в «запасной дом» для человечества? Но если копнуть чуть глубже, становится понятно, что все не так просто, как может показаться.

Начнем с глобального вопроса. Действительно ли Марс является мертвым миром? Да, все разговоры о марсианской жизни пока остаются спекулятивными. Но, с другой стороны, ученые не имеют железобетонных доказательств ее отсутствия. Следовательно, нам необходимо учитывать подобную

вероятность. Любая попытка колонизации Красной планеты неизбежно будет означать «заражение» ее поверхности земными биологическими видами (в первую очередь микроорганизмами). Если на Марсе действительно существует местная жизнь — к каким последствиям может привести ее столкновение с землянами? Исторический опыт говорит о том, что они редко бывают благоприятными для «коренных» видов. Но нельзя исключать и обратного сценария, которым нас любят пугать в фантастических триллерах и фильмах ужасов.

Повторимся: на данный момент любые подобные сценарии остаются умозрительными. Однако это не отменяет вопроса об этичности колонизации мира, где может существовать собственная жизнь. Или, по крайней мере, для которого не доказано ее отсутствие. Имеем ли мы право идти на риск, не располагая полной картиной? И кто вправе принимать такое решение?

Ирония сложившейся ситуации заключается в том, что, скорее всего, окончательный ответ на вопрос, есть ли жизнь на Марсе, смогут дать лишь земные исследователи, которые непосредственно высадятся на планету. Ведь ни один, даже самый совершенный,

марсоход никогда не сравнится по эффективности и скорости работы с обычным геологом, имеющим под рукой все необходимые инструменты и средства для изучения собранных образцов.

Второй важный этический вопрос, связанный с освоением Красной планеты, можно сформулировать так: кто они — первые обитатели марсианской колонии? Илон Маск любит рисовать красивые картины тысяч поселенцев, живущих и работающих на Марсе. Но кем они будут? Понятно, что первыми туда вместе с роботами придут ученые, инженеры и техники, чтобы подготовить места обитания людей, наладить базовые технологические и экологические циклы. А кто придет вслед за ними? Представители тщательно отобранного миниатюрного среза земного общества — или же группа заскучавших миллионеров, способных заплатить круглую сумму за билет? Если рассматривать идею такой колонии с позиции коммерческого предприятия, то очевидно, что приоритетный доступ к ней получит очень узкая прослойка самых богатых землян. И если нашей планете действительно будет угрожать какая-то опасность, именно они с большей вероятностью окажутся в числе обитателей «марсианского убежища».

Наконец, необходимо учесть следующее. Идея создания постоянного поселения на Марсе подразумевает, что колонисты продолжат свой род, то есть у них будут рождаться дети. С большой долей вероятности можно утверждать, что они проведут всю свою жизнь на Красной планете. Во-первых, в силу экономических соображений «обратный билет» на Землю, скорее всего, будет стоить еще дороже, чем билет до Марса. Во-вторых, не стоит забывать про факторы внешней среды (более подробно речь о них пойдет во второй половине статьи). Простейший из них — сила тяжести. Не исключено, что человек, родившийся в условиях марсианской гравитации, никогда не сумеет адаптироваться к троекратно большей силе тяжести на планете его предков. А это значит, что он никогда не сможет на нее высадиться, посетить ее города, увидеть своими глазами голубое небо, искупаться в море и совершить массу вещей, которые мы воспринимаем как неотъемлемую часть человеческой культуры.

Отсюда возникает резонный вопрос: имеем ли мы моральное право лишать детей колонистов подобного опыта? Конечно, жизнь переселенцев никогда не была простой. Но одно дело — покинуть

► Одним из непереносимых компонентов марсианской базы должна стать теплица, где будут выращиваться фрукты и овощи для колонистов. Важным «побочным продуктом» жизнедеятельности растений является кислород для дыхания, выделяющийся в результате фотосинтеза. Как перенесут земные растения повышенную радиацию и более низкую силу тяжести на Марсе? Эти вопросы космобиологи пока только начали исследовать...

Bryan Versteeg/Spacehabs.com



◀ Так могла бы выглядеть марсианская база согласно проекту, разработанному некоммерческой организацией Mars One (ВПВ №11, 2015, стр. 20). 15 января 2019 г. суд города Базель признал банкротом коммерческое подразделение компании Mars One Ventures AG, что фактически сделало невозможным ее дальнейшую деятельность.

Bryan Versteeg/Mars One





▲ Человек, родившийся и выросший в определенных условиях, воспринимает свое окружение совсем не так, как те, кто впервые попал в эти условия уже во взрослом возрасте. Каким будет казаться Марс «коренным марсианам»? И какой они увидят Землю, если когда-нибудь попадут на нее?

<http://www.whitakerstudio.co.uk>

Старый свет и отправиться искать новый дом по ту сторону океана. И совсем другое — покинуть даровавшую нам жизнь планету и переселиться во враждебный мир, зная, что твои дети проведут почти всю свою жизнь в герметичных помещениях и будут лишены большинства радостей, которые может позволить себе любой человек на Земле.

## В мире сплошных ограничений

На заре космической эры психологические аспекты пилотируемых

▲ Как заявляет глава компании SpaceX Илон Маск, не позже 2040 г. тысячи людей будут жить и работать в марсианской колонии. Она станет очередным форпостом проникновения человека во Вселенную. В дальнейшем число таких колоний должно увеличиваться, а их население — возрастать, пока его численность не достигнет миллиона человек, что позволит «воспроизвести всю земную индустриальную базу», сделав поселения на Марсе полностью независимыми от поставок с Земли.

<http://el.science.wikia.com/>

полетов считались несущественными. Однако уже опыт первых длительных экспедиций на орбитальные станции показал ошибочность подобных взглядов. В истории космонавтики есть как примеры экипажей, участники которых к концу «совместного существования» начинали в буквальном смысле ненавидеть друг друга, так и случай настоящей забастовки на орбите.

С тех пор ситуация изменилась в лучшую сторону. Специалисты начали уделять большое внимание психологической совместимости космонавтов. Также были проведены многочисленные симуляции полета на Марс, в ходе которых добровольцы в течение длительных сроков находились в замкнутом пространстве, имитирующем жилые отсеки космического корабля.<sup>1</sup>

Несложно понять, что в идеале марсианские поселения должны функционировать по принципу максимально замкнутой экосистемы. На Земле уже производились по-

▼ Забастовка на станции Skylab произошла 28 декабря 1973 г. В тот день члены экипажа устроили «бунт на корабле» и перестали выходить на связь с наземным центром управления NASA. Они провели весь день, отдыхая и веселясь.

В отличие от предыдущих миссий, все члены экспедиции Skylab 4 до нее ни разу не были в космосе. Большие нагрузки, отставание от графиков, стрессы, самый длительный срок пребывания на орбите (на тот момент — 84 дня) и отказ наземных служб сдвигать сроки окончания работ в итоге привели к маленькому «мятежу».

Этот случай является первой зафиксированной забастовкой в космосе, получившей название «Мятеж на Скайлаб». Он широко изучался специалистами, сделанные выводы используются при подготовке экипажей МКС.

К концу миссии Skylab 4 вся запланированная программа работ была выполнена в полном объеме.

На фото: члены экспедиции Skylab 4. Джеральд Карр (Gerald Carr) держит на указательном пальце Уильяма Поуга (William Pogue). У фотоаппарата — Эдвард Гибсон (Edward Gibson).



<sup>1</sup> ВПВ № 4, 2009, стр. 17; №6, 2009, стр. 25; №7, 2009, стр. 19

добные эксперименты, но все они, к сожалению, закончились неудачей. Наиболее известный из них — «Биосфера-2», о которой уже рассказывал наш журнал.<sup>2</sup> Первый его этап длился с 26 сентября 1991 г. по 26 сентября 1993 г., второй — с 6 марта по 6 сентября 1994 г. Под герметичным куполом имелись все условия для нормального круговорота веществ: там были максимально близко к «оригиналам» воспроизведены все важнейшие земные экосистемы, солнечного света должно было хватить для производства кислорода растениями в результате фотосинтеза, черви и микроорганизмы обеспечивали переработку отходов, очистка воды производилась благодаря конденсации над «тропическим лесом», откуда она просачивалась в «болота» и снова попадала в «океан» через почвенные фильтры... Полностью исключалось применение токсичных химических веществ (инсектицидов и пестицидов). Не допускалось также использование загрязняющих среду источников энергии типа открытого огня — энергообеспечение комплекса осуществлялось за счет солнечных батарей. Во «внешнем мире» работала целая команда специалистов, отслеживавшая ход эксперимента

и имевшая возможность вмешаться в него (как и восемь непосредственных участников, живших под куполом).

Тем не менее, проблемы начались почти сразу. «Биосфера-2» оказалась перенаселенной. Людям не хватало калорийной пищи — пришлось высадить в «джунглях» немного бананов и папайи, уплотнить посадки зерновых без увеличения площади, ввести распределение еды. Через несколько месяцев начали ломаться под собственной тяжестью кроны многих деревьев: выяснилось, что для нормального формирования древесины крайне необходим такой на первый взгляд незначительный фактор, как ветер. Вскоре началось бурное неконтролируемое размножение насекомых и микроорганизмов, активно поглощавших кислород. Его содержание в воздухе упало до 14% (при норме 21%) — это соответствует парциальному давлению на высоте 4080 м над уровнем моря. Самочувствие обитателей «Биосферы-2» ухудшилось, заметно упала трудоспособность. Одна из женщин при работе на сельскохозяйственном оборудовании отрезала себе палец и ее пришлось эвакуировать «в большой мир». Руководитель эксперимента принял решение начать закачку кислорода под купол извне (всего его пришлось закачать более 20 тонн).

Столкнувшись с нарастающи-

ми трудностями, команда «подопытных» разбилась на две противоборствующие группы, одна из которых требовала немедленного прекращения эксперимента, а вторая настаивала на том, что нужно «держаться до конца». Поскольку последних поддерживало руководство проекта, обе группировки вынуждены были сосуществовать под одной крышей до 26 сентября 1993 г., когда семеро исхудавших и измученных жителей «земного рая» наконец-то покинули его. Но даже 20 лет спустя представители разных групп старательно избегают любого общения.

С тех пор технологии ушли далеко вперед, но экологи, тем не менее, не решаются повторять эксперимент, справедливо предвидя очередную неудачу. И ведь в данном случае речь идет о сравнительно благоприятных земных условиях, где в критической ситуации всегда может прийти помощь «извне». На Марсе такая роскошь пока недоступна. Более того: там любое крохотное отверстие в жилом куполе, пробитое, например, микрометеоритом, приведет к потере ценного кислорода из внутреннего пространства, чреватой гибелью людей. К тому же, как уже говорилось, мы почти ничего не

▼ Общий вид комплекса «Биосфера-2», расположенного в пустыне на юге штата Аризона. В 2007 г. он был передан Аризонскому университету.

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2014, стр. 4





▲ Внутри «Биосферы-2». На переднем плане — саванна, на заднем — океан.

▼ Биом джунглей



знаем о поведении растений, насекомых и микроорганизмов в условиях марсианской силы тяжести и повышенного уровня радиации. Да и наши знания о земных экосистемах все еще нельзя назвать удовлетворительными...

Безусловно, опыт реальных долговременных экспедиций и наземные эксперименты существенно обогатили наши представления о психологии космических полетов. Однако вопрос, как поведет себя группа людей, решившая провести всю или, по крайней мере, большую часть своей жизни на другой планете, остается открытым. Конечно, мы также можем обратиться к опыту жителей крайнего Севера или участников длительных зимовок в Арктике и Антарктиде. Но это не совсем точная аналогия. Полярники всегда имеют возможность вернуться на Большую землю. Марсианские же колонисты будут находиться в десятках и сотнях миллионов километров от родных мест. В силу задержки сигнала из-за конечности скорости света даже привычный разговор с оставшимися на Земле близкими станет для них недостижимой роскошью.

Поэтому нам пока сложно прогнозировать, какими могут быть долгосрочные психологические эф-



фекты «марсианской изоляции». Но мало кто сомневается в том, что она неизбежно приведет к постепенному возникновению у колонистов специфического мироощущения.

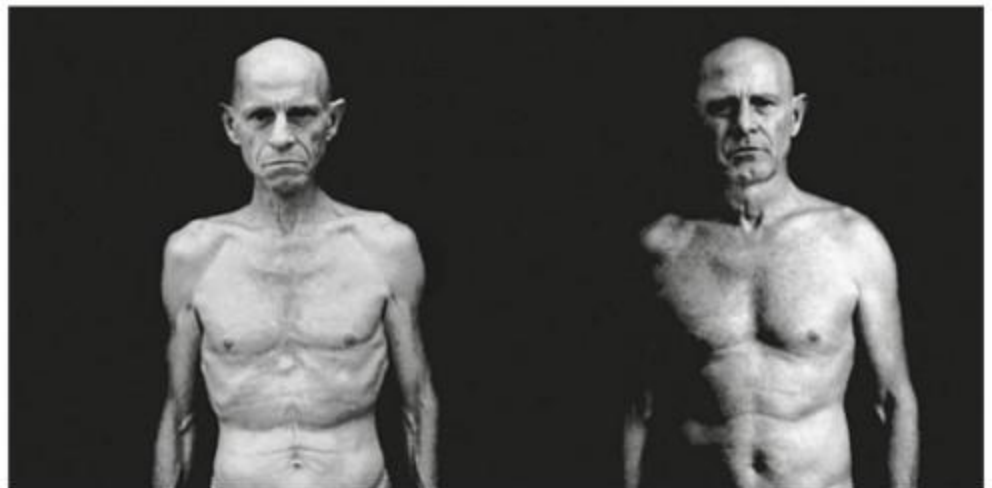
Одним из основополагающих компонентов марсианской культуры, вероятно, станет жизнь в условиях ограниченных ресурсов. Ведь все, что невозможно добыть и построить на Марсе, нужно будет завозить с Земли. А с учетом огромной стоимости межпланетных перелетов в списке «импортных товаров», очевидно, окажутся лишь критические важные позиции, необходимые для выживания колонии. Это значит, что поселенцам придется навсегда позабыть о многих привычных для нас предметах.

Подобные спартанские условия, в свою очередь, неизбежно приведут к формированию у марсианских колонистов собственной системы моральных ценностей. Например, сейчас на Земле люди, как правило, стараются поддерживать жизнь смертельно больных и детей с врожденными дефектами развития. Однако в условиях ограниченности

▲ 26 сентября 1991 г. преисполненные энтузиазма участники эксперимента «Биосфера-2», включая врача Роя Уолфорда (второй слева), зашли в герметичный купол, после чего люк за ними был плотно закрыт. Предполагалось, что они проживут два года без всякой «материальной» связи с внешним миром. Одной из целей эксперимента являлась проверка возможности создания человеческого поселения с замкнутой экосистемой на другой планете.

Joseph Ventura

▼ Рой Уолфорд (Roy Walford) — один из восьми участников первого этапа эксперимента «Биосфера-2», исполнявший обязанности врача. Слева показан его снимок сразу после «выхода из заключения», справа — годом позже. В ходе эксперимента выяснилось, что «члены экипажа» не могут вырастить нужное количество пищи, поэтому Уолфорд убедил их следовать его диете с ограничением калорий. Утверждается, что это «привело к резкой потере веса и улучшению здоровья». Тем не менее, уже через два месяца экипаж решил вскрыть тайник с запасами продовольствия, выращенными вне купола, чтобы дополнить скудный рацион.



ресурсов поселенцы (во всяком случае, на первых порах) вряд ли смогут позволить себе проявления подобного гуманизма. Их приоритетом станет не жизнь отдельного человека, а выживание всего поселения.

И это лишь один из примеров потенциальных отличий психологических установок землян и будущих жителей Марса. Чем дольше будет существовать колония, тем более оторванными от Земли будут становиться ее обитатели.

## Биологический фактор

Этические и психологические аспекты марсианской колонизации очень важны. Но все же ключевым остается вопрос биологии. Пребывание на Марсе станет тяжелейшим испытанием для человеческого организма. Смогут ли поселенцы приспособиться к условиям Красной планеты, или же в долгосрочной перспективе им и их потомкам грозит вырождение?

Традиционно главным препятствием на пути к Марсу называют радиацию. В ходе путешествия к нему колонисты будут подвергаться заметно более интенсивному облучению, чем члены экипажей МКС. По подсчетам ученых, за время шестимесячного межпланетного перелета человек получит примерно треть дозы, считающейся максимально допустимой за все время карьеры космонавта.

Самый очевидный способ обойти эту проблему — уменьшить время полета за счет использования более эффективных двигательных установок. Но, к сожалению, это никак не поможет решить вопрос с радиационной обстановкой на самом Марсе.

Красная планета не обладает

► На бумаге или мониторе компьютера дизайнеру несложно изобразить марсианское жилище, не уступающее по комфорту шикарным апартаментам. Однако не следует забывать, что первые годы (а то и десятилетия) своей жизни на Марсе поселенцы будут крайне ограничены в объеме осваиваемого пространства и возможностях его благоустройства, пока они не смогут создать там достаточно мощную технологическую базу для производства качественных строительных материалов, мебели, одежды и, конечно, кислорода для дыхания на основе местных ресурсов. Все это потребует большого количества энергии, которую тоже нужно будет откуда-то взять...

глобальным магнитным полем, а ее атмосфера примерно в сотню раз менее плотная, чем земная. Из-за этого уровень облучения у марсианской поверхности намного выше, чем на Земле. К тому же он существенно возрастает во время солнечных вспышек. Меры вроде создания противорадиационных убежищ и размещения колонии под поверхностью могут снизить накапливаемую человеком дозу. Но они не в состоянии полностью защитить от радиации. Повышенный уровень облучения останется неизбежным спутником колонистов.

В настоящее время ученые не могут однозначно ответить на вопрос, какими окажутся долгосрочные последствия жизни в условиях постоянно повышенного радиационного фона. Очевидно, что ионизирующее излучение будет повреждать человеческую ДНК, провоцируя канцерогенные заболевания и мутации. Особую группу риска составят беремен-

ные женщины и маленькие дети: в их случае радиация может как способствовать появлению дефектов развития у новорожденных, так и увеличить вероятность развития рака и инфекционных заболеваний у матерей.

В попытке справиться с повышенной радиационной нагрузкой естественный отбор может внести «коррективы» в физиологию марсианских поселенцев. Вполне вероятно, что их кожа станет темнее из-за усиленной выработки меланина, как это происходит на Земле в местностях с более интенсивным солнечным излучением (в том числе ультрафиолетовым). Но свою роль могут сыграть и другие пигменты, в том числе каротиноиды — молекулы, которые придают моркови ее характерный цвет.

Теоретически это может закончиться тем, что потомки колонистов и вовсе приобретут оранжевый оттенок. Потенциальным решением радиационной проблемы является внесение изменений в челове-



ский геном с целью повышения его сопротивляемости излучению. Однако это явно перспектива более отдаленного будущего. На данный момент любые разговоры о «редактировании» человеческой ДНК крайне негативно воспринимаются значительной частью общества.

Следующий фактор, который окажет огромное влияние на жизнь колонистов — марсианская гравитация, составляющая 38% от земной. К настоящему времени ученые собрали достаточное количество данных, чтобы получить неплохое представление о том, как на человеческом организме сказывается длительное пребывание в невесомости. Но когда речь заходит о последствиях постоянного пребывания на Марсе, от фактов мы снова переходим в область догадок. К сожалению, мы не можем воссоздать марсианскую силу тяжести в земных условиях. Так что ученым неизвестно, достаточно ли велика она для того, чтобы избежать долговременных проблем, возникающих при длительном воздействии микрогравитации. Фактически мы сможем получить точный ответ на этот вопрос лишь после того, как люди начнут заселять Марс.

Но некоторые обоснованные предположения о том, как Красная планета повлияет на органы человека, можно сделать уже сейчас. В условиях невесомости кости космонавтов быстро теряют кальций и становятся более хрупкими. По всей видимости, жизнь в условиях пониженной марсианской гравитации также будет способствовать постепенной потере костной массы. В этой ситуации естественный отбор обеспечит преимущественное выживание людей, обладающих более плотными костями. Следовательно, потомки первых колонистов, по идее, должны быть более «крепко сбитыми» на вид, нежели среднестатистический человек.

Еще один интересный аспект проблемы колонизации связан с человеческим иммунитетом. С одной стороны, поселенцы на Марсе окажутся в условиях практически полной изоляции, не подвергаясь воздействию большинства бактерий и вирусов нашей планеты. В случае возникновения на Земле пандемии марсианская колония будет по умолчанию защищена от нее

► Так в представлении художника могли бы выглядеть потомки землян, высадившихся на Марс, через несколько десятков поколений жизни вдали от родной планеты.

Joseph Ventura



бескрайними космическими просторами. С другой стороны, жизнь в относительно стерильной среде способна привести к быстрой атрофии иммунной системы у потомков колонистов. В этой ситуации даже самая безобидная по нашим меркам инфекция сможет вызвать среди них эпидемию с весьма печальными последствиями.

Нельзя исключать, что в какой-то момент марсианские колонисты примут решение вовсе прервать все личные контакты с землянами во избежание подобной ситуации. Это может стать поворотной точкой, означающей появление нового вида.

## Homo Sapiens или Homo Martian?

Все вышеперечисленное приводит нас к финальному выводу. Безусловно, попытка колонизации Марса является куда более сложной задачей, чем считает большинство астроэнтузиастов. Но, несмотря на множество очевидных проблем, она не выглядит совершенной нереальной. Развитие технологий и масштабное вложение ресурсов дадут людям возможность «зацепиться» за Красную планету.

Но необходимо понимать, что марсианская колония вряд ли станет «убежищем» для человека — местом, где Homo Sapiens смогут переждать глобальную катастрофу, а затем, как ни в чем не бывало, вернуться на Землю. Между землянами и «марсианами» быстро появятся заметные культурные отличия, к которым вскоре добавится биологический фактор.

Дальнейший сценарий зависит от того, насколько тесно поселенцы будут поддерживать контакт с родной планетой. Постоянный приток новых колонистов может во многом нивелировать последствия возникающего расхождения. Но прекра-

щение обмена генами между людьми на Марсе и на Земле (например, в случае угрозы эпидемии) быстро запустит процесс видообразования.

На самом деле в подобном допущении нет ничего необычного. На Земле существует множество примеров того, как оказавшиеся «запертыми» на островах популяции животных и растений быстро становились родоначальниками новых видов. Общеизвестно, что чем меньше начальная группа — тем более выраженный и специфический характер будут приобретать накапливаемые генетические изменения. А в космосе их появление неизбежно: другая сила тяжести (или ее отсутствие), повышенный уровень радиации и вызванные ею мутации должны способствовать ускоренному «генетическому расколу». Может потребоваться всего несколько десятков поколений, чтобы марсианские поселенцы превратились в самостоятельный вид Homo Martian.

Так или иначе, пока приходится констатировать, что на современном уровне развития технологий даже кратковременная экспедиция на Марс выглядит слишком сложным предприятием, не говоря уже о создании постоянной марсианской колонии. Безусловно, она может при определенных условиях поспособствовать сохранению жизни в Солнечной системе. Однако более весомыми выглядят аргументы тех, кто напоминает, что нам все же следовало бы прилагать больше сил к обустройству нашей родной планеты. Потому что лишь на Земле человек в прямом смысле слова всегда будет оставаться человеком. ■

*С использованием материалов:*  
A. S. Deller — *The New "New World": Colonizing Mars.* — [medium.com](http://medium.com)  
Michael Wall — *Orange Skin, Thick Bones, and All the Other Ways the Human Body Could Change on Mars.* — [medium.com](http://medium.com)  
Darren Orf — *How Would Humans Evolve on Mars?* — [popularmechnics.com](http://popularmechnics.com) и др.

# КАК ЖИВЕТСЯ ВНЕЗЕМНЫМ МИКРОБАМ



Так сейчас выглядит Международная космическая станция — самое грандиозное искусственное сооружение за пределами атмосферы

NASA

Международная космическая станция (МКС) на данный момент является единственным местом за пределами атмосферы, где на протяжении длительного времени поддерживаются условия, пригодные для жизни.<sup>1</sup> Обычно продолжительность пребывания на ней среднестатистического участника экспедиции составляет около полугода, и лишь в 2015-2016 гг. космонавт Михаил Корниенко и астронавт NASA Скотт Келли (Scott Kelly) проработали на борту орбитального комплекса почти год.<sup>2</sup> Однако имеются там и «постоянные обитатели» — микробное сообщество, сформировавшееся за время эксплуатации МКС. Оно является предметом пристального внимания микробиологов и генетиков, занимающихся изучением внеземной жизни.

Конечно же, срок жизни отдельного микроба (в

подавляющем большинстве они относятся к прокариотам, то есть в их клетках отсутствует ядро и мембранные органеллы) намного меньше времени существования космических аппаратов, но количество делений прокариотической живой клетки фактически не ограничено, и в космосе уже давно существуют отдельные генетические последовательности, характерные именно для этой среды обитания. Для начала исследователям необходимо было установить характер биоразнообразия микробного сообщества МКС. Оно не вполне изолировано от земного, поскольку время от времени пополняется за счет микроорганизмов, «прибывающих» вместе с космонавтами и грузами с Земли. Ранее считалось, что первая категория должна быть более многочисленной, поскольку человек является весьма благодатной средой для обитания огромного количества микробов, часто составляющих до одной десятой массы его тела. Многие из них не просто являются нашими постоянными спутниками от рождения до

<sup>1</sup> ВПВ №12, 2008, стр. 4

<sup>2</sup> ВПВ №3, 2015, стр. 31; №3, 2016, стр. 25

смерти, но и жизненно важными симбионтами, активно участвующими в обмене веществ и в защите человеческого организма от неблагоприятных внешних факторов. Такова, например, кишечная палочка, играющая важную роль в усвоении питательных веществ из пищевых продуктов.

Недавно в журнале *PeerJ* были опубликованы результаты исследований микробного разнообразия МКС, осуществленных в 2013-2014 гг. в ходе 39-й длительной экспедиции в рамках проекта MERCCURI (Microbial Ecology Research Combining Citizen and University Researchers on ISS). Эксперимент заключался в периодическом отборе проб с поверхностей в 15 различных точках орбитального комплекса. Координировал его представитель Японского агентства космических исследований JAXA Коичи Ваката, обработкой полученных данных занимались сотрудники Калифорнийского университета в Дэвисе (University of California, Davis).

К большому удивлению ученых, состав микробного сообщества МКС оказался больше похож на пробы с поверхностей в домашних хозяйствах, чем на образцы человеческой микробиомы. Несмотря на то, что наиболее распространенные бактерии, как и ожидалось, были связаны с человеком (например, 18,3% среди них составляют актиномицеты, а 14% относятся к стафилококкам), все же их относительная концентрация «за пределами» тел членов экипажа ненамного отличалась от земных жилых помещений.

Но самым важным открытием, по словам ведущего автора исследования Дженны Лэнг (Jenna Lang), стал тот факт, что микробное сообщество, длительное время существовавшее вне Земли в условиях повышенного радиационного фона и с весьма ограниченным поступлением «привычных» питательных веществ, как ни странно, практически не продемонстрировало признаков деградации, поддерживая свое разнообразие на достаточно высоком уровне. Таким образом, теперь мы можем сказать, что земные микроорганизмы обладают мощным потенциалом для поддержания биологического равновесия даже за пределами «родной» среды обитания и способны стать верными спутниками человека на его пути к другим звездам.



Как показывают исследования, на борту МКС присутствует многочисленное микробное сообщество, неплохо себя чувствующее в условиях невесомости и повышенной радиации.

Arek Socha

Другое исследование посвящено гипотетической возможности возникновения в условиях космоса высокопатогенных микроорганизмов, представляющих опасность для человека. Его осуществляет команда ученых из Северо-западного университета (Northwestern University, Evanston, Illinois) и Космического центра имени Джонсона (Johnson Space Center, NASA). Они отслеживают изменения, происходящие в наиболее распространенных на МКС бактериях на генетическом уровне. На основании сравнения 189 геномов «космических» микробов с их земными аналогами исследователи пришли к интересному выводу: мутации у них действительно наблюдаются, причем довольно серьезные, однако они не приводят к увеличению патогенности — практически все они направлены на улучшение приспособляемости бактерий к новой, непривычной окружающей среде.

В принципе, нельзя сказать, чтобы условия этой среды были слишком жесткими: основными факторами риска на борту МКС являются более высокий уровень радиации и невесомость (точнее, микрогравитация). Температура и влажность в помещениях станции почти постоянны и при этом достаточно комфортны, состав атмосферы мало отличается от земного воздуха. Тем не менее, эволюция микроорганизмов там все равно идет, причем не в том направлении, как у их «собратьев», оставшихся на Земле. Во всяком случае, можно сделать вывод, что бактерии, изначально не бывшие «враждебными» по отношению к человеку, вряд ли станут таковыми в космосе. Возможно, в их генах уже заложен некий защитный механизм, обеспечивающий их оптимальную совместимость с «носителем» при самых различных внешних условиях.

Но если отсутствие патогенных мутаций у золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), обитающего на коже человека, можно объяснить его «совместимостью», то бактерия *Bacillus cereus*, которая встречается в почве и при попадании в пищевод способна вызывать токсикоинфекцию, в результате естественного отбора в менее пригодной для жизни среде вполне могла бы стать более «агрессивной», чего на самом деле не произошло. По мнению одного из авторов исследования Райана Блаустейна (Ryan Blaustein, Northwestern University), это связано с тем, что эволюционные механизмы, приводящие к росту патогенности, отличаются от задействуемых при необходимости приспособления к новым условиям, и в примитивных организмах оба процесса просто не могут происходить одновременно. Так или иначе, это открытие является еще одной хорошей новостью для будущих космических путешественников, и опасения по поводу того, что микробы, уже случайно занесенные на Марс плохо простерилизованными автоматическими аппаратами, со временем превратятся в страшное смертоносное бактериологическое оружие, скорее всего, не имеют под собой основания.

Подготовил В. Манько с использованием материалов: *Space Station Bacteria are Adapting to Survive, Not to Harm, Researchers Say.* — *sci-news.com* by News Staff / Source, Jan 9, 2019; *Natali Anderson — Study: Microbial Community on International Space Station Resembles Homes on Earth, Dec 8, 2017.*

# «Звезда человечества»



## Михаил Видейко

доктор исторических наук,  
заведующий научно-иссле-  
довательской лаборатори-  
ей археологии Киевского  
университета им. Гринченко

Современный вид остатка вспышки  
Сверхновой Кеплера (изображение  
синтезировано из снимков в различных  
спектральных диапазонах)

NASA/ESA/JHU/R.Sankrit & W.Blair



9 октября 1604 г. европейские астрономы заметили в созвездии Змееносца необычно яркую звезду, которой там раньше не было. Около месяца ее наблюдали невооруженным глазом (до изобретения телескопа оставалось меньше пяти лет), после чего она исчезла. Самые детальные записи о «звезде-госте» оставил Иоганн Кеплер (Johannes Kepler), под именем которого она вошла в историю. До сих пор она является последней из подобных вспышек, наблюдавшихся в пределах Млечного Пути. К концу XX века ученые смогли идентифицировать ее остаток — быстро расширяющуюся оболочку, состоящую из горячего газа и пыли — и сфотографировать ее в спектральном диапазоне от инфракрасных до рентгеновских лучей. Это позволило классифицировать ее как Сверхновую типа Ia. Такие вспышки возникают в двойных системах, где вокруг компактного белого карлика обращается красный гигант, постепенно «сбрасывая» вещество внешних слоев на своего компаньона. По современным оценкам, остаток Сверхновой Кеплера находится на расстоянии около 20 тыс. световых лет, поэтому ее взрыв не оказал никакого воздействия на Землю и ее обитателей.

Но что произойдет, если подобный взрыв случится вблизи звездной системы, в которой есть обитаемые планеты?

Ученые пока не пришли к единому мнению относительно того, является ли появление разумной жизни результатом неких общих закономерностей эволюции Вселенной. И если картина «добиологической» истории, включающая в себя синтез жизненно необходимых химических элементов в недрах звезд, «загрязнение» ими космического пространства и появление простейших органических молекул в межзвездных газово-пылевых облаках, в общих чертах уже понятна, то касательно собственно разума большинство представителей естественных наук склонны все же считать, что он стал итогом сложной цепочки случайных событий, многие из которых произошли не на Земле, а на Солнце и даже вне Солнечной системы. Таким образом, утверждение о том, что мы яв-

ляемся «детьми звезд», возможно, значительно ближе к истине, чем кажется на первый взгляд...

Вера в то, что небесные светила влияют на судьбы людей и всего человечества, с незапамятных времен пронизывала мировоззренческие представления многих народов Земли. Тысячелетиями императоры и простолюдины обращались за советом к жрецам, оракулам и астрологам, при этом совершенно не представляя себе возможные механизмы подобного влияния и особо не задумываясь о них. Объяснения, предлагавшиеся «вещателями судеб» и «толкователями небесных знамений», в итоге превратили астрологию в «магическую и гадательную практику, несовместимую с научными данными». Все это, впрочем, почти не повлияло на популярность прогнозов и успешность бизнеса астрологов разного калибра вплоть до нашего

просвещенного времени.

С другой стороны, в культурном наследии человечества, сформированном на протяжении его многотысячелетней истории, есть немало представлений, уже получивших вполне научные объяснения. Эти объяснения, конечно же, неимоверно далеки от чувственно-интуитивных видений древних людей и часто сильно отличаются от тех, которыми пользуются современные обыватели.

Сказанное вполне справедливо при рассмотрении вероятного влияния звезд (и вообще происходящих во Вселенной событий) на возникновение разумной жизни на Земле, а также на эволюцию ее представителей на протяжении последних нескольких миллионов лет. Достаточно много судьбоносных «вселенских катаклизмов», реально связанных с далекими звездами и событиями космического масштаба, имели место в

ближайших окрестностях нашего светила на протяжении последних миллионов лет. Правда, возможность установить их наличие, приблизительно датировать и оценить степень их воздействия на земную жизнь появилась относительно недавно — как и понимание того, что эти события действительно могли повлиять на возникновение и дальнейшую историю человечества.

Сразу оговорим важное обстоятельство: разброс предполагаемых датировок событий, о которых далее пойдет речь, составляет в настоящее время от сотен тысяч до нескольких миллионов лет. Более точные оценки пока находятся за пределами возможностей современной науки. В итоге приходится выстраивать сразу несколько моделей развития событий, при этом набор их «участников» оказывается разным. Практически любой из предложенных вариантов мог иметь место в отдаленном прошлом, а внимательный читатель

вполне сможет составить собственную версию, причем не одну.

## Радиация...

Гипотеза, предполагающая влияние радиации на эволюцию живых существ (в том числе человека), не нова. Она появилась после того, как началось изучение последствий ее воздействия на жизнедеятельность и наследственность. Естественно, в дальнейшем этот фактор стали учитывать в антропогенезе — вспомним, к примеру, теорию советского археолога Гэральда Матюшина, выдвинутую в начале 80-х годов минувшего века. Вопреки «каноничным» в то время идеям Фридриха Энгельса, ученый писал о том, что вовсе не труд «сделал из обезьяны человека», а создание мутагенной среды вследствие тектонических процессов, приведших к повышению радиоактивного фона в Африке 5-2 млн лет

тому назад. Учитывалась и роль космического излучения, интенсивность которого могла возрасти вследствие инверсий магнитного поля Земли, в остальное время исправно защищающего планету от радиационных «излишеств».

Среди «космических факторов», влиявших и потенциально способных воздействовать на биосферу, сегодня больше всего на слуху астероидная опасность. Однако на судьбу планеты и ее обитателей вполне реально могут (могли) повлиять и другие звезды. Сюжет этот уже достаточно давно обыгран в научной фантастике: близкая вспышка Сверхновой, смертельно опасное излучение, загоняющее человечество глубоко под земную поверхность и так далее. Но чего в действительности можно ожидать, если вспышка произойдет достаточно далеко, чтобы экстремальный сценарий не стал реальностью? А вдруг такое событие уже имело место в прошлом, и

Магнитосфера Земли — весьма динамичная система, постоянно меняющаяся под действием внешних факторов (давления солнечного ветра), а также процессов, происходящих в земном ядре. Многие из них нам еще предстоит изучить. Благодаря им, в частности, северный и южный магнитные полюса медленно перемещаются, в результате чего для каждой конкретной точки поверхности планеты меняются показатели магнитного склонения и наклонения — угла между направлением магнитных силовых линий и географическим меридианом (или горизонталью). Знание их величины важно для геологии и навигации. Геомагнитные карты обновляются раз в 5 лет, последний раз это происходило в 2015 г., а следующее обновление должно было выйти в 2020 г. Однако два года назад специалисты забили тревогу: сдвиг магнитных полюсов по непонятным причинам значительно ускорился и достиг 55 км в год, что вынудило ученых в срочном порядке вносить изменения в официальную Магнитную модель мира (World Magnetic Model). Похоже на то, что темпы изменений в ближайшее время будут только нарастать: как оказалось, в минувшем году северный магнитный полюс уже пересек международную линию смены дат и сейчас «движется» в сторону Сибири.

По мнению некоторых геологов, такие процессы могут предшествовать инверсии земного магнитного поля, в ходе которой его полюса меняются местами. Анализ характера намагниченности ископаемых горных пород показывает, что это событие не имеет четкой периодичности и в последний раз происходило 780 тыс. лет назад, еще до «официально-

## СДВИГ МАГНИТНЫХ ПОЛЮСОВ

На этой карте показано движение Северного магнитного полюса. Несложно заметить, что за последнее время оно значительно ускорилось, вынуждая ученых чаще уточнять Магнитную модель мира. В минувшем году полюс пересек границу полярных владений РФ и продолжает смещаться в сторону Сибири.



го» появления *Homo sapiens*. Основную опасность при инверсиях представляет значительное ослабление «магнитного щита» планеты (длящееся несколько десятков или даже сотен лет), в результате чего в ее атмосферу начинает вторгаться значительно больше высокоэнергетических космических лучей и заряженных частиц солнечного ветра. Последствия такого «вторжения» большинством ученых оцениваются скорее как неблагоприятные для биосферы. Тем не менее, как показывают последние измерения, напряженность земного магнитного

поля за последние несколько лет даже немного выросла. Так или иначе, в настоящее время профильные специалисты внимательно отслеживают все изменения земной магнитосферы, имея в своем распоряжении большое количество самого современного оборудования.

С использованием материалов: Alexandra Witze, *Earth's magnetic field is acting up and geologists don't know why.* — Nature NEWS 09 JANUARY 2019

Изображение: World Data Center for Geomagnetism/Kyoto Univ

стоило бы попытаться обнаружить и изучить его последствия? Тем более, что в числе таких последствий может оказаться возникновение разумной жизни...

Одна из недавних новостей в этой области — находка на Земле следов воздействия излучения, которые вполне могут быть результатом взрыва Сверхновой или даже серии таких взрывов около 2,6 млн лет тому назад, в эпоху плейстоцена (есть и другие даты, о них пойдет речь ниже). Далее для краткости будем именовать этот объект Звездой. Собственно, возможным последствиям этого события и посвящен дальнейший обзор.

Итак, специалисты полагают, что на расстоянии порядка 100 парсек (325 световых лет) от Солнца такие события происходят раз в два-четыре миллиона лет. Такой же взрыв «всего» в 30-45 световых годах примерно в сотню раз менее вероятен, то есть за время существования Солнечной системы «близкие» вспышки Сверхновых случались не более пары десятков раз. Но их последствия должны были быть значительно более серьезными.

В качестве следов звездной катастрофы, имевшей место около 2,6 млн лет назад, рассматриваются содержащиеся в породах того времени примеси радиоактивного изотопа железа с атомной массой 60 ( $^{60}\text{Fe}$ ), обнаруженные еще в 1999 г. Их «спутником», как полагают специалисты, было высокоэнергетическое мюонное излучение, непосредственно воздействовавшее на биосферу. От него не смогло защитить ни земное магнитное поле, ни толща воды, в которую излучение проникало на сотни метров. Именно в этом слое и сосредоточено большинство обитателей земных океанов. Взрыв разделил историю планеты на периоды «до» и «после» Звезды. Впрочем, изыскания в акватории Индийского, Тихого и Атлантического океанов показали, что  $^{60}\text{Fe}$  вместе с космической пылью попадал на Землю в разное время: в период 8,7-6,5 млн лет, а затем — между 3 и 1,5 млн лет тому назад.

Впрочем, возможно, в некоторых случаях о близкой вспышке речи не идет — астрономы предполагают, что Земля вместе с Сол-



*Предполагаемый вид акулы-мегаподона, преследующей своих жертв — доисторических китов.*

*Команда ученых из Института эволюции и биоразнообразия им. Лейбница при Университете Цюриха провела детальный анализ ископаемых остатков морской фауны плейстоцена и плейстоцена (от 5,3 млн лет назад до конца последнего оледенения — примерно 10 тыс. лет назад) и подтвердила факт интенсивного вымирания живых организмов в интервале 2-3 млн лет назад. В это время их общее число уменьшилось на треть, а количество биологических видов — более чем наполовину. Значительно пострадали также популяции прибрежных птиц. Это привело к существенным изменениям в экосистемах. Среди наиболее пострадавших оказались теплокровные животные, особенно обладавшие большой массой — в частности, киты и морские коровы. Полностью исчезла гигантская акула-мегаподон.*

*С другой стороны, крупные наземные млекопитающие наподобие белых*

*медведей, а также нелетающие птицы (в частности, пингины Megadyptes) в указанный период чувствовали себя вполне нормально: если их численность и уменьшилась, то незначительно, и это снижение было неизбежным из-за уменьшения кормовой базы. Открытие вынуждает пересмотреть представления о том, что массовые вымирания на Земле в первую очередь касаются сухопутных видов, а водные затрагивают заметно слабее. Предложено уже несколько возможных причин такой избирательности, вызванной изменениями именно в водной среде. В основном эти причины — сугубо земные: нарушение установившейся глобальной циркуляции океанских течений, интенсификация извержений подводных вулканов и т.п.*

*С использованием материалов: Nearby Supernova Explosions Triggered End-Pleistocene Marine Mass Extinction, Researchers Say. — sci-news.com, Dec 13, 2018 by News Staff*

*Изображение: Karen Carr / CC BY 3.0.*

нечной системой просто «окуналась» в облака межзвездной пыли с высоким содержанием  $^{60}\text{Fe}$ , образовавшиеся в результате более древних взрывов сверхновых. Каждое такое прохождение могло сопровождаться изменениями климата и радиационной обстановки, причем от начала воздействия до «конечного результата», похоже, проходило довольно много времени. Так, финал миоцена приходится на период около 7,2 млн лет тому назад (последствия первого выпадения  $^{60}\text{Fe}$ ), а начало плейстоцена — около 2,58 млн (по-

следствия второй «порции»  $^{60}\text{Fe}$ ). А излучение, возникшее при вспышках, могло воздействовать уже не на климат, а непосредственно на живых существ.

## ...и ее жертвы

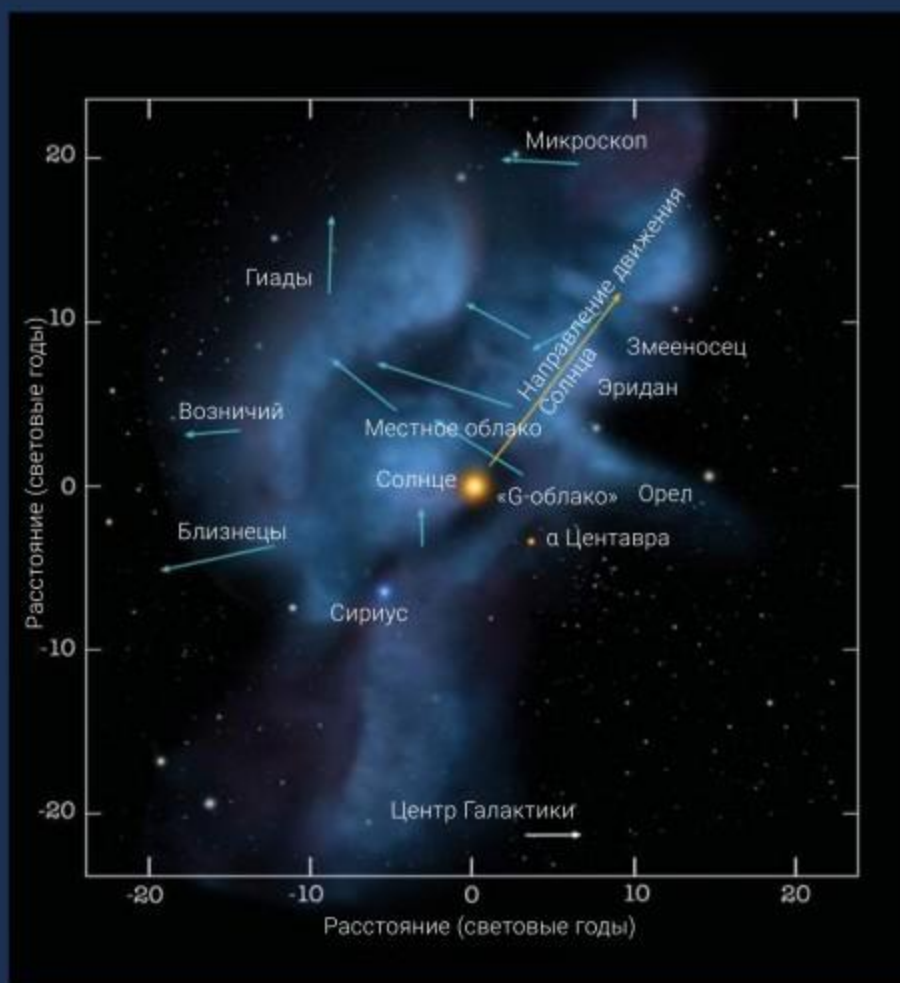
Последствия воздействия излучения — мутации, образование злокачественных клеток, вымирание ряда видов — наиболее фатальными, как полагают, оказались для крупных животных, имевших значительную массу тела. Так, напри-

## Следы «космического фейерверка»

Группа сотрудников Университета Канзаса под руководством профессора Адриана Мелотта (Adrian Melott, University of Kansas), проанализировав концентрацию изотопа железа-60 в донных отложениях, пришла к выводу о том, что его источником должен был быть взрыв Сверхновой, произошедший сравнительно недалеко от Солнечной системы порядка 2,6 млн лет назад. Именно такую продолжительность имеет период полураспада этого изотопа. Конечно же, он содержался и в «исходном веществе», из которого образовалась Земля, но в ней он уже давно распался, и все найденные атомы  $^{60}\text{Fe}$  попали на нашу планету извне. Часть фактов указывает на то, что взрывов было как минимум два, причем произошли они недалеко друг от друга — как в пространстве, так и во времени.

Эти выводы косвенно подтверждаются астрономическими данными, свидетельствующими о том, что в настоящее время Солнце находится на границе так называемого Местного пузыря (Local Bubble) — области пространства поперечником около 300 световых лет, в которой температура межзвездного газа существенно выше средних значений, а его концентрация — заметно ниже. Предполагается, что причиной нагрева (и, как следствие, большей разреженности газа) являются все те же взрывы сверхновых. Вдобавок возникшие при них ударные волны расчистили «пузырь» от частиц космической пыли. Имея информацию об относительных скоростях звезд в наших ближайших окрестностях, можно сказать, что расстояние до «источников» взрывов составляло не более пары сотен световых лет.

Одним из главных итогов «звездного катаклизма» для нашей планеты стало повышение уровня мюонного излучения (возможно, в десятки раз). Обычно оно составляет примерно одну пятую от естественного радиационного фона и мало влияет на живые организмы, однако на протяжении



нескольких лет после того, как мюоны от вспышек достигли Солнечной системы, интенсивность этого излучения возросла многократно, что просто обязано было вызвать многочисленные мутации и рост количества онкозаболеваний. Причем «под облучение» попали практически все, кто жил в это время на Земле, поскольку мюонная радиация проникает даже сквозь горные породы и воду на довольно большую глубину.

На приведенной схеме показаны области пространства с повышенной концентрацией межзвездной материи в окрестностях Солнца. В настоящее время Солнечная система в своем

обращении вокруг центра Галактики как раз прошла одну из таких областей и находится в относительно разреженном «местном пузыре», предположительно «выдутом» одним или несколькими сравнительно близкими взрывами сверхновых. Картина распределения межзвездного газа восстановлена по данным спутника IBEX и радиоастрономических наблюдений. Голубые стрелки без подписей указывают вероятное направление движения отдельных газовых облаков.

NASA/Goddard/Adler/U. Chicago/Wesleyan

мер, «под раздачу» попал мегалодон — огромный морской хищник. Эта древняя суперкаула, имевшая до 15-20 м в длину и 18-сантиметровые зубы, уже стала героиней нескольких ужастиков. «Мелким» видам, как считается, повезло больше, и они успешно заняли освободившиеся экологические ниши.

Один из наиболее интересных моментов этой истории — тот факт, что, согласно современным представлениям, генофонд вида Homo начал формироваться порядка 2,8 млн лет назад, то есть еще до вспышки (если принять датировку около 2,6 млн лет). Таким образом,

имеются основания полагать, что далекие генетические предки современных людей должны были не только стать свидетелями появления на небе яркой Звезды, но и ощутить на собственной, так сказать, шкуре последствия этого «галактического фейерверка».

В те далекие времена — если брать за отправную точку распространение  $^{60}\text{Fe}$  около 3 млн лет тому назад — человекообразная, более-менее разумная жизнь на планете Земля была представлена приматами, в том числе пятью разновидностями австралопитеков, тремя разновидностями парантропов и гоминидами-ке-

ниантропами (правда, их порой рассматривают в качестве еще одного, шестого подвида австралопитеков). И все эти виды вполне могли быть «свидетелями Звезды». Соответственно и дальнейшие сценарии эволюции под ее воздействием можно свести к трем вариантам: бурный прогресс приматов, гоминид или же их совместное развитие.

Чем же были примечательны возможные «свидетели Звезды»? Австралопитеки, обитатели Африки, отнесены специалистами к высшим приматам, вероятным предкам рода Homo. Они уже обладали набором генов, отвечающих

за увеличение длины и активности нейронов, так что все предпосылки к дальнейшему повышению разумности имелись. Парантропов (иногда их именуют не иначе, как «тупиковой ветвью развития человечества») также рассматривают в качестве высших приматов, возводя их родословную к австралопитекам. Одна из вероятных дат появления этого вида (2,7 млн лет тому назад) тоже оказывается в районе вспышки Звезды. Так что и их возникновение могло быть связано с последствиями мутаций.

А вот кениантропов считают скорее уже гоминидами. Важным аргументом является то обстоятельство, что в районе нахождения их останков на берегу озера Рудольфа в Африке, в слоях, имеющих возраст около 3,3 млн лет, обнаружены пусть достаточно простые, но все же сделанные их руками орудия труда. Именно кениантропов некоторые исследователи полагают непосредственными предшественниками последующих разновидностей Homo. Таковыми, кстати сказать, считают и Homo habilis, родословную которых возводят ко времени около 2,7-2,5 млн лет тому назад. Их останкам также сопутствуют находки рукотворных орудий.

Таким образом, к моменту появления Звезды гоминиды — в лице кениантропов — уже могли существовать порядка 300 тыс. лет. Они обитали в Африке и использовали орудия из камня. Если около 3 млн лет назад представители этого рода попали под влияние «постороннего» излучения, то, вероятнее всего, именно из их потомков через каких-то две-три сотни тысяч лет должны были развиться Homo habilis (напомним, вычисленное специалистами время формирования генофонда рода Homo — около 2,8 млн лет назад). С другой стороны, эволюцию кениантропов можно списать и на счет воздействия климатических изменений, связанных с прохождением через межзвездное пылевое облако. В пользу этого свидетельствует ее продолжительность — порядка 300 тыс. лет. Интересно, что австралопитеки и парантропы в аналогичных условиях (все они проживали в Африке) почти не ощутили этого воздействия и особо не изменились в сторону «разумности», продолжая спокойно обитать в

лесах рядом с гоминидами.

Если же датировать вспышку временем около 2,6 млн лет назад, то под излучение Звезды могли попасть уже сами Homo habilis, появившиеся за сто тысяч лет до нее... собственно, как и их современники-парантропы. Возникает вопрос: какими могли быть — и были ли — последствия этого события в таком случае? На основании имеющихся данных (а они наверняка неполные — вспомним лакуну в 300 тыс. лет между кениантропами и Homo habilis) можно сделать вывод, что итогом стало появление через каких-нибудь полмиллиона лет человека прямоходящего, который оказался весьма перспективным видом. При этом нельзя сбрасывать со счетов вероятность воздействия климатического сдвига — финал плейстоцена датируют, напомним, 2,58 млн лет тому назад. В существующих теориях антропогенеза последствия климатических изменений в плане влияния на эволюцию человека всегда занимали и занимают почетное место.

## Родословная

История «человека прямоходящего» — Homo erectus — в современной науке начинается около 2 млн лет назад. Он заметно отличался от своего предшественника Homo habilis — вероятного «свидетеля Звезды». К примеру, у него был значительно больший объем мозга: от 850 см<sup>3</sup> у ранних подвидов до 1100 у поздних (против 650 см<sup>3</sup> у Homo habilis и от 1100 до 1850 см<sup>3</sup> у читателей этой статьи). А самое главное — то, что прямоходящие стали первыми разумными существами, которые выбрались за пределы Африки. Это, в свою очередь, имело огромное значение в различных аспектах — от разнообразия до сохранения вида включительно, не говоря уже о том, что, как показали генетические исследования, проживавшая в Азии популяция могла через скрещивание даже стать предком многих современных людей.

И как тут не вспомнить еще одну из дат вероятного «пришествия» Звезды, а именно — 2 млн лет тому назад, прекрасно совпадающую с появлением и распространением

Homo erectus по планете Земля. Таким образом, в рамках предложенных датировок событий, связанных со сверхновыми, мы повсеместно находим тех или иных предков Homo sapiens sapiens, а также наблюдаем их изменения — правда, не слишком быстрые по нынешним меркам. При этом объяснить наличие миллионы лет назад поразительного разнообразия видов разумных существ (если считать только со времен появления Homo habilis, их число давно перевалило за десяток) исключительно воздействием Звезды и даже нескольких Звезд никак не получается. Да, такая вероятность есть, и все же...

Следует отметить, что естественная радиоактивность на планете достаточно велика, и это фактор, воздействующий постоянно, все еще недостаточно изучен, особенно в плане отдаленных последствий — помните, выше счет шел на сотни тысяч лет? И везде (или почти везде) на земной поверхности, а в последние десятилетия — так и вообще на околоземных орбитах, человечество сумело приспособиться к этому воздействию, иногда немалой ценой, хотя распознавать его научилось относительно недавно. То обстоятельство, что живые организмы способны в короткие сроки, измеряемые десятками лет, адаптироваться к значительному радиоактивному загрязнению, можно наблюдать сегодня — например, в Чернобыльской зоне и ее окрестностях. Правда, из всех последствий той катастрофы лучше всего удается прогнозировать разве что рост онкологических заболеваний. Относительно прочего пока можно только строить догадки. Но то, что уже изучено, безусловно, заслуживает внимания — хотя бы для того, чтобы попытаться как-то оценить гипотезы относительно воздействия космического излучения на обитателей Земли в далеком прошлом.

Текущие исследования пост-чернобыльских популяций показали, что естественный отбор происходит, прежде всего, в направлении особей, наиболее устойчивых к воздействию ионизирующего излучения. Так что генетические изменения точно имеют место. При этом возникают проблемы с репродуктивной функцией (то есть выжившие воспроизводятся дале-

Наши дни

# ДРЕВО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

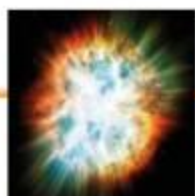
H. Denisovan

1

2

H. Rudolfensis

«Звезда человечества»



A. Africanus

3

A. Afarensis

4

A. Anamensis

Australo



Австралопитек



5

ко не в том темпе, как прежде), а показатель IQ все же родившихся и выживших снижается, причем даже у тех, чьи предки проживали достаточно далеко от Чернобыля — например, в Норвегии. То есть выживают более сильные и примитивные. Как это скажется на современности и на ближайшем будущем — уже можно попытаться предсказать, но это, как

говорится, другая история.

Если же примерить эту ситуацию к событиям, имевшим место миллионы лет тому назад, после Звезды, то, на первый взгляд, все должно было происходить как раз наоборот: доминирующим видом на планете стали бы не гоминиды (кениантропы, а также их потомки «интеллектуалы» Homo habilis

и прочие Homo), а австралопитеки и парантропы — некто вроде пресловутых «снежных людей»! Но, тем не менее, в итоге на Земле через миллион лет окончательно возобладали не сильнейшие, а относительно разумные. Объяснений этому пока не найдено.

**H. Sapiens****H. Neanderthalensis****Человек****H. Heidelbergensis****H. Erectus****P. Boisei****H. Habilis****P. Robustus****Homo****P. Aethiopicus****Парантроп****Paranthropus****pithecus**

**Австралопитеки** (лат. *Australopithecus*, от лат. *australis* — «южный» и древнегреч. πῑθηκος — «обезьяна») — род ископаемых высших приматов, обладающих признаками прямохождения и антропоидными чертами в строении черепа, чей хронологический период (как рода) определяется от 6-7 млн лет назад.

**Парантропы** (лат. *Paranthropus*, от древнегреч. пара- — приставка со значением рядоположности, смежности а и ανθρωπος — человек), также известные как массивные австралопитеки — род ископаемых высших приматов.

**Люди** (лат. *Homo*) — род семейства гоминид отряда приматов. Включает в себя человека разумного (*Homo sapiens*) и близкие ему вымершие виды. Предками *Homo*, вероятно, являются австралопитеки.

Возможно, «сильнейшие» доминируют в таких ситуациях лишь поначалу (какую-нибудь первую сотню тысяч лет), а потом неизбежно приходит время тех, кто поумнее?

Современное общество обладает такими возможностями влияния на умственное раз-

витие и даже на саму природу человека, какие не снились нашим далеким предкам. Среди прочего, оно может искать — и находить — ответы на актуальные вопросы бытия не только в настоящем, но и в минувшем, а также учитывать вполне реальное влияние звезд на наше прошлое, настоящее, и, возможно, будущее. А мы, разгляды-

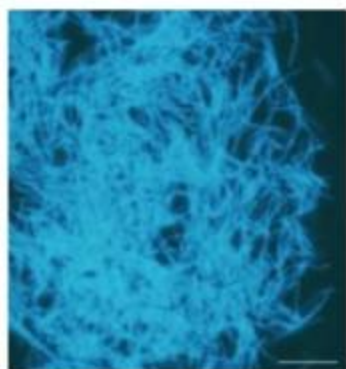
вая в витринах музеев выставленные там останки древних людей и немногочисленные артефакты миллионлетней давности, можем поразмышлять о связи их (и наших) судеб с небесными светилами, которая почти наверняка все же существует — пусть и не совсем в той форме, какой ее представляли и представляют астрологи. ■

# СКОЛЬКО ВЕСИТ

## ПОДЗЕМНОЕ ЦАРСТВО?

Международная команда ученых, работающая в рамках проекта DCO (Deep Carbon Observatory), совершила несколько важных открытий, касающихся земного биоразнообразия. В частности, она взялась определить, сколько и каких видов живых организмов обитает в недрах Земли. Для этого исследователи пробурили в морском дне скважину до отметки примерно 2,5 км, а также воспользовались образцами микроорганизмов, добытых на суше с глубины более 5 км, и на основании полученных результатов построили модели экосистем, функционирующих на таких глубинах. Имея детальную информацию о сотнях участков под континентами и морями, они смогли охватить биосферу объемом от 2 до 2,3 млрд км<sup>3</sup>, что почти вдвое превышает объем Мирового океана. Оказалось, что масса углерода, который содержится в живых организмах на таких глубинах, невероятно велика — от 15 до 23 млрд тонн (15-23 петаграмм). Это составляет солидную часть уже известной биомассы нашей планеты, оцениваемой в 550 млрд тонн так называемого «органически связанного углерода»

Для оценки общей массы глубинной жизни на суше сотрудники рабочей группы собрали данные о концентрации клеток и микробном разнообразии в различных точках земного шара. При этом учитывался ряд сопутствующих факторов — к



◀ Один из видов метаногенных бактерий, обнаруженных в образцах из угольного пласта в 2 км под дном Тихого океана у берегов Японии. Этот образец был получен во время экспедиции бурового судна «Чикю» в рамках Комплексной программы океанического бурения (Integrated Ocean Drilling Program). Длина масштабной линейки 10 мкм.

Hiroyuki Imachi, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology



▲ «Голубой шар» — одно из наиболее впечатляющих изображений Земли, полученное спутником дистанционного зондирования Suomi NPP (NASA). Оно составлено из нескольких снимков, сделанных 4 января 2012 г. радиометром видимого и инфракрасного диапазона VIIRS, который позволяет отслеживать изменения растительного покрова.

NASA / NOAA / GSFC / Suomi NPP / VIIRS / Norman Kuring

примеру, глобальный тепловой поток, температура поверхности и литология (физические характеристики горных пород в каждом месте). В результате оказалось, что континентальные недра должны содержать от 2 до  $6 \times 10^{29}$  живых клеток.

«Исследование недр чем-то похоже на исследование тропических лесов Амазонии. Повсюду жизнь, и повсюду внушающее благоговение изобилие неожиданных и необычных организмов, — прокомментировал полученные результаты сотрудник Морской биологической лаборатории Вудсхол доктор Митч Согин (Mitch Sogin, Woods Hole Marine Biological Laboratory), сопредседатель сообщества DCO Deep Life. — Молекулярные исследования свидетельствуют о том, что микробная «темная материя» гораздо более разнообразна, чем мы до сих пор представляли, а ее более глубокая разветвленность бросает вызов концепции трех доменов, введенной Карлом Везе в 1977 г.»

Проект DCO уже позволил ученым совершить множество важных открытий. Перечислим здесь наиболее интересные.

Глубинная биосфера представляет собой весьма разнообразный мир. Как и наземная, она включает в себя представителей всех трех основных групп живых организмов — бактерии, археи (микроорганизмы без мембранно-связанного ядра), а также эукариоты (микробы или многоклеточные организмы, клетки которых содержат ядро и мембранно-связанные органеллы).

На глубине доминируют два типа микробов — бактерии и археи. Там содержатся миллионы их типов, большинство из которых еще предстоит обнаружить или охарактеризовать.



# Живые небеса Земли

Говоря о земной биосфере, мы в первую очередь вспоминаем про поверхность, недра, а также водные массивы. Но не стоит упускать из виду и воздушную среду. Атмосфера нашей планеты является домом для огромного количества различных видов микроорганизмов. К сожалению, до недавнего времени научное сообщество уделяло пренебрежительно малое внимание «небесной» жизни — а ведь она оказывает огромное влияние на многие процессы, протекающие на Земле.

За примерами далеко ходить не нужно. Проведенные в начале XXI века исследования показали, что микроорганизмы и ДНК-содержащие частицы часто становятся «строительными блоками» облаков, выступая в качестве ядер нуклеации. Вокруг них конденсируются капли воды или собираются кристаллы водяного льда. В результате формируются облака, которые, в свою очередь, производят осадки.

Это открытие стало огромной неожиданностью для ученых. Ранее преобладало мнение, что ядрами нуклеации могут быть или пылевые частицы, или кристаллики морской соли. Теперь же оказалось, что бактерии оказывают прямое воздействие на климат Земли. Пока специалистам-климатологам сложно в точности оценить их вклад. Но уже сейчас можно утверждать, что он весьма значителен. По разным оценкам, на объекты биологического происхождения приходится от четверти до трех четвертей всех частиц-нуклеаторов в земной атмосфере.

Но это еще не все. Микробы также способны совершать длительные воздушные путешествия протяженностью в тысячи километров. На данный момент ученые обнаружили уже несколько тысяч видов бактерий, способных пережить трансконтинентальный «перелет».

Глубинные микроорганизмы часто очень сильно отличаются от своих «поверхностных собратьев». У многих из них жизненные циклы протекают крайне медленно. В некоторых случаях им приходится довольствоваться исключительно химической энергией, содержащейся в минералах скалистых пород.

Генетическое разнообразие жизни на глубине сравнимо с разнообразием ее «поверхностных» видов (а возможно, даже превышает ее).

Подповерхностные микробные сообщества сильно отличаются в зависимости от среды обитания. Тем не менее, некоторые роды и высшие таксономические группы встречаются почти повсеместно.

Богатство микробного сообщества связано с возрастом морских отложений, в которых оно обитает: в более старых отложениях содержится меньше питательных веществ, что приводит к сокращению числа видов, способных выжить в таких условиях.

Абсолютные пределы жизни на Земле с точки зрения температуры, давления и доступности

Как правило, они поднимаются в воздух в ходе мощных бурь или ураганов и затем разносятся воздушными потоками, дующими в верхних слоях тропосферы на высотах до 20 км.

Этот механизм дает возможность экосистемам, расположенным на разных континентах, обмениваться микроорганизмами. При этом стоит иметь в виду, что подобный «воздушный мост» способен служить путем распространения инфекционных заболеваний. По одной из версий, вспышка ящура, произошедшая в Великобритании в 2001 г., была вызвана мощной африканской пылевой бурей, «доставившей» споры вредных бактерий на Британские острова.

С учетом всего сказанного неудивительно, что за последние годы многие научные коллективы сосредоточили свои усилия на изучении воздушной биомассы. Правда, до недавнего времени их работа значительно осложнялась отсутствием надежных систем сбора образцов с больших высот. К счастью, ситуация постепенно меняется к лучшему. Так, инженеры NASA создали и успешно испытали прибор NAS-C-20A, предназначенный для микробиологических исследований на высотах до 13,7 км. В ходе серии полетов, совершенных осенью 2017 г., инструмент сумел выделить несколько жизнеспособных бактериальных культур.

Подобные технологии могут найти применение не только на Земле, но и при исследованиях других планет. По одной из гипотез, в облаках Венеры может существовать бактериальная жизнь, в далеком прошлом перебравшаяся туда с поверхности планеты, где условия стали слишком неблагоприятными. Некоторые ученые предлагают отправить в венерианскую атмосферу аэростат, оснащенный приборами для поиска следов микроорганизмов.

энергии еще не найдены. Лидером по термостойкости, обнаруженным к настоящему времени, является *Geogemma barossii* — одноклеточный организм, процветающий в гидротермальных источниках на морском дне. Его клетки (микроскопические сферы) растут и размножаются при 120°C. В лабораторной культуре достигнут «рекорд выживания» при температуре 122°C.

Рекордная глубина, на которой была обнаружена жизнь в континентальной части недр, составляет примерно 5 км, в подводной части — 10,5 км от поверхности океана, что является также рекордом устойчивости к давлению (на такой глубине давление должно быть примерно в 1100 раз выше, чем на уровне моря).

Свои сенсационные результаты ученые представили на ежегодной встрече Американского геофизического союза в Вашингтоне в декабре 2018 г.

С использованием материалов:  
[sci-news.com](http://sci-news.com)

# МОНСТРЫ ПОД НОГАМИ

▲ Усики (жгутики) неизвестного ранее микроорганизма *Hemimastix kukwesjijk* придают ему сходство с хозяйственной сумкой и позволяют легко отличить его под микроскопом.

*The Simpson Lab, Dalhousie University*

Неожиданное открытие, сделанное биологами из канадского Университета Дэлаузи (Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia), лишней раз напоминает нам о том, сколько еще неизвестного скрывается, казалось бы, в давно изученных местах...

Основная классификация живых организмов планеты Земля включает в себя пять царств: прокариоты (доядерные организмы), протисты, грибы, растения и животные. Эта классификация была предложена во второй половине XX века экологом Робертом Уиттекером (Robert Harding Whittaker). Она оказалась достаточно универсальной: все известные или найденные позже существа в нее укладывались. Сомнения оставались только в принадлежности нескольких групп организмов, в числе которых — гемимастиготы (*hemimastigote*). С научной точки зрения они являются эукариотическими протистами с двумя рядами жгутиков. Термин «эукариотический» означает, что у вида есть сложные клетки с ядром (как, например, в организме человека), а «протист» — что этот вид не относится к животным, растениям или грибам. Как и большинство протистов, они одноклеточные. Их жгутики представляют собой длинные тонкие структуры, похожие на волосы. Они позволяют этим существам двигаться, а также помогают им захватывать другие микробы, которыми они питаются.

Весной 2016 г. докторантка Университета Дэлаузи Яна Эглит (Yana Eglit) взяла образцы простой грязи в окрестностях Галифакса, чтобы рассмотреть их под микроскопом. Ее внимание привлекло необычное шевеление, производимое тонкими усиками неизвестных существ. Более детальное исследование показало, что в грязи обитает два вида гемимастигот. Один уже наблюдался ранее — правда, всего несколько раз — и был назван «спиронема» (*Spironema*). Но неожиданно «по соседству» с ним обнаружился еще один, совершенно неизвестный. Первооткрывательница присвоила ему имя «Куквесийик» (*Hemimastix kukwesjijk*) — в честь «хищного, волосатого людоеда», персонажа фольклора жителей Новой Шотландии.

Сотрудники Университета Дэлаузи взялись за изучение гемимастигот с привлечением всей мощи современных аналитических методов, в том числе позволяющих работать с крайне малыми количествами недолговечного микробного материала. Один из этих методов — так называемая одноклеточная транскриптомика, делающая возможным получение генетической информации буквально из отдель-

ных клеток. Анализ подтвердил то, что давно уже подозревали ученые: гемимастиготы не принадлежат ни к какой известной группе уровня царства или даже к известной «супергруппе» из нескольких царств, в состав которой входят как животные, так и грибы. Это совершенно независимая ветвь «Древа Жизни», которая была отделена от остальных в течение очень долгого времени — возможно, свыше миллиарда лет.

«Это открытие вынуждает нас буквально переписать принятую картину «Древа Жизни» в одном из самых глубоких его моментов, — объяснил руководитель исследований Аластер Симпсон (Alastair Simpson, Department of Biology, Centre for Comparative Genomics and Evolutionary Bioinformatics, Dalhousie University). — Оно открывает новые подходы для понимания эволюции сложных клеток и их происхождения задолго до появления животных и растений».

Но упорные исследователи не ограничились простым обнаружением нового биологического царства. Яна Эглит смогла поддерживать растущую популяцию *Hemimastix kukwesjijk*, став первым человеком, когда-либо культивировавшим гемимастиготы. Она задалась целью вычленить полный геном новооткрытых существ, для чего желательно иметь как можно больше их «живой массы».

Эти результаты исключительно важны для биологов-эволюционистов, стремящихся составить единую картину эволюции сложных клеток животных, растений, грибов, водорослей и простейших за последние пару миллиардов лет. Кроме того, экологи всего мира, изучающие роль микробов в земных экосистемах (давно уже признанную критически важной), теперь смогут идентифицировать гемимастиготы в имеющихся у них наборах генетических данных и заглянуть в «уголки» биоразнообразия, до сих пор оставшиеся неопознанными.

«Исследователи, изучающие микробную экологию океана, озер и почв, теперь смогут обнаруживать гемимастиготы в генетических образцах, взятых из этих сред, что позволит лучше понять, из чего они на самом деле состоят и, возможно, как взаимодействуют различные микробы, — подытожил свой комментарий доктор Симпсон. — То, что такая особенная форма жизни скрывалась буквально у нас под ногами, стало впечатляющим напоминанием о том, как мало мы еще знаем о биоразнообразии на Земле».

С использованием материалов: [livescience.com](http://livescience.com)

# Непростые судьбы «ВСЕЛЕНСКИХ ДОЛГОЖИТЕЛЕЙ»

Владимир  
Манько

«Вселенная,  
пространство, время»

Изучая далекие звезды и галактики, астрономы пытаются заглянуть в прошлое нашего мира: из-за конечности скорости света мы видим космические объекты такими, какими они были в древности, причем наиболее удаленные из них позволяют нам наблюдать условия, царившие во Вселенной спустя сотни миллионов лет после Большого Взрыва (напомним, что сейчас ее возраст оценивается в 13,7 млрд лет).

Однако имеется и категория объектов, исследования которых могут поведать нам многое о нашем будущем. Речь идет о красных карликах — маломассивных и относительно холодных звездах (температура их поверхности лежит в диапазоне 2250-3850 К). Термоядерные реакции превращения водорода в гелий, обеспечивающие выделение энергии, идут в их недрах сравнительно медленно, поэтому сроки активного существования таких звезд чрезвычайно велики и могут достигать сотен миллиардов лет. Несложно понять, что во Вселенной пока нет ни одного «сгоревшего» красного карлика. По этой же причине они составляют подавляющее большинство звездного населения: согласно современным оценкам, в среднем их доля превышает 70%, а в некоторых эллиптических галактиках она доходит до 90%.

Спустя многие миллиарды лет все галактики, так или иначе, исчерпают свои запасы межзвездного водорода, являющегося «строительным материалом» для новых светил, после чего звездообразование в них прекратится, и все звезды «горячих» спектральных классов — в том числе и солнцеподобные — погаснут, взорвавшись как сверхновые или превратившись в

▲ Если бы в распоряжении земных ученых имелся телескоп с увеличением в несколько миллионов раз, примерно так в него бы выглядело прохождение пары землеподобных планет системы TRAPPIST-1 на фоне центральной звезды — слабого красного карлика, светящего в сотни раз слабее Солнца. Радиусы орбит ее спутников в 20-100 раз меньше среднего радиуса орбиты нашей планеты. Исследователи считают, что как минимум одно тело в этой системе (а возможно, даже два — TRAPPIST-1b и TRAPPIST-1c) находится в зоне обитаемости, то есть на его поверхности может существовать жидкая вода. Впрочем, для этого оно должно как минимум обладать атмосферой, доказательства чего астрономам получить пока не удалось.

NASA, ESA, and G. Bacon (STScI)

медленно остывающие белые карлики. «Освещать» Вселенную в те далекие времена будут исключительно слабые красные звезды. Они же фактически останутся единственным источником лучистой энергии, способной поддерживать существование органической жизни. Насколько эффективной окажется такая поддержка? С какими проблемами столкнутся живые организмы (и разумные существа), обитающие на планетах в системах красных карликов?

Прежде всего, следует сказать, что экзопланеты, обращающиеся вокруг маломассивных звезд (в первую очередь красных карликов) — не такая уж и редкость:

к настоящему времени их уже открыто несколько десятков, причем одна из них, найденная в окрестностях звезды Проксима Центавра, является ближайшей к Солнечной системе.<sup>1</sup> В силу специфики наблюдательных технологий первыми в этом ряду были открытия планет-гигантов, подобных Юпитеру, однако позже удалось также обнаружить немало землеподобных тел.

В современной терминологии «землеподобный» означает только то, что планета является каменной по составу и обладает достаточной массой, чтобы удерживать атмосферу. В рамках этого определения к данной категории относятся, например, Венера и Марс, причем первая, как уже известно, несмотря на сходство с Землей по физическим параметрам, имеет кардинально отличные условия у поверхности.<sup>2</sup> Но чаще всего, когда мы говорим о таких мирах, нас больше всего интересуют те из них, где потенциально способна возникнуть и существовать жизнь в известных нам формах.

В 2017 г. астрономы обнаружили семь землеподобных планет, которые обращаются вокруг слабой звезды TRAPPIST-1, расположенной на расстоянии около 40 световых лет от Солнца в созвездии Водолея.<sup>3</sup> Три из них находятся в так называемой зоне обитаемости — они движутся на таком расстоянии от центрального светила, что мощность получаемого от него излучения допускает существование на их поверхности жидкой воды. Дальнейшие открытия продемонстрировали, что похожие на Землю экзопланеты вблизи красных карликов должны быть достаточно распространенным явлением. Но уже вскоре стало понятно, что жизнь на них почти наверняка столкнется с проблемами, совершенно неизвестными обитателям спутников звезд прочих классов.

Тот факт, что жизнь может существовать в окрестностях звезд солнечного типа (желтых карликов с продолжительностью активного существования около 10 млрд лет), однозначно доказан нашей родной планетой. Впрочем, на ранних стадиях эволюции любым формам живого на ней приходилось несладко: молодое Солнце имело более низкую температуру

и отличалось более высокой вспышечной активностью. Во время вспышек уровень испускаемого им высокоэнергетического излучения, разрушающего органические молекулы, многократно возрастал. Позже мощность этих явлений и их частота заметно снизилась, что позволило земной жизни выйти на сушу и развиваться до современного уровня. По данным миссии GALEX (NASA),<sup>4</sup> проводившей наблюдения в ультрафиолетовой части спектра с 2003 по 2012 г., у красных карликов фаза такой нестабильности, характеризующаяся сильными вспышками, должна длиться миллиарды лет — собственно, мы пока даже не знаем, насколько долго, то есть можем только предполагать, что в весьма отдаленном будущем все подобные звезды в основном «успокоятся», и данная проблема уже не будет накладывать ограничения на обитаемость. Но за это время мощный звездный ветер — потоки заряженных частиц, испускаемые светилами и многократно усиливающиеся при вспышках — рискует полностью «сдуть» газовые оболочки планет и даже их гидросферы, если у них отсутствует достаточно сильное магнитное поле.

Однако есть и более серьезная проблема. Земная жизнь возникла в водной среде и три с лишним миллиарда лет существовала только в ней. Если первое время, как сейчас считается, она пользовалась химической энергией процессов, протекавших на границе раздела фаз «вода — атмосфера» и «вода — скалистые породы», то после появления фотосинтетических организмов ей стал критически необходим приток лучистой энергии от Солнца. К счастью, его лучи в достаточных количествах проникают в толщу воды на 40-50 м, обеспечивая вполне солидную толщину «обитаемого слоя». Но основная часть этих лучей относится к коротковолновой части видимого спектра — зеленой, синей и фиолетовой. Для желтого света вода уже намного менее прозрачна, а оранжевый и красный доходят максимум до метровой глубины. И именно на этот спектральный диапазон приходится максимум излучения красных карликов. То есть жизнь на их спутниках изначально обладает меньшим «пространством для маневра», а значит — и дальнейшей эволюции.

Следующее препятствие связано с тем, что красные карлики суммарно излучают гораздо слабее, чем звезды более горячих спектральных классов. Для того, чтобы получать от них количество энергии, сравнимое с получаемым Землей от Солнца, их спутники должны располагаться к ним очень близко. На таком расстоя-

<sup>1</sup> ВПВ № 3, 2017, стр. 6

<sup>2</sup> ВПВ № 11, 2005, стр. 16; №8-9, 2018, стр. 6

<sup>3</sup> ВПВ № 3, 2017, стр. 14; №3, 2018, стр. 3

<sup>4</sup> ВПВ № 8, 2013, стр. 4

◀ Предположительный вид гипотетической экзопланеты, обращающейся вокруг красного карлика. На ранних стадиях эволюции звезды этого типа демонстрируют исключительно высокую магнитную активность, сопровождающуюся выбросом гигантских протуберанцев, а на их поверхностях должно наблюдаться множество темных пятен. Также они часто производят мощные вспышки, при которых резко возрастает уровень высокоэнергетического излучения и интенсивность звездного ветра, что представляет серьезную опасность для возможной жизни на поверхностях спутников таких звезд. За десять лет работы телескопа GALEX (Galaxy Evolution Explorer) астрономы неоднократно наблюдали с его помощью подобные вспышки различной мощности и продолжительности.

нии приливные силы со стороны центрального светила (хоть и небольшого, но достаточно массивного) почти наверняка затормозят вращение планет вокруг оси до такой степени, что они окажутся в так называемом приливном захвате: одно их полушарие всегда будет обращено к звезде, а другое — в противоположную сторону. Таким же образом ведет себя Луна по отношению к Земле.

Это значит, что половина такой «приливно-захваченной» планеты должна пребывать в вечной темноте (а следовательно, окажется малопригодной для жизни), а вторая — вечно освещаться лучами своей звезды, причем в «подзвездной точке» из-за постоянного нагрева температура будет значительно выше средней. То есть более-менее пригодные для жизни условия могут сложиться только в сравнительно узкой полосе вблизи терминатора — границы освещенного и неосвещенного полушарий. Солидная разница температур между ними приведет к появлению сильных ветров, дующих из более теплых в более холодные регионы.

Все эти факторы в совокупности резко снижают вероятность обитаемости планет в системах красных карликов. Большинство из них обладает весьма суровыми условиями и, скорее всего, почти лишено воды. Однако результаты компьютерного моделирования показывают, что среди них могут быть и планеты-океаны, у которых вода составляет более 1% массы (у Земли этот показатель едва превышает 0,01%). Это увеличивает шансы на зарождение жизни и даже на появление многоклеточных организмов, но вряд ли в таких условиях они смогут развиваться до уровня сложности, наблюдаемого на Земле — иными словами, искать там «братьев по разуму», пожалуй, не стоит.

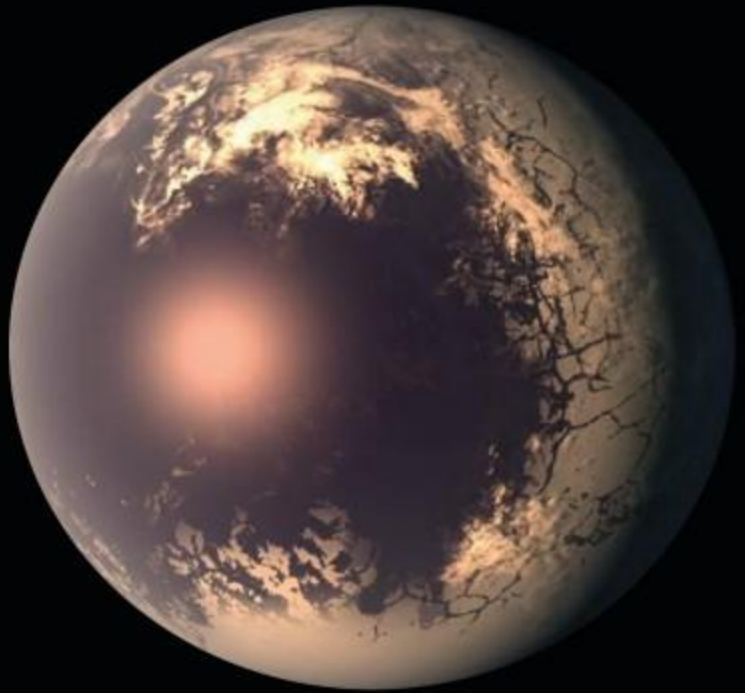
Определенную надежду ученым дал орбитальный телескоп Hubble, обнаруживший спектральные признаки того, что внешние, более массивные планеты системы TRAPPIST-1, возможно, сохранили достаточно большие объемы воды. В 2013 г. исследователи из Университета Чикаго и Северо-Западного университета предположили, что спутники красных карликов, обладающие атмосферой, могут иметь на своем «вечно дневном» полушарии плотный облачный покров, защищающий его от перегрева. Это существенно расширяет потенциальный ареал обитаемости таких тел. В свою очередь, парниковый эффект, создаваемый газовой оболочкой, способен защитить их темную сторону от чрезмерного охлаждения.

Возможности для проверки теоретических моделей должны появиться после запуска нового космического телескопа им. Джеймса Уэбба (James Webb Space Telescope — JWST), намеченного на 2021 г. В перспективе он поможет ученым получить больше данных об экзопланетных атмосферах. Если в них есть облака, температура стороны планеты, обращенной к звезде, будет ниже, чем «безоблачной», и наоборот. Материалы для исследований этому телескопу должен предоставлять недавно запущенный спутник TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), который потенциально способен обнаружить множество объектов в зонах обитаемости красных карликов.

Еще одна важная задача телескопа JWST — поиск веществ-биомаркеров на планетах иных звезд по их спектральным «подписям». Эти вещества могут

▼ Так в представлении художника выглядит экзопланета TRAPPIST-1f — пятая по расстоянию от центральной звезды и самая дальняя из тех, которые потенциально могут располагаться в зоне обитаемости. Согласно данным телескопа Hubble и расчетам планетологов, это небесное тело должно представлять собой глобальный океан, практически полностью покрытый льдом, кроме сравнительно небольшого участка в окрестностях точки, где звезда постоянно видна в зените.

NASA/JPL-Caltech



указывать как на присутствие живых существ, так и на то, что они там существовали некоторое время назад, «загрязнив» экзопланету продуктами своей жизнедеятельности. Причем при поисках жизни важно даже не наличие того или иного соединения, а их необычная комбинация. Например, обитаемость Земли при наблюдениях с больших расстояний могла бы быть доказана путем одновременной регистрации в ее спектре характерных линий метана и кислорода.

Таким образом, вопрос о том, являются ли пригодные для обитания планеты в системах красных карликов действительно обитаемыми, пока остается открытым, и обоснованный ответ на него мы, скорее всего, получим еще не скоро. И каким бы ни был этот ответ, он неизбежно повлечет за собой серьезные последствия — в том числе и с точки зрения дальнейшей судьбы нашей цивилизации. В любом случае, даже если мы будем точно знать, что жизнь в окрестностях самых распространенных звезд не может зародиться или развиваться до состояния сложных организмов, остается еще одна заманчивая возможность: через миллионы лет, когда условия для нормального существования человечества на Земле по тем или иным причинам станут неприемлемыми, наши потомки, освоив технологию межзвездных перелетов, смогут отправить хотя бы часть людей на какую-то из планет другого, более долгоживущего светила, где они «продержатся» еще некоторое время. И кто знает... не осуществила ли уже подобное «межзвездное переселение» какая-нибудь иная, более древняя цивилизация, на следы которой мы однажды наткнемся в своих поисках?

С использованием материалов: Jatan Mehta, — *What are the Possibilities for Life Around the Universe's Most Common Stars?* — [medium.com](https://www.medium.com)



# ЖИЗНЬ И ЗВЕЗДЫ



**Тереза  
Люфтингер**

Институт астрофизики,  
Венский университет

**Theresa Lüftinger**

Stellar activity and winds  
shaping the atmospheres  
of Earth-like planets

По материалам доклада, прочитанного 23 августа 2018 г. на XXX Генеральной ассамблее Международного астрономического союза (Вена, Австрия).

Соавторы: Manuel Güdel, Sudeshna Boro Saikia, Colin Johnstone, Beatrice Kulterer, Кристина Кислякова.

Перевод: Дарья Заремба, «Вселенная, пространство, время»  
Редактура перевода: Владимир Манько

Редакция несет ответственность за корректность перевода, научно-популярную интерпретацию некоторых фрагментов доклада при полном сохранении смысла изложенного лектором, а также подбор иллюстраций (на основе презентации докладчика) и подписей к ним.

Так предположительно может выглядеть с близкого расстояния планета красного карлика LHS 1140, недавно открытая с помощью наземных телескопов. Она примерно в 6,5 раз тяжелее Земли и расположена в зоне обитаемости (на ее поверхности может присутствовать жидкая вода). Голубая каемка у левого края планеты, не проецирующегося на звезду, обозначает возможную атмосферу.

M. Weiss/CfA

Поиски жизни за пределами Солнечной системы давно уже стали одной из главных задач астрономии. И чаще всего они сводятся к попыткам найти признаки жизнедеятельности организмов, похожих на земные — базирующихся на углеродных цепочках и химических реакциях в водных растворах. Понятно, что непосредственно увидеть их мы не можем — на современных этапах развития наблюдательной техники нам доступна только регистрация спектральных «подписей» биомаркеров (химических веществ, необходимых для жизни либо являющихся ее результатом). Но вначале нам нужно хотя бы просто найти подходящую планету, удовлетворяющую трем главным критериям: она должна обладать достаточно плотной атмосферой, температурным режи-

мом, позволяющим существовать на ее поверхности жидкой воде, а также иметь в своем распоряжении достаточно времени для зарождения и развития жизни.

С появлением космических обсерваторий диапазон доступных измерений астрофизических параметров (и точность таких измерений) значительно вырос. После запуска телескопа Kepler астрономам удалось не только обнаружить множество новых экзопланет и планетных систем, но и уточнить важные параметры их «звезд-хозяев». К примеру, благодаря методам астромейсмологии появилась возможность точнее определить возраст звезд старше миллиарда лет, что ранее считалось невозможным. Это позволило проследить за их эволюцией во времени и вывести новые закономерности, помогающие искать обитаемые планеты.

Несложно понять, что на современном уровне нам значительно проще определить характеристики звезды, чем условия на поверхности обращающихся вокруг нее планет. И если астрономы смогут найти достаточно четкие критерии, позволяющие отнести окрестности светила к потенциально пригодным для жизни (и наоборот — уверенно сказать, что вблизи него существование жизни категорически невозможно), мы сделаем очень важный шаг в совершенствовании методик поисков обитаемых миров.

При оценке пригодности звезды для зарождения и поддержания жизни на ее планетах необходимо учитывать множество астрофизических аспектов. Помимо таких очевидных параметров, как масса, размер, характер звездного спектра и температура поверхности (между этими показателями имеется опре-

деленная связь), очень важно принимать во внимание другие факторы, лежащие буквально «в недрах» светила.

Дело в том, что звезды — далеко не статичные космические объекты. Для них характерно такое явление, как звездная активность. Этот термин связывают в основном со вспышками на их поверхностях, корональными выбросами массы, звездным ветром и высокоэнергичным излучением (ультрафиолет, рентген). Несложно понять, что все эти проявления активности не могут не влиять на планеты в окрестностях светил. Слишком жесткая радиация попросту не даст возможности зародиться живым организмам: высокоэнергетические фотоны способны разрушить даже весьма прочные межатомные связи, расщепляя биологические молекулы на отдельные атомы. С другой стороны, в умеренных дозах такое излучение провоцирует разнообразные химические реакции в планетных атмосферах, делая их пригодными для поддержания жизни. Именно поэтому, определяя «жизнепригодность» звездной системы, важно в первую очередь исследовать уровень активности центральной звезды.

Звездная активность — понятие комплексное, охватывающее множество частных проявлений. Все они, так или иначе, имеют общий «спусковой механизм» — магнитное поле. В звездах оно возникает благодаря конвективным потокам вещества, которое из-за высокой температуры оказывается частично или полностью диссоциированным на электроны и положительно заряженные ионы (чаще всего протоны — ядра атомов водорода). Будучи плазменным шаром с ядерным реактором внутри, звезды постоянно «перемешивают» сами себя: более горячие потоки звездной материи поднимаются к поверхности, остывшие — опускаются. Движущиеся заряженные частицы и порождают магнитные поля.

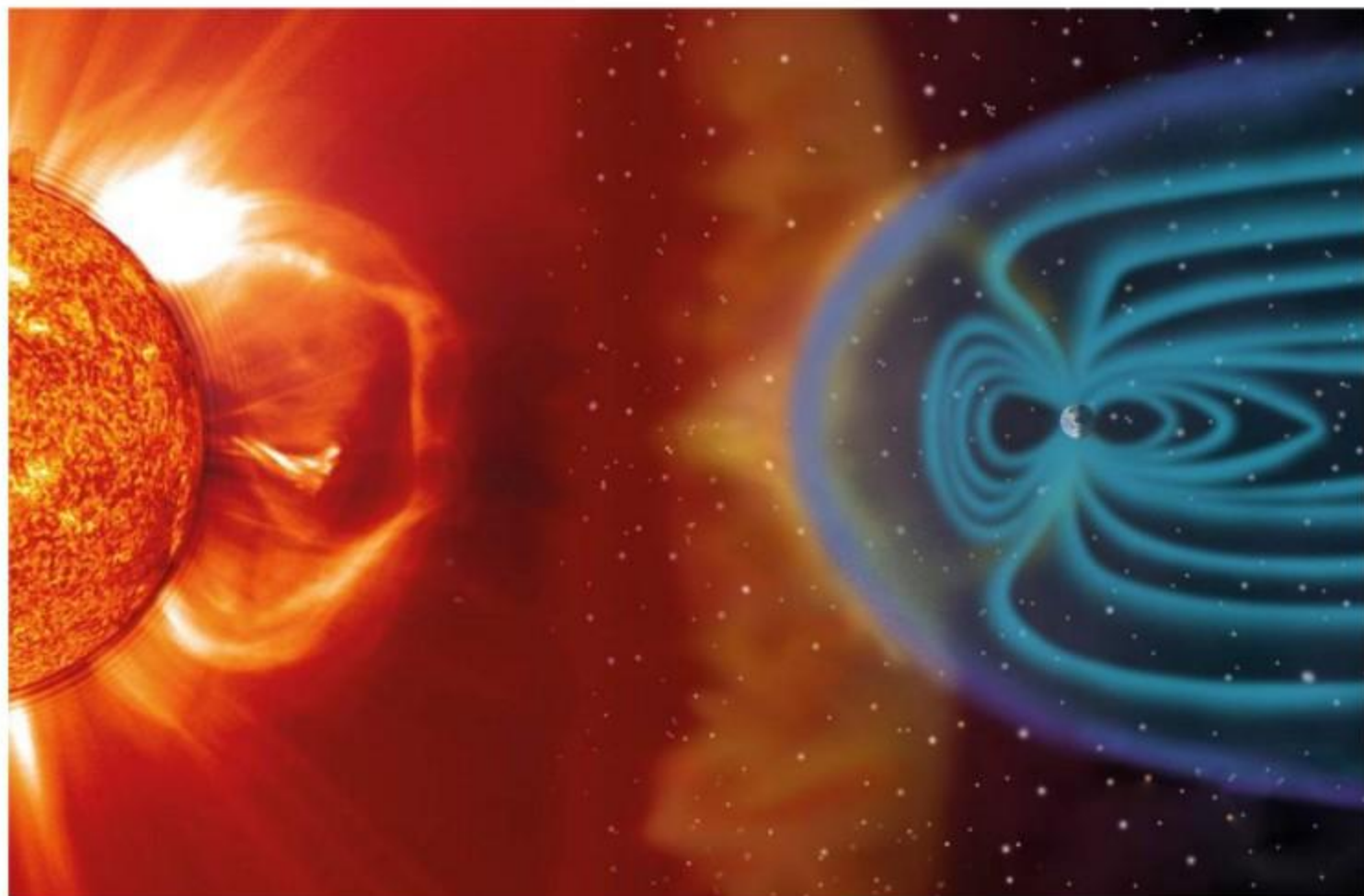
Исследуя наше Солнце, астрономы в общих чертах поняли, как возникают явления солнечной активности. Вначале сгенерированные потоками горячей плазмы линии магнитного поля начинают растягиваться по направлению движения этих потоков. Иными словами, Солнце вращается и «увлекает» магнитные силовые линии в направлении своего вращения. А поскольку оно вращается не как твердое тело, а дифференциально (быстрее у эк-

ватора и медленнее у полюсов), силовые линии успевают «обвить» наше светило несколько раз. В итоге в отдельных местах происходит усиление магнитного поля, а его линии петлями «всплывают» на поверхность. Внешне это выглядит как образование пятен.

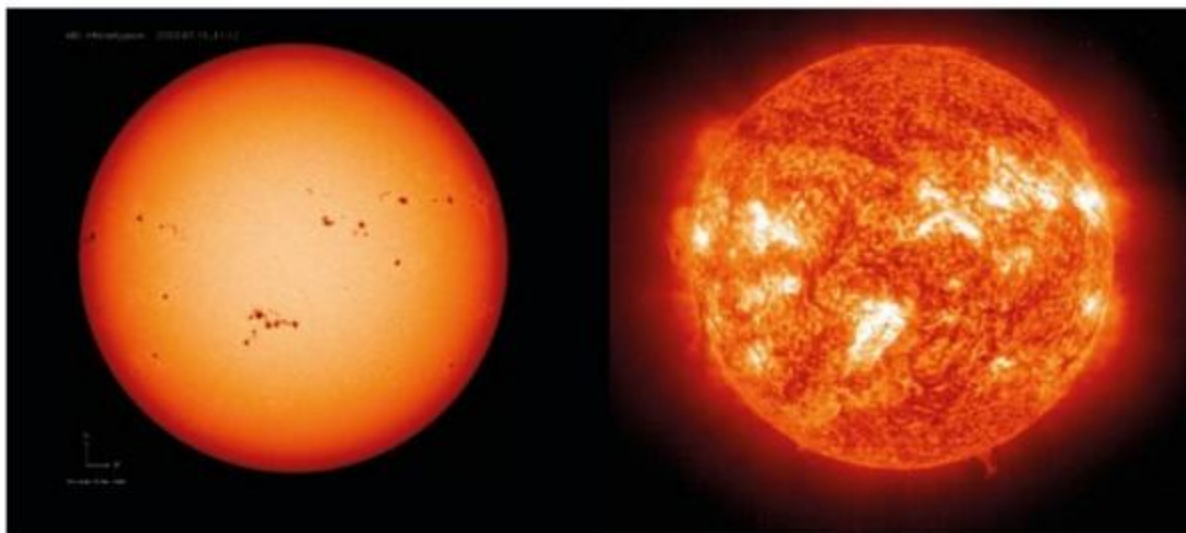
Именно солнечные пятна с накопленной магнитной энергией и становятся локальными источниками проявлений активности. Тут происходят вспышки, сопровождающиеся сильным высокоэнергичным излучением, отсюда истекают мощнейшие потоки солнечного ветра — ускоренных заряженных частиц, покинувших звезду. По

▼ Звездно-планетное взаимодействие происходит благодаря испускаемым звездами потокам заряженных частиц (главным образом протонов), получивших название «звездный ветер», и магнитным полям. Также существенное влияние на планетные атмосферы оказывает высокоэнергетическое излучение дальнего ультрафиолетового и рентгеновского диапазонов, уровень которого сильно возрастает при вспышках звезд. Эффекты такого взаимодействия могут быть сведены к трем основным процессам: изменения в газовых оболочках планет при усиленном облучении, влияние на них изменений конфигурации магнитного поля, а также изменения, происходящие в планетных магнитосферах под действием звездного ветра.

NASA







◀ Справа — снимок Солнца, сделанный космическим аппаратом SOHO (Solar and Heliospheric Observatory) в спектральной линии 30,4 нм в 2000 г., во время предпоследнего максимума солнечной активности. Слева — Солнце в оптическом диапазоне, сфотографированное примерно в тот же момент с помощью наземного телескопа. Хорошо заметно, что темным солнечным пятнам на ультрафиолетовых изображениях, как правило, соответствуют обширные яркие области.

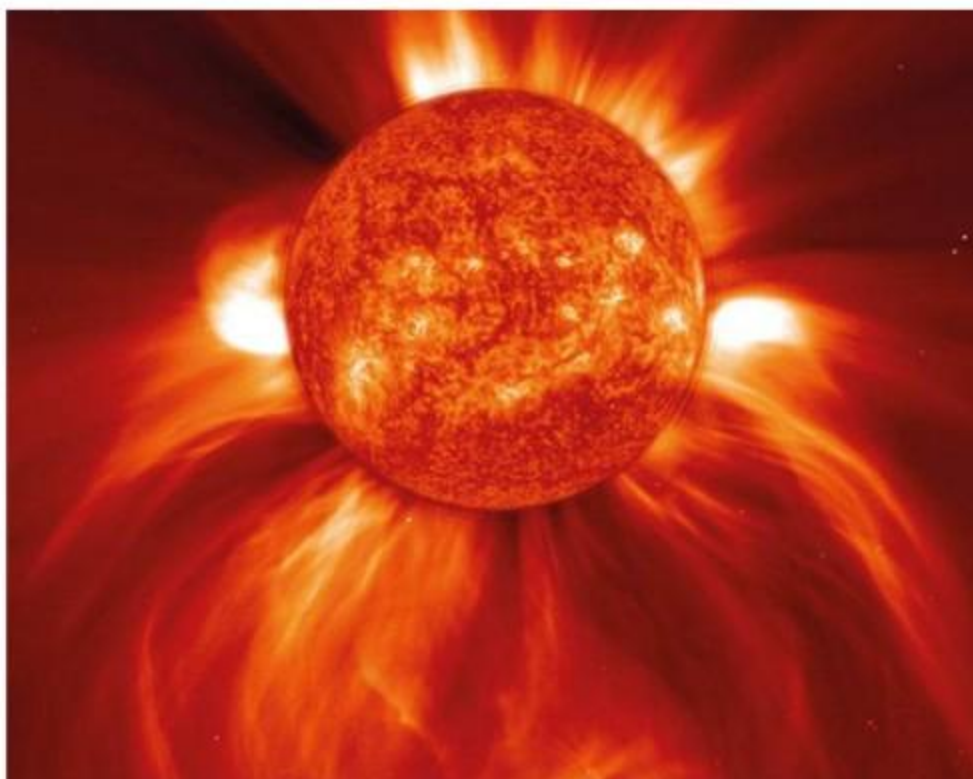
► Многочисленные корональные выбросы массы, сфотографированные 8 января 2002 г. коронографом LASCO C2 аппарата SOHO. Масса содержащегося в них вещества оценивается в миллиард тонн. На изображении наложен снимок солнечного диска, сделанный камерой EIT в спектральной линии 30,4 нм (принадлежащей однократно ионизированному гелию) и увеличенный примерно вдвое, чтобы перекрыть темный экран коронографа. Достигая планет, такие выбросы активно взаимодействуют с их магнитосферами и атмосферами, либо — при отсутствии таковых — непосредственно с поверхностными породами.

NASA/GSFC/SOHO/ESA

этой причине именно числом пятен на поверхности и определяют уровень активности Солнца в конкретный момент времени.<sup>1</sup>

У других звезд эти механизмы могут отличаться в зависимости от их внутренней структуры. Но один вывод остается неизменным: все явления звездной активности происходят в областях с повышенной магнитной энергией. Таким образом, ее вполне справедливо можно называть магнитной активностью и оценивать, измеряя интенсивность магнитных полей.

Здесь возникает более сложный вопрос: как измерить магнитное поле удаленной звезды? Мы уже немало знаем о внутренней структуре светил разных спектральных классов и можем, исходя из этого, делать выводы об их некоторых магнитных характеристиках. Например, нам известно, что объекты типов Ap/Bp (пеку-



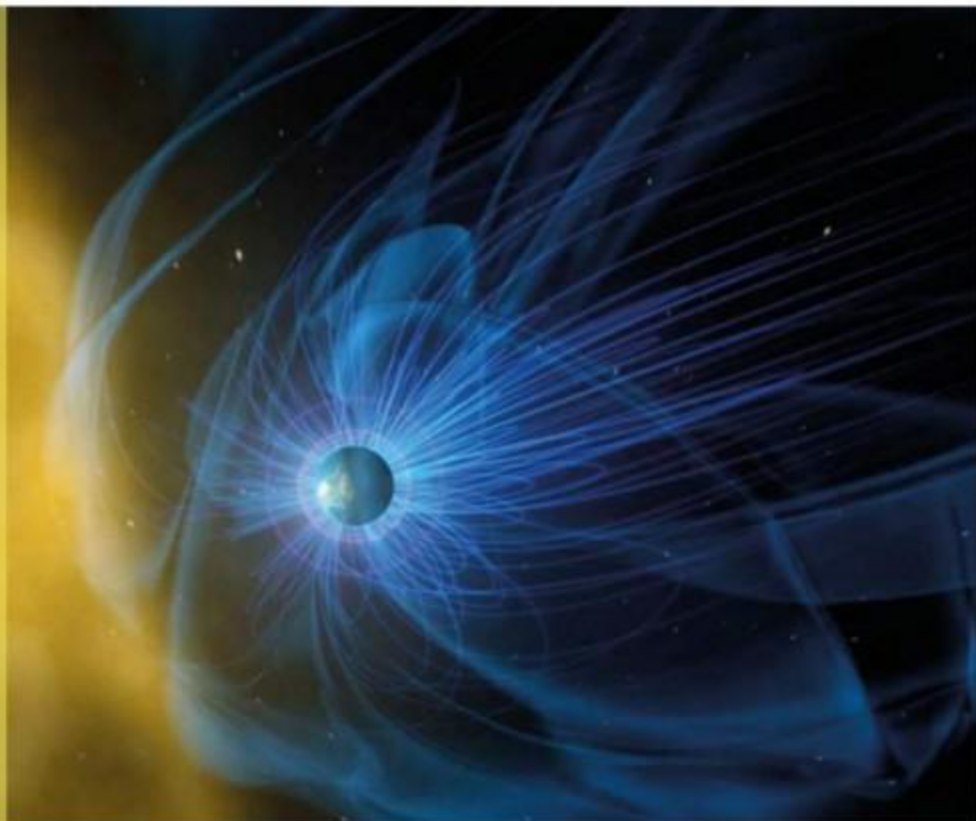
▲ 31 августа 2012 г. с поверхности Солнца поднялась мощная струя материи, двигавшейся со скоростью почти 1500 км/с. Она не была направлена прямо на Землю, но все равно оказала сильное влияние на магнитосферу нашей планеты, вызвав, в частности, мощные полярные сияния, наблюдавшиеся 2-3 сентября. На приведенном изображении, составленном по данным орбитального солнечного телескопа SDO (Solar Dynamics Observatory), запечатлена начальная стадия выброса. Оранжевым цветом показаны результаты съемки в спектральной линии 30,4 нм, зеленым — в линии 17,1 нм

NASA/GSFC

<sup>1</sup> Показатель активности, вычисляемый по количеству солнечных пятен, называется числом Вольфа (W) и рассчитывается по формуле  $W=k(f+10g)$ , где  $f$  — количество наблюдаемых пятен,  $g$  — количество групп пятен,  $k$  — нормировочный коэффициент.

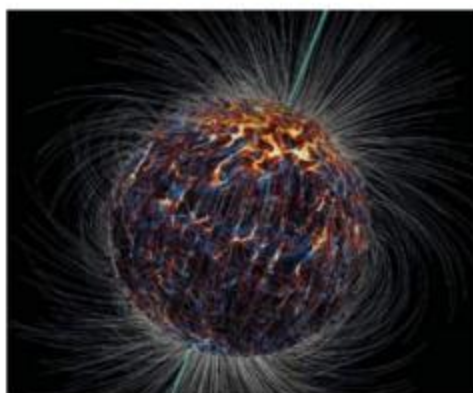
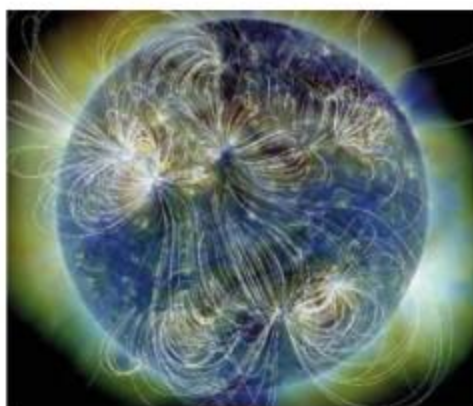
Магнитное поле Земли возникает в силу тех же процессов, что и солнечное — при движении потоков электропроводящего вещества (только на Солнце это горячая плазма, а на Земле — железо-никелевый сплав в верхних слоях ее ядра). Магнитные окружения обоих тел активно взаимодействуют между собой, вынуждая заряженные частицы в межпланетном пространстве двигаться по сложным траекториям, скапливаясь в одних регионах и почти избегая других. В частности, в области земной магнитосферы, обращенной к светилу, наблюдается их повышенная концентрация — фронт ударной волны. Изучение этой области может многое рассказать нам о взаимодействии других звезд со своими планетами.

NASA



► С точки зрения магнитного окружения звезды можно разделить на три типа. Первый характеризуется достаточно мощным и стабильным биполярным магнитным полем, похожим на земное. Чаще всего к нему относятся звезды типа Ар и Вр (вверху), отличающиеся от обычных горячих светил классов А и В сравнительно медленным вращением и более высоким содержанием некоторых металлов (хрома, стронция, европия). Более холодные звезды, в том числе и солнцеподобные, обладают «беспорядочными» полями, интенсивность которых в целом невысока, но на отдельных участках иногда возникают зоны повышенной напряженности, причем их число возрастает при увеличении звездной активности (в центре). Наиболее распространенный тип светил — красные карлики класса М — можно условно отнести к некоему переходному типу: их магнитное поле достаточно стабильно и в нем можно выделить дипольную компоненту.

лярные звезды классов А и В) обладают глобально сильными и стабильными полями мощностью от нескольких тысяч до нескольких десятков тысяч гаусс. У более «холодных» звезд солнечного типа поля имеют сложную структуру из-за наличия в них как конвективной зоны, где происходит физическое «перемешивание» звездного вещества разных температур, так и радиационной, где передача энергии осуществляется посредством переноса излучения от ядра. Такие звезды характеризуются локально сильными и динамичными магнитными полями. А поздние карлики спектрального класса М, являясь полностью конвективными звездами, обладают менее сложными,



однако достаточно мощными и стабильными полями.

Но, конечно, для определения «жизнепригодности» планетной системы знания этих характеристик центральной звезды мало. Важно также понимать, как эволюционирует ее активность с возрастом, какие светила лучше подходят для зарождения и поддержания жизни на своих планетах — молодые или более старые.

Чтобы ответить на этот вопрос, нужно найти такой параметр, измеряя который, можно сделать выводы о магнитной активности звезды. И таким параметром является мощность ее рентгеновского излучения.

Если говорить об очень удаленном светиле (а таковыми для астрономов сейчас являются все звезды, кроме Солнца), нам очень сложно непосредственно регистрировать такие «продукты» его активности, как звездный ветер или корональные выбросы массы. Яркость в рентгеновском диапазоне измерять намного удобнее — правда, для этого приходится использовать космические телескопы, поскольку излучение этого диапазона задерживается земной атмосферой. Именно это коротковолновое излучение выбрано в качестве индикатора звездной активности, так как его испуска-

нием сопровождаются вспышки Солнца и звезд.

Изучая уровень высокоэнергетического излучения у звезд разных возрастов, удалось вывести любопытные зависимости.

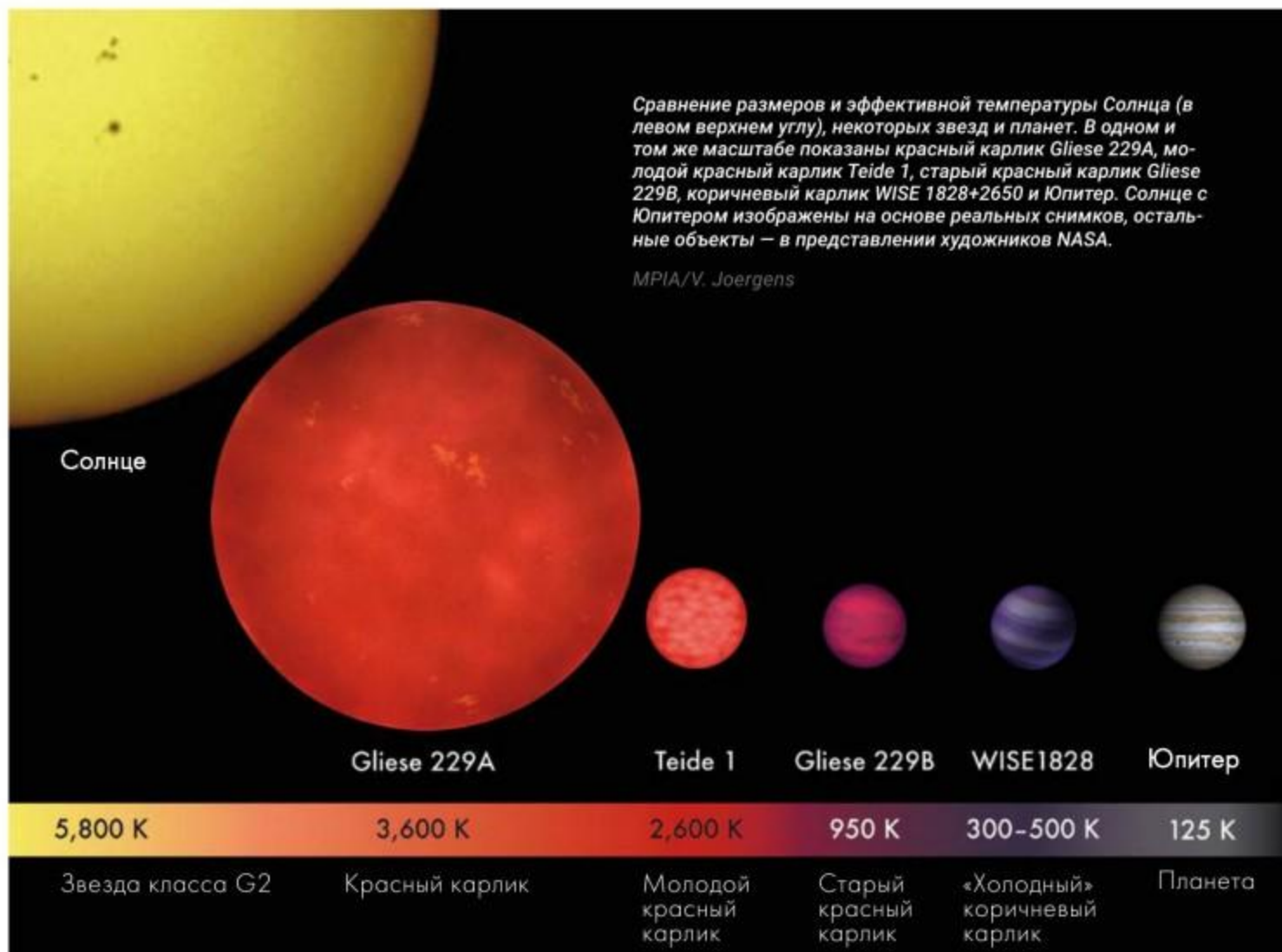
Во-первых, важно отметить, что молодые звезды вращаются быстрее, чем более «старые». Это связано с механизмом магнитного замедления. Каждый раз, когда светило теряет часть своей материи в форме звездного ветра или корональных выбросов массы, оно лишается и некоторого углового момента — величины, характеризующей его вращательное движение. Его потеря ведет к уменьшению скорости вращения. Последняя же находится в прямой зависимости от скорости конвективных потоков внутри звезды, ответственных за генерацию ее магнитных полей. Итак, торможение вращения приводит к замедлению потоков звездной плазмы, что влечет за собой уменьшение мощности магнитного поля, а следовательно — и магнитной активности.

Все это подтверждается измерениями уровней рентгеновского излучения звезд. Молодые светила действительно испускают гораздо больше высокоэнергетического излучения, чем находящиеся на более поздних стадиях эволюции. Причем график зависимости мощности этого излучения от возраста объекта содержит точку насыщения: в какой-то момент его уровень резко падает — это соответствует началу замедления звезды.

Таким образом, звезды «постарше» однозначно лучше подходят для поддержания жизни на своих планетах, независимо от спектрального класса. Молодые светила слишком активны, они будут попросту «сдувать» своими звездными ветрами зарождающиеся планетные атмосферы и облучать сверхмощной радиацией их поверхности. То есть перед тем, как на спутниках звезды возникнут условия для жизни, она должна «состариться». Но насколько?

Как уже отмечалось, коротковолновое высокоэнергетическое

излучение в умеренных дозах «играет на руку» пригодности для жизни системы «звезда-планета». Гамма-лучи, рентген, дальний ультрафиолет — поглощение электромагнитных волн этих диапазонов атомами атмосферных газов может спровоцировать нужные химические реакции для того, чтобы там появились более сложные вещества — предшественники биологических молекул. На каком этапе пагубное влияние сменяется плодотворным? Универсальное определение для всех звезд дать невозможно, однако для конкретного объекта можно сделать более четкие выводы, исходя из необходимых уровней излучения. Так, измерения демонстрируют, что важные процессы формирования атмосферы планеты, ее коры, появления тектоники плит и даже образования океанов (если другие характеристики звезды не заставят их испариться в космос) начинаются тогда, когда уровень рентгеновского излучения центральной звезды достигает от-



метки, в 40 раз превышающей этот показатель у современного Солнца, а дальнего ультрафиолетового диапазона — примерно в 20 раз. После достижения таких параметров можно говорить о начале эволюции жизни в системе.

Несложно понять, что при поиске потенциально обитаемых звездных систем необходимо принимать во внимание возраст и эволюцию центрального светила. Упомянутые ранее магнитные звезды Ар/Вр-классов в этом вопросе вообще не представляют интереса, так как считаются слишком «короткоживущими». Длительности их активного существования недостаточно для развития и поддержания жизни на поверхности планет в их окрестностях.

Другая проблема касается поздних красных карликов класса М. Это самые маленькие, холодные и долгоживущие звезды во Вселенной (потому они же — самые распространенные: по современным оценкам, на них приходится до 75% всей звездной популяции). Ученые пока не знают ни одного случая «гибели» подобного карлика в результате исчерпания водородно-гелиевого термоядерного горючего: с момента возникновения нашего мира еще не прошло достаточно лет, чтобы такое событие состоялось. На данный момент эти звезды считаются наиболее подходящими для появления в их окрестностях условий, пригодных для жизни.

Исследования показали, что спутники М-карликов очень напоминают по своим условиям планеты солнцеподобных звезд. К сожалению, из-за низкой светимости такие карлики должны обладать довольно тонкой зоной обитаемости, расположенной сравнительно близко к ним. Однако, как уже упоминалось, помимо параметров, определяющих размер и наличие этой зоны, важно принимать во внимание такой ключевой фактор, как магнитная активность звезды. И тут ситуация с карликами может оказаться не слишком оптимистичной.

Как уже ясно из вышесказанного, спектральный класс звезды связан с ее магнитной активностью. Взаимосвязь этих показателей обусловлена изменением



▲ Так могла бы выглядеть наша Земля на ранних стадиях эволюции вблизи красного карлика класса М (слева) и на ее реальной орбите вблизи молодого Солнца (справа). В видимом свете отличия в условиях освещенности у поверхности были бы невелики, однако в глубинах водоемов все обстояло бы совершенно иначе: фотоны красной части оптического спектра проникают под воду всего на несколько метров, а более коротковолновое излучение (зеленое, синее, фиолетовое) сравнительно холодные карликовые звезды почти не испускают. Впрочем, иногда они производят мощные рентгеновские вспышки, скорее представляющие опасность для потенциальной жизни.

*Astrobiology Center*

толщины конвективного слоя в зависимости от класса. Например, у звезд F-класса такая зона очень узкая, тогда как в классе М она, наоборот, простирается почти на всю глубину светила. Из-за этого карликам нужно значительно больше времени для того, чтобы достичь той самой «точки насыщения», после которой скорость их вращения замедляется и магнитная активность падает. Таким образом, даже в первый миллиард лет своей жизни — почти четверть нынешнего возраста Солнца! — эти звезды отличаются повышенным уровнем активности. В этот период интенсивные вспышки и корональные выбросы масс буквально уничтожают атмосферы близлежащих планет, не давая возможности появиться там даже простейшим биологическим структурам. Чтобы в окрестностях звезды такого типа смогли наконец-то возникнуть условия для жизни, должно пройти очень много времени...

В настоящее время готовятся к вводу в строй новые наземные и космические телескопы, одной из главных целей которых будет изучение планетоподобных спутников иных звезд. Мы уже знаем,

что для полного понимания условий на поверхности экзопланеты и пригодности ее для жизни необходимо изучать всю эволюцию системы «звезда-планета», учитывая, среди прочего, скорость вращения центрального светила, его возраст, интенсивность и диапазон излучения, характеристики магнитного поля, определяющие уровень звездной активности. Без всех этих данных простые подсчеты размеров «зоны обитаемости» на основании только равновесной температуры планеты ни о чем нам не скажут. Очень похоже, что не случайно единственный известный нам обитаемый мир — Земля — обращается вокруг сравнительно горячей, но достаточно долгоживущей и быстро «успокоившейся» звезды класса G...

Тем не менее, астрономы не собираются ограничивать поиски жизни окрестностями солнцеподобных светил. Разнообразие физических свойств звезд даже в пределах одного класса позволяет надеяться, что потенциально обитаемые планеты на самом деле весьма распространены, и уже скоро мы сможем уверенно говорить об открытии таких объектов. ■

# «Космический маяк» в созвездии Кормы

В декабре 2013 г. космический телескоп Hubble впервые сфотографировал с большим увеличением окрестности переменной звезды RS Кормы — одной из ярчайших известных цефеид, масса которой примерно в 10 раз больше солнечной, а светимость превосходит соответствующий показатель Солнца в среднем в 15 тыс. раз. Собственно, уточнение последней цифры как раз и было одной из главных задач наблюдений: абсолютный блеск звезд этого класса (приведенный к «стандартному» расстоянию 10 парсек) находится в прямой зависимости от периода его изменений, что позволяет использовать их для измерения расстояний до весьма удаленных объектов — в первую очередь других галактик.

Видимый блеск RS Кормы колеблется в диапазоне от 6,52 до 7,67 звездной величины с хорошо известным периодом 41,4 дня (один из самых больших периодов среди уже открытых цефеид). Однако оценить расстояние до нее с достаточной точностью долгое время не удавалось. К счастью, эта звезда — как было установлено еще в 1961 г. — окружена отражающей газовой пылевой туманностью, светящейся под действием мощного излучения «космического маяка». Максимумы яркости

цефеиды, «двигаясь» сквозь вещество туманности со скоростью света, создают хорошо известный эффект «светового эха» в виде расширяющихся ярких колец. Проведя в конце минувшего года серию наблюдений этих колец с помощью обсерватории Hubble, астрономы смогли уточнить угловую скорость их расширения, а далее, используя простые тригонометрические формулы, рассчитать удаленность их «источника». Таким способом удалось выяснить, что RS Кормы находится от нас на расстоянии 2 тыс. парсек (6500 световых лет), причем ошибка его определения не превышает одного процента.

Из полученных космической обсерваторией снимков сотрудники группы сопровождения составили впечатляющую анимацию, которая наглядно демонстрирует расходящиеся световые кольца и «подмигивание» породившей их цефеиды. Зима — наилучшее время для наблюдений RS Кормы в Северном полушарии Земли, однако в наших широтах этот объект, к сожалению, не поднимается высоко над горизонтом (в частности, на широте Киева он кульминирует на высоте всего 5°).

Источник: *Hubble's cosmic holiday wreath. December 21, 2013, NASA. phys.org*

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

# ТУМАННОСТЬ ТРЕУГОЛЬНИКА

в объективе телескопа Hubble



▼ Для получения наиболее детального изображения галактики M33, также известной под названием Туманность Треугольника, сотрудники группы сопровождения телескопа Hubble использовали 54 отдельных снимка, сделанных с помощью Усовершенствованной обзорной камеры (Advanced Camera for Surveys). Общий размер мозаики составил 34 372 на 19 345 пикселей — это второй по величине «космический пейзаж», запечатленный легендарной орбитальной обсерваторией. Его превосходит лишь «портрет» Туманности Андромеды (M31), опубликованный в 2015 г.

Представленное изображение охватывает не всю Туманность Треугольника, а лишь ее центральную часть и ближайшие к ней участки спиральных рукавов. На нем различимы миллионы отдельных звезд, сотни звездных скоплений и газовых туманностей. Все их можно рассмотреть детальнее на сайте миссии Hubble, где мозаика выложена в полном объеме.

NASA, ESA, and M. Durbin, J. Dalcanton, and B. F. Williams (University of Washington)



▼ Изображение галактики M33 по данным цифрового обзора неба DSS2, осуществленного с помощью наземных телескопов. Многоугольный контур обозначает участок, отснятый космическим телескопом Hubble, белая рамка соответствует границам изображения, представленного на предыдущем развороте.

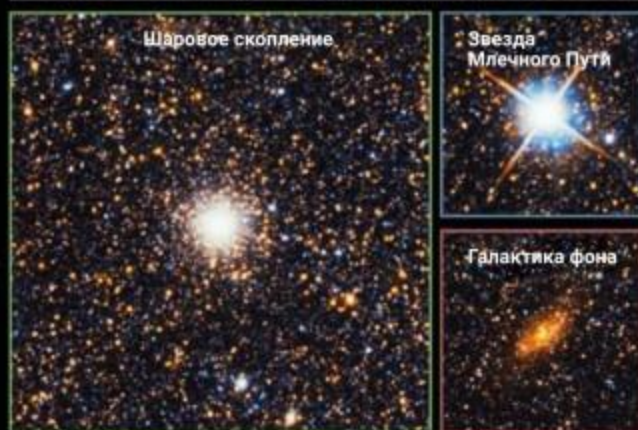
NASA / ESA / Digitized Sky Survey 2 / Davide De Martin



▼ Отдельные элементы изображения Туманности Треугольника: слева сверху (в белой рамке, справа показана в большем масштабе) — NGC 604, самая крупная область активного звездообразования в Местной группе; левее и выше центра в зеленой рамке — шаровое звездное скопление, принадлежащее M33, в красной рамке — слабая фоновая галактика, расположенная значительно дальше. Голубой рамкой

обведена звезда «ближнего плана», относящаяся к нашему Млечному Пути. Ее можно опознать по четырем характерным дифракционным лучам, возникающим при взаимодействии света сравнительно ярких точечных объектов с элементами оптической системы телескопа.

M. Durbin/J. Dalcanton/B.F. Williams (University of Washington)/ NASA/ESA





На многих сайтах и даже в некоторых научно-популярных изданиях порой встречается упоминание о том, что самым далеким объектом, который можно увидеть на земном небе невооруженным глазом, является находящаяся на расстоянии 2,5 млн световых лет галактика Туманность Андромеды (M31). Но это не совсем так. В максимально удаленных от источников засветки местах при идеально прозрачной атмосфере наблюдатель с хорошим зрением способен разглядеть тусклое туманное пятнышко в созвездии Треугольника — спиральную галактику (M33), расположенную примерно в 3 млн световых лет от Млечного Пути.<sup>1</sup> В «Новом общем каталоге» она имеет обозначение NGC 598. Первые упоминания о ней встречаются в записях итальянского астронома Джованни Годьерны (Giovanni Battista Hodierna) в 1654 г.

Диаметр M33 составляет 60 тыс. световых лет, численность ее звездного населения оценивается в 40 млрд светил (для сравнения: диаметр нашей Галактики достигает 100 тыс. световых лет, а в ее состав, по разным подсчетам, входит от 200 до 400 млрд звезд). По размерам и массе она находится на третьем месте среди объектов Местной группы<sup>2</sup> — после уже упомянутых Туманности Андромеды и Млечного Пути. В отличие от них, Туманность Треугольника не имеет перемишки: это значит, что ее спиральные рукава «произрастают» прямо из галактического ядра. Также она характеризуется достаточно высоким темпом звездообразования — порядка 0,45 солнечных масс в год. Такие темпы обеспечиваются необычно высокой концентрацией в ней межзвездного газа и пыли.

Недавно сотрудники группы сопровождения орби-



▲ Изображение области звездообразования NGC 604 в галактике M33 по данным телескопа Hubble (красный и зеленый цвета) и рентгеновской обсерватории Chandra (голубой цвет). На нем астрономы обнаружили около двухсот молодых горячих массивных звезд, активно излучающих в высокоэнергетических спектральных диапазонах.

NASA/CXC/CfA/R. Tuellmann et al.; Optical: NASA/AURA/STScI

тальной обсерватории Hubble опубликовали наиболее подробное изображение M33. Оно составлено из 54 отдельных снимков, сделанных при помощи установленной на телескопе Усовершенствованной обзорной камеры ACS. Оригинальное изображение состоит из 665 млн пикселей. На нем можно различить более 20 млн самых ярких звезд галактики. Особо выделяются две обширные области звездообразования — они даже имеют собственные обозначения NGC 595 и NGC 604. Последняя из них является крупнейшим подобным регионом во всей Местной группе: в ней сосредоточено более 200 звезд-гипергигантов. Ее поперечник равен примерно 1500 световых лет, а общая светимость в 6300 раз превышает светимость знаменитой Туманности Ориона (M42).<sup>3</sup> Если бы на месте последней располагалась NGC 604, своим видимым блеском на земном небе она затмила бы Венеру.

Ученые пока не могут сказать, какой будет дальнейшая судьба M33. Она гравитационно связана с Туманностью Андромеды и через миллиарды лет, вероятнее всего, сольется с ней в одну большую эллиптическую галактику, лишенную межзвездного газа и состоящую почти исключительно из старых красных звезд. Впрочем, возможно, еще раньше состоится «объединение» M31 и Млечного Пути, в настоящее время сближающихся со скоростью более 80 км/с.

Подготовил К. Размыслович с использованием материалов:

Hubble takes gigantic image of the Triangulum Galaxy — heic1901 — The NASA/ESA Hubble Space Telescope Photo Release.

<sup>1</sup> Большинство оценок расстояния до M33 лежат в диапазоне 2,6-2,8 млн световых лет.

<sup>2</sup> ВПВ № 6, 2007, стр. 4



▲ NGC 595 — гигантское облако ионизированного водорода в Туманности Треугольника, открытое немецким астрономом Хайнрихом Людвигом Д'Арре (Heinrich Ludwig d'Arrest) в октябре 1864 г. В то время оно считалось частью нашей Галактики.

NASA, ESA, and M. Durbin, J. Dalcanton, and B. F. Williams (University of Washington)

<sup>3</sup> ВПВ №11, 2007, стр. 4; №9, 2014, стр. 4

# КОМЕТЫ 2019 ГОДА

## Артем Новичонок

кандидат биологических наук, руководитель Лаборатории астрономии Петрозаводского государственного университета

Год 2018-й оказался насыщенным для наблюдателей комет, подарив нам два тесных сближения с достаточно яркими короткопериодическими «хвостатыми гостями». **Комета Джакобини-Циннера (21P/Giacobini-Zinner)** в начале сентября достигла блеска 7,5<sup>m</sup> и даже при наблюдениях с биноклями показывала красивый пылевой хвостик, в то время как **комета Виртанена (46P/Wirtanen)**, демонстрировавшая огромную полутораградусную кому, в декабре стала видна невооруженным глазом. Помимо этого, несколько других интересных объектов могли наблюдаться с использованием небольших телескопов. Особо примечательно, что новая **комета Мачхолца-Фудзикавы-Ивамото (C/2018 V1 Machholz-Fudjukawa-Iwamoto)** была открыта

визуально — спустя восемь лет после предыдущего подобного открытия.

На фоне этой картины 2019 год на первый взгляд кажется не столь впечатляющим. Тем не менее, и он преподнесет нам немало «хвостатых звезд», доступных любительским инструментам. В этой статье мы расскажем о наиболее ярких и примечательных кометах, собирающихся посетить центральные области Солнечной системы в новом году. Все они теоретически могут наблюдаться визуально с помощью телескопов со скромными апертурами. Как и в 2018 г., практически все самое интересное произойдет во второй половине года, а весной нас ожидает некоторое «затишье». Но не будем забывать, что всегда возможно открытие ранее неизвестных комет, которые способны сделать новый наблюдательный год еще более захватывающим.

При планировании кометных наблюдений полезно помнить, что даже результаты, полученные любителями астрономии визуально, до сих пор имеют научную ценность. Для этого нужно не просто увидеть комету, но и оценить некоторые ее физические характеристики — видимый блеск, диаметр комы и степень ее конденсации, длину и направление хвоста (при его наличии). А далее необходимо отправить эти результаты в специализированные базы данных — например, в базу COBS. Дополнительную ценную информацию несут зарисовки внешнего вида и фотографии комет, и в первую очередь — ПЗС-наблюдения с использованием фотометрических фильтров, по сути, представляющие собой своеобразный аналог

спектроскопии сверхнизкого разрешения.

Также следует иметь в виду, что приведенная ниже информация о яркости и внешнем виде комет носит оценочный характер: специфика этих небесных тел заключается в том, что точно предсказать их поведение невозможно. Актуальную информацию о них можно получить на специализированных ресурсах — например, на сайте японского аналитика Сэйчи Ёсиды <http://www.aerith.net/>.

Комета Виртанена, удаляясь от Земли и Солнца, все еще будет доступна любителям астрономии в первые месяцы 2019 г. В самом начале года ее яркость составит около 5<sup>m</sup>, что позволило без труда наблюдать ее в бинокли, а вдали от городской засветки — и невооруженным глазом. Но уже к концу января она превратилась в телескопический объект, а в марте удалится настолько, что ее визуальные наблюдения будут возможны только с помощью достаточно мощных инструментов.

Как уже было отмечено выше, японец Ивамото со своим цифровым фотоаппаратом стал первооткрывателем яркой кометы, которую Дональд Мачхолц заметил визуально. Удивительно, но спустя полтора месяца этот же японский наблюдатель, уже в одиночку, смог отличиться вторично, обнаружив утром 18 декабря комету C/2018 Y1. В момент открытия она имела видимый блеск 11-12<sup>m</sup>, находясь в созвездии Гидры. Расчеты показали, что она пройдет перигелий 6 февраля 2019 г. на расстоянии 1,3 а.е. от Солнца, а спустя неделю (12 февраля) подойдет к нашей планете на 0,3 а.е. (около 45 млн км). Двигаясь к перигелию, комета постепенно переместилась с утреннего на ночное небо и перешла в созвездие Девы. В районе максимального сближения она оказалась во Льве, двигаясь к западу со скоростью более 7° в сутки и, таким образом, смогла наблюдаться на протяжении всей ночи. Как и ожидалось, в этот период C/2018 Y1



◀ *Комета Виртанена (46P/Wirtanen) стала самой яркой в минувшем году и вообще с марта 2013 г. В середине декабря она сближалась с Землей, при этом ее блеск вырос до 4-й величины, а диаметр комы — почти до 2°. При наблюдениях в большие телескопы можно было заметить детали околоядерной конденсации, видимые на этом снимке, который сделал итальянский астроном Раффаэль Эспозито (Raffaele Esposito) 5 декабря 2018 г.*

достигла наибольшей яркости (порядка 7-8<sup>m</sup>). После сближения она продолжила двигаться к западу по созвездиям Рака, Близнецов, Возничего и Персея, постепенно переходя на вечернее небо. К концу марта блеск кометы упадет до 12<sup>m</sup>.

27 ноября 2018 г. в ходе обзора неба, осуществляемого на обсерватории Маунт Леммон (штат Аризона, США), была обнаружена комета C/2018 W2 Africano, которая также должна стать относительно ярким объектом ближе к осени. Эта «хвостатая звезда» характеризуется сильно наклоненной (117°) ретроградной орбитой. При открытии она имела яркость около 18<sup>m</sup> и располагалась в северной приполярной области неба. Там же она проведет и первые восемь месяцев наступившего года (в середине марта ее видимое расстояние от полюса мира составит чуть больше градуса), после чего в конце августа резко направится к югу. Комета пройдет перигелий 6 сентября 2019 г. на расстоянии 1,45 а.е. от Солнца, а тремя неделями позже приблизится к Земле на 0,49 а.е. Именно с этим сближением сопряжена ее максимальная яркость — около 9-10<sup>m</sup>. Ярче 12-й величины она может быть с середины августа до конца октября. Большую часть этого времени «хвостатая гостья» будет удачно расположена для наблюдателей Северного полушария, двигаясь по созвездиям Жирафа, Персея, Андромеды, Рыб, Водолея, Золотой Рыбы и Журавля. В конце указанного периода C/2018 W2, уходя все дальше и дальше от небесного экватора, перестанет наблюдаться в наших широтах, однако останется доступной жителям приэкваториальных областей и Южного полушария.

Примечательным также является обнаружение в ходе обзора PanSTARRS внешне астероидоподобного объекта A/2018 V3, который движется по орбите, характерной для долгопериодических комет. При открытии в ноябре 2018 г. он был удален от Солнца на 4 а.е., в то время как 8 сентября 2019 г. — в перигелии — он подойдет к светилу на 1,3 а.е. и, с большой долей вероятности, проявит кометную активность. За



две с половиной недели до этого A/2018 V3 сближится с Землей до 0,38 а.е., оказавшись около противостояния на склонении порядка -30° и двигаясь со скоростью почти 5° в сутки в западном направлении. Если его активность будет не очень высокой (как у комет 2P/Encke или C/2013 UQ4 Catalina), то можно ожидать максимальной яркости на уровне 12-14<sup>m</sup>, более высокий уровень активности закономерно приведет к большему видимому блеску. Важно отметить, что пик яркости в любом случае должен быть очень острым из-за стремительного приближения объекта к Земле и столь же быстрого удаления после пролета. К перигелию его видимый блеск может снизиться на 2-3 звездных величины.

Комета C/2017 T2 PANSTARRS, открытая на большом гелиоцентрическом расстоянии (9,3 а.е.) в начале октября 2017 г., пройдет точку перигелия в мае 2020 г. в 1,6 а.е. от Солнца, но уже во второй половине 2019 г. станет достаточно ярким объектом, доступным для массовых визуальных наблюдений. Согласно

▲ В феврале 2019 г. комету Ивамото (C/2018 Y1 Iwamoto) было несложно увидеть в бинокль. В начале года ее яркость составляла около 11<sup>m</sup>, а на снимках прослеживалась округлая зеленая кома и начало хвоста. Представленный снимок сделан 4 января итальянцем Роландо Лигустри (Rolando Ligustri) с помощью удаленного телескопа в Австралии.

текущим прогнозам, 11-й величины она достигнет в середине осени, а до конца 2019 г. ее блеск вырастет еще в 5-6 раз. «Хвостатая гостья» из облака Оорта максимально сближится с Землей (до 1,52 а.е.) в конце 2019 г., находясь в хороших условиях видимости для средних широт Северного полушария. В октябре-декабре путь кометы будет пролегать по созвездиям Возничего, Персея, Жирафа. В первые месяцы 2020 г. она начнет удаляться от Земли, но продолжит движение к Солнцу, благодаря чему к моменту прохождения перигелия может увеличить яркость до 7-8<sup>m</sup>, став легким объектом для биноклярных наблюдений и по-прежнему располагаясь в северной приполярной области неба. Кульминация кометы в этот период будет происходить в вечерние часы, что также можно отнести к благоприятным обстоятельствам ее



▲ Первооткрыватель нескольких комет и астероидов Масаюки Ивamoto со своим оборудованием.

видимости.

Комета Бланпэна (289P/Blanpain) пройдет точку перигелия 20 декабря 2019 г., а через три недели, 10 января 2020 г., приблизится к нашей планете на 0,09 а.е. (13 млн км). Эта околоземная короткопериодическая комета (минимальное расстояние между ее орбитой и орбитой Земли — 0,016 а.е.) имеет интересную историю. Она впервые наблюдалась в 1819 г. французским астрономом Жаном-Жаком Бланпэном (Jean-Jacques Blanpain), после чего ее потеряли почти на два столетия, пока в 2003 г. не переткрыли на снимках Каталинского обзора неба как астероид 2003 WY25, орбита которого оказалась идентичной потерянной комете. В том же году он подошел к Земле на очень небольшое расстояние (0,025 а.е.), и только после этого сближения, используя достаточно крупный телескоп с диаметром главного зеркала 2,2 м, профессиональные астрономы смогли зарегистрировать у него очень тусклую кому.

Поскольку в 1819 г. 289P/Blanpain была довольно яркой, по всей видимости, в том появлении вместе со сближением с Землей до 0,18 а.е. произошла мощная вспышка ее блеска, возможно, ставшая следствием распада первичного ядра. В пользу того, что комета распалась относительно недавно, свидетельствует также тот факт, что масса связанного с ней метеорного потока Феницид (в декабре 1956 г. он продемонстрировал всплеск активности до

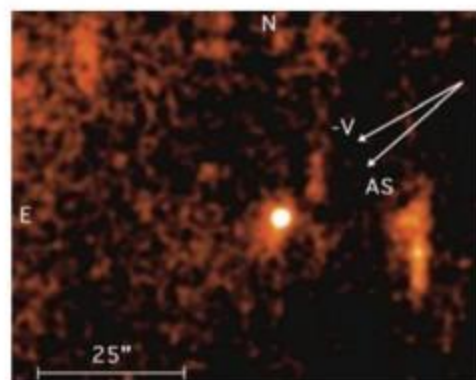
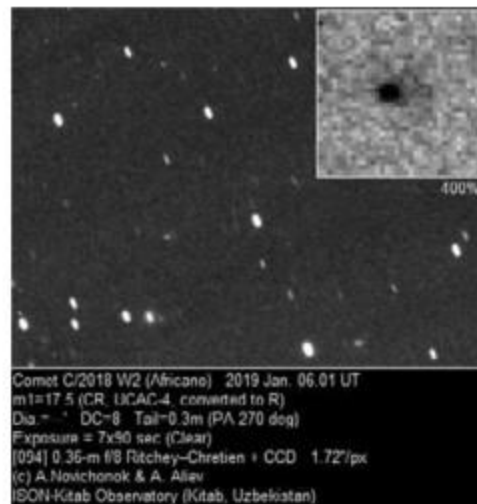
сотни метеоров в час) значительно больше, чем может породить переоткрытое в 2003 г. кометное ядро, размер которого оценивается всего в пару сотен метров, а скорость выброса им пылевой компоненты невелика.

В своем прошлом появлении в 2014 г. комета находилась намного дальше от Земли, но смогла удивить наблюдателей: в результате вспышки, произошедшей более чем за год до перигелия, она увеличила свою яркость примерно на 8 звездных величин (в полторы тысячи раз!).

В предстоящем появлении ожидаются хорошие условия видимости 289P/Blanpain, что позволит продолжить ее детальные исследования. В окрестностях максимального сближения она пройдет по созвездиям Пегаса, Андромеды и Кассиопеи. Правда, ее блеск, согласно прогнозам, ненамного превысит 18<sup>m</sup>, что исключает возможность визуальных наблюдений. Но если активность ее ядра окажется выше «стандартных» значений, комета может стать объектом, доступным для средних любительских телескопов.

И напоследок — пару слов о видимости в наступившем году остальных открытых на данный момент «хвостатых звезд». Слабеющие кометы Стефана-Оттерма (38P/Stephan-Oterma) и Свифта-Герелса (64P/Swift-Gehrels) в первые недели года могли наблюдаться визуально со средними и крупными любительскими телескопами. В начале января их блеск составил около 11<sup>m</sup> и 10<sup>m</sup> соответственно. Довольно далекая комета C/2018 N2 ASASSN (она пройдет перигелий 19 ноября 2019 г. на расстоянии 3,1 а.е. от Солнца) благодаря высокой абсолютной яркости осенью должна достичь 11-й величины. В этот период она окажется очень удобно расположенной для наблюдателей наших широт, двигаясь по созвездиям Овна, Треугольника и Андромеды. Также всегда могут произойти новые мощные вспышки — до 11-12<sup>m</sup> — периодической кометы Швассмана-Вахмана-1 (29P/Schwassmann-Wachmann), «обитающей» в Главном поясе астероидов.

▼ Комета Африкано (C/2018 W2 Africano) пока слишком слаба для большинства любительских телескопов, но предстоящей осенью она достигнет блеска 9-10<sup>m</sup>, в результате чего сможет наблюдаться даже с небольшими инструментами. Данный снимок был получен 6 января 2019 г. Артемом Новичонком в режиме удаленного доступа с помощью 36-сантиметрового телескопа сети ISON, установленного на Китабской обсерватории (Узбекистан). Блеск кометы в момент съемки составлял около 17,5<sup>m</sup>.



▲ При наблюдении с 2,2-метровым телескопом Гавайского университета у кометы Бланпэна (289P/Blanpain) в 2004 г. была обнаружена слабая вытянутая кома. В следующем появлении в 2014 г. она испытала мощную вспышку яркости. В конце 2019 г. комета пройдет свой очередной перигелий, а в январе 2020 г. сближится с Землей до расстояния 0,09 а.е. Приведенный снимок сделал 20 марта 2004 г. профессор Института астрономии Гавайского университета Дэвид Джуитт (David Jewitt).



▲ От кометы Швассмана-Вахмана-1 (29P/Schwassmann-Wachmann) всегда можно ожидать мощных вспышек, после которых она становится доступной даже небольшим телескопам. Типичное развитие вспышки показано на этом коллаже Дамиена Пича (Damian Peach), смонтированном по итогам наблюдений летом 2013 г.

# «Туманная жемчужина» декабрьского неба

Конец минувшего года был отмечен достаточно редким астрономическим событием: 16 декабря комета Виртанена (46P/Wirtanen) прошла на расстоянии 0,0774 а.е. (11,6 млн км) от нашей планеты, что стало ее наиболее тесным сближением с Землей с момента открытия и, похоже, вообще за все время существования. В этот период ее блеск, по некоторым оценкам, превысил 4-ю звездную величину, и она стала самой яркой «хвостатой звездой», украсившей земное небо за последние пять с лишним лет (с марта 2013 г., когда наблюдалась комета C/2011 L4 PanSTARRS). Собственно хвост у нее, правда, оказался довольно невыразительным, зато огромная кома в местах с хорошим темным небом просматривалась до расстояния больше

градуса от ядра, «отмеченного» сравнительно яркой центральной конденсацией. Ближе к концу декабря, когда комета уже начала ослабевать, она прошла недалеко от Капеллы — одной из 10 ярчайших «неподвижных» звезд небесной сферы.

Начиная с середины ноября, когда склонение кометы Виртанена увеличилось настолько, что она стала без особых проблем видна из средних широт Северного полушария, ее наблюдало и фотографировало множество профессионалов и, конечно же, любителей астрономии. Наиболее впечатляющие снимки «небесной гостьи» мы предлагаем вашему вниманию.

Подготовил Владимир Манько

► 16 декабря, в день наибольшего сближения с Землей, комета Виртанена с точки зрения наземных наблюдателей находилась на небе недалеко от яркого рассеянного звездного скопления Плеяды. На этом снимке, сделанном испанским астрофотографом Хосе Франсиско Эрнандесом (Jose Francisco Hernandez) на любительской обсерватории Альтамира (остров Тенерифе, Канарский архипелаг), комета видна ниже центра кадра, Плеяды — в правой части изображения. По всему полю зрения тянется сложный комплекс газово-пылевых туманностей в созвездии Тельца.



23 декабря комета Виртанена прошла менее чем в градусе от Капеллы (α Возничего) — третьей по яркости звезды северного небесного полушария. На этом снимке, сделанном знаменитым британским астрофотографом Дэмиеном Пичем (Damian Peach), Капелла видна слева и окружена ярким желтоватым ореолом — результатом рассеяния ее света в земной атмосфере и на оптических элементах объектива. Комета имеет отчетливый зеленый цвет, яркость ее комы (газовой оболочки, образующейся при испарении летучих компонентов) постепенно возрастает от края к центру, где находится кометное ядро.



# НЕБО в марте-апреле 2019 г.

## Видимость планет



В первой декаде марта закончится достаточно благоприятный период вечерней видимости **Меркурия**, начавшийся в феврале. Далее самая маленькая планета пройдет ниже соединения с Солнцем и выйдет на утреннее небо, где, несмотря на большую западную элонгацию, увидеть ее будет довольно сложно из-за небольшого наклона эклиптики к горизонту на утреннем небе весной в наших широтах. В середине апреля найти Меркурий поможет яркая **Венера**, которая сблизится с ним до расстояния около  $4^\circ$ . Незадолго до этого (10 апреля) она пройдет всего в 20 угловых минутах от **Нептуна**, однако наблюдать это необычное сближение на сумеречном небе можно только в инструменты с диаметром объектива не менее 100 мм.

**Марс** будет перемещаться по созвездию Тельца, все больше удаляясь от Земли и ослабевая. К концу апреля диаметр марсианского диска уменьшится до 4,2 угловых секунд. В конце марта Красная планета пройдет в  $3^\circ$  южнее Плеяд, а 15 апреля вступит в соединение с Альдебараном, уступая в блеске последнему примерно вдвое.

**Юпитер** ярко сияет на фоне слабых звезд южной части Змееносца. 10 апреля видимое движение планеты сменится с прямого на попятное. Блеск ее в это время достигнет  $-2,3^m$ , экваториальный диаметр юпитерианского диска превысит 40 угловых секунд.

**Сатурн** восходит перед рассветом и с каждым днем к началу гражданских сумерек поднимается все выше, однако условия для его наблюдений остаются не самыми благоприятными. Еще хуже в первые весенние месяцы 2019 г. будет виден **Уран**: в марте его еще можно найти по вечерам над западной частью горизонта вскоре после захода Солнца, а в конце апреля планета вступит в соединение со светилом и на некоторое время скроется в его лучах.

## Объект месяца

### МАРТ

В середине первого весеннего месяца около десяти часов вечера по местному времени проходит верхнюю кульминацию спиральная галактика NGC 2903 — один из достаточно ярких туманных объектов, в свое время «пропущенных» Шарлем Мессье. В большинстве источников чаще всего встречается значение ее блеска  $9,7^m$ , однако она без особого труда видна даже в 70-миллиметровые телескопы — при условии чистого неба и в отсутствие засветки. Открыл ее в 1784 г. известный английский астроном Уильям Гершель (William Herschel). Эта галактика находится на расстоянии 30 млн световых лет от Млечного Пути, ее сравнительно несложно найти в полутора градусах южнее звезды Альтерф ( $\lambda$  Льва).

NGC 2903 относится к довольно редким «галактикам поля», не связанным гравитационно с каким-либо галактическим скоплением (хоть она и расположена неподалеку от крупного Скопления Девы). Ее централь-

ные области характеризуются высокой интенсивностью звездообразования. Отдельный особо яркий сгусток в спиральном рукаве этой звездной системы имеет в «Новом общем каталоге» собственное обозначение — NGC 2905.



▲ Западная часть созвездия Льва с галактикой NGC 2903

▼ Этот впечатляющий снимок галактики NGC 2903 сделал весной 2015 года американский любитель астрономии Тони Халлас (Tony Hallas)



## АПРЕЛЬ

Все четыре планетарные туманности, включенные в каталог Мессье, находятся в разных созвездиях — Лисички, Лиры, Персея и Большой Медведицы. Последняя из них имеет обозначение M97 (NGC 3587) и собственное имя «Сова». На широте Киева в апреле по вечерам она кульминирует вблизи зенита. Как и «Маленькую гантель» (M76) в Персее,<sup>1</sup> ее открыл французский астроном Пьер Мешен (Pierre Méchain). Эта туманность относится к слабым, однако благодаря тому, что основная часть ее излучения приходится на зеленую линию ионизированного кислорода 501 нм, к которой человеческий глаз в темноте достаточно чувствителен, на прозрачном и незагрязненном небе M97 иногда удается рассмотреть в бинокли с диаметром объектива 60-70 мм. Наблюдениям очень поможет специальный узкополосный фильтр OIII, заметно повышающий контрастность подобных объектов. Два темных «провала» на фоне туманности становятся видны уже в 200-миллиметровые инструменты.

Видимый блеск M97 немного ниже 9-й звездной величины, ее угловой диаметр — около 3,3 минут, что соответствует линейному размеру 0,9 светового года (если верна оценка расстояния до нее в 2 тыс. световых лет). Туманность расширяется со скоростью более 30 км/с, что позволило установить ее возраст — порядка 8 тыс. лет. До этого на ее месте был красный гигант,

образующийся на финальных стадиях эволюции звезд типа Солнца. Его ядро до сих пор можно наблюдать в центре структуры как слабую звездочку 14-й величины — белый карлик с температурой поверхности 123 тыс. кельвинов. Медленное гравитационное сжатие обеспечивает ему достаточно высокую мощность излучения, в полсотни раз превосходящую солнечную.

Менее чем в градусе к северо-западу от M97 находится чуть более

слабая галактика M108 (NGC 3556), видимая под небольшим углом к ее главной плоскости: ее длина с точки зрения земных наблюдателей равна почти 9 угловым минутам, а ширина — всего 2,2'. Расстояние до нее оценивается в 45 млн световых лет.

▼ Туманность M97 «Сова» (слева вверху) и галактика M108 (в правой части снимка), сфотографированные венгерским астрономом-любителем Бахом Золтаном (Bach Zoltán) в январе 2017 г. Север справа.



## Максимумы блеска долгопериодических переменных (мириды) ✨

1.03	R Близнецов (6,5 <sup>m</sup> )	10.04	W Андромеды (6,7 <sup>m</sup> )
18.03	SS Девы (6,4 <sup>m</sup> )	22.04	R Орла (5,8 <sup>m</sup> )
21.03	RR Скорпиона (5,5 <sup>m</sup> )	24.04	U Ориона (5,7 <sup>m</sup> )

## Фазы Луны



4.03	11 <sup>h</sup> Луна (Ф=0,05) в апогее (в 406390 км от центра Земли)
6.03	16:05 Новолуние
14.03	10:27 Луна в фазе первой четверти
19.03	20 <sup>h</sup> Луна (Ф=0,98) в перигее (в 359380 км от центра Земли)
21.03	1:43 Полнолуние
28.03	4:10 Луна в фазе последней четверти
1.04	1 <sup>h</sup> Луна (Ф=0,16) в апогее (в 405575 км от центра Земли)
5.04	8:50 Новолуние
12.04	19:05 Луна в фазе первой четверти
16.04	22 <sup>h</sup> Луна (Ф=0,91) в перигее (в 364208 км от центра Земли)
19.04	11:12 Полнолуние
26.04	22:18 Луна в фазе последней четверти
28.04	18 <sup>h</sup> Луна (Ф=0,33) в апогее (в 404575 км от центра Земли)

<sup>1</sup> ВПВ №8-9, 2018, стр. 74

▼ «Ковш» Большой Медведицы и объекты каталога Мессье в его окрестностях










	<b>Новолуние</b>	6 марта 16:04 UMC 5 апреля 08:50 UMC
	<b>Первая четверть</b>	14 марта 10:27 UMC 12 апреля 19:05 UMC
	<b>Полнолуние</b>	21 марта 01:42 UMC 19 апреля 11:12 UMC
	<b>Последняя четверть</b>	28 марта 04:10 UMC 26 апреля 22:18 UMC

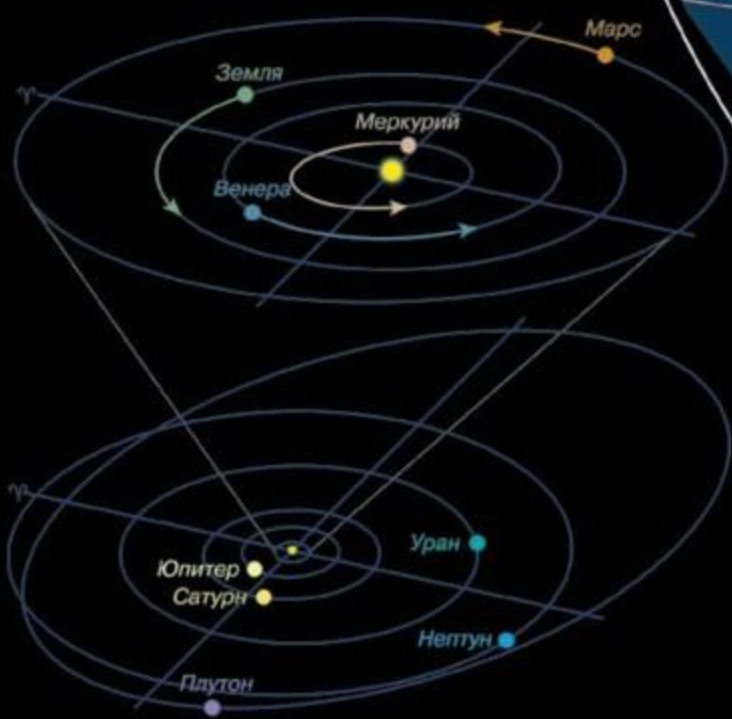
### Вид неба на 50° северной широты:

15 марта — в 23 часа местного времени;  
1 апреля — в 23 часа летнего времени;  
15 апреля — в 22 часа летнего времени

#### Условные обозначения:

-  рассеянное звездное скопление
-  шаровое звездное скопление
-  галактика
-  диффузная туманность
-  планетарная туманность
-  радиент метеорного потока
-  — эклиптика

### Положения планет на орбитах в марте-апреле 2019 г.





## Видимость планет:

- Меркурий – вечерняя (в начале марта)
- Венера – утренняя
- Марс – вечерняя
- Юпитер – утренняя (условия благоприятные)
- Сатурн – утренняя
- Уран – вечерняя (условия неблагоприятные)
- Нептун – утренняя (условия неблагоприятные)



## Планеты в марте-апреле 2019 года



## Малые тела Солнечной системы



С интервалом чуть больше суток — 5 и 6 апреля — в конфигурации противостояния окажутся два крупных объекта Главного астероидного пояса: Ирида (7 Iris) и Паллада (2 Pallas). Первый из них в это время будет находиться довольно далеко от Земли, благодаря чему его видимый блеск не превысит 9-й звездной величины. Условия видимости объекта дополнительно усложнит сравнительно небольшая высота над горизонтом для наблюдателей наших широт (его видимый путь пройдет по созвездиям Девы и Ворона). Паллада, наоборот, в момент оппозиции «посетит» северное созвездие Волопаса. Правда, ее расстояние от Солнца будет больше среднего, поэтому яркость астероида в максимуме должна быть немного выше 8-й величины.

21 апреля ожидается максимум ежегодного метеорного потока Лириды, связанного с долгопериодической кометой Тэтчера (C/1861G1 Thatcher). В это время он обычно «производит» около 20 метеоров в час, хотя в отдельные годы демонстрирует и более высокую активность.

## Запуски и пролеты космических аппаратов



**2.03** Отложенный запуск к МКС нового корабля Crew Dragon компании SpaceX в беспилотном режиме.

**1.04** Запуск индийского лунного зонда «Чандраян-2» (орбитальный и посадочный аппарат), ракета-носитель GSLV Mk II.

**4.04** Запуск грузового корабля «Прогресс МС-11», ракета-носитель «Союз-2.1а».

**4.04** Космический аппарат Parker Solar Probe проходит второй перигелий.

В марте должен состояться первый коммерческий запуск тяжелой ракеты Falcon Heavy компании SpaceX. На апрель запланирован первый испытательный полет корабля CST-100 Starliner, созданного компанией Boeing.

## Конфигурации планет и малых тел Солнечной системы



- 5.03** 5<sup>h</sup> Меркурий (1,0<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 7.03** 1<sup>h</sup> Нептун в верхнем соединении, в 1° южнее Солнца
- 15.03** 4<sup>h</sup> Меркурий в нижнем соединении, в 3° севернее Солнца
- 20.03** 21:58 Весеннее равноденствие. Начало астрономической весны
- 27.03** 12<sup>h</sup> Меркурий (1,5<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 5.04** Астероид Ирида (7 Iris, 9,2<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,829 а.е. (273 млн км) от Земли
- 6.04** Астероид Паллада (2 Pallas, 7,7<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,597 а.е. (239 млн км) от Земли
- 10.04** 17<sup>h</sup> Юпитер (-2,3<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния
- 11.04** 20<sup>h</sup> Меркурий (0,4<sup>m</sup>) в наибольшей западной элонгации (27°43')
- 22.04** 23<sup>h</sup> Уран в верхнем соединении, в 0,5° южнее Солнца
- 30.04** 3<sup>h</sup> Сатурн (0,5<sup>m</sup>) проходит конфигурацию стояния

## Соединения и покрытия



- 1.03** 19<sup>h</sup> Луна (Ф=0,20) закрывает Сатурн (0,6<sup>m</sup>)
- 2.03** 21<sup>h</sup> Луна (Ф=0,12) в 2° южнее Венеры (-4,1<sup>m</sup>)
- 10.03** 8<sup>h</sup> Луна (Ф=0,13) в 5° южнее Урана (5,9<sup>m</sup>)
- 11.03** 17<sup>h</sup> Луна (Ф=0,22) в 6° южнее Марса (1,3<sup>m</sup>)
- 12.03** 3:35 Венера (-4,0<sup>m</sup>) закрывает звезду HIP 103521 (8,4<sup>m</sup>)
- 13.03** 9<sup>h</sup> Луна (Ф=0,39) в 1° севернее Альдебарана (α Тельца, 0,8<sup>m</sup>)
- 19.03** 2<sup>h</sup> Луна (Ф=0,94) в 2° севернее Регула (α Льва, 1,3<sup>m</sup>)
- 22.03** 15<sup>h</sup> Луна (Ф=0,96) в 7° севернее Спики (α Девы, 1,0<sup>m</sup>)
- 26.03** 2<sup>h</sup> Луна (Ф=0,70) в 7° севернее Антареса (α Скорпиона, 1,0<sup>m</sup>)
- 27.03** 2<sup>h</sup> Луна (Ф=0,61) в 1° севернее Юпитера (-2,2<sup>m</sup>)
- 29.03** 5<sup>h</sup> Луна (Ф=0,40) в 1° южнее Сатурна (0,6<sup>m</sup>)
- 2.04** 8<sup>h</sup> Луна (Ф=0,09) в 3° южнее Венеры (-4,0<sup>m</sup>)  
20<sup>h</sup> Меркурий (0,8<sup>m</sup>) в 0,4° севернее Нептуна (8,0<sup>m</sup>)
- 3.04** 0<sup>h</sup> Луна (Ф=0,05) в 4° южнее Меркурия и Нептуна
- 6.04** 17<sup>h</sup> Луна (Ф=0,02) в 5° южнее Урана (5,9<sup>m</sup>)
- 9.04** 9<sup>h</sup> Луна (Ф=0,16) в 5° южнее Марса (1,5<sup>m</sup>)  
16<sup>h</sup> Луна (Ф=0,18) в 2° севернее Альдебарана
- 10.04** 6<sup>h</sup> Венера (-3,9<sup>m</sup>) в 0,3° южнее Нептуна (8,0<sup>m</sup>)
- 15.04** 9<sup>h</sup> Луна (Ф=0,79) в 2° севернее Регула  
10<sup>h</sup> Марс (1,5<sup>m</sup>) в 6° севернее Альдебарана
- 16.04** 18<sup>h</sup> Меркурий (0,2<sup>m</sup>) в 4° восточнее Венеры (-3,9<sup>m</sup>)
- 19.04** 3<sup>h</sup> Луна (Ф=1,00) в 6° севернее Спики
- 23.04** 12<sup>h</sup> Луна (Ф=0,82) в 1° севернее Юпитера (-2,4<sup>m</sup>)
- 25.04** 15<sup>h</sup> Луна (Ф=0,63) в 1° южнее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)
- 30.04** 12<sup>h</sup> Луна (Ф=0,19) в 4° южнее Нептуна (7,9<sup>m</sup>)

## Метеорные потоки



- 21.04** Максимум активности метеорного потока Лириды (до 20 метеоров в час, радиант: α=18<sup>h</sup>02<sup>m</sup>, δ=32°)



Оперативная  
спутниковая съемка для  
бизнеса и исследовательских  
проектов

[eos.com/landviewer](https://eos.com/landviewer)



Находите, просматривайте и  
скачивайте изображения из открытых  
источников EO



Экспресс-анализ изображений по  
более чем 20 индексам и  
комбинациям полос



Получайте доступ к снимкам высокого  
разрешения от Airbus, Space View



Пользовательские настройки  
анализа результатов  
дистанционного зондирования



Создавайте хронологию  
изображений, чтобы отслеживать  
изменения со временем



Используйте опции сравнения,  
3D-просмотр, изменение контраста  
и другие инструменты

Генеральные спонсоры:



EARTH  
OBSERVING  
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



AUTO  
Standard  
Group

Издается при поддержке:



Национальная  
академия  
наук Украины



Государственное  
космическое  
агентство Украины



Главная  
астрономическая  
обсерватория  
НАН Украины



Аэрокосмическое  
общество  
Украины



Информационно-  
аналитический  
центр  
«Спейс-Информ»



Государственный  
астрономический  
институт им. П. К. Штернберга  
Московского  
государственного  
университета



Украинская  
астрономическая  
ассоциация



Международное  
Евразийское  
астрономическое  
общество