

Вселенная пространство + время

ПАМЯТИ КЛИМА ИВАНОВИЧА ЧУРЮМОВА ПОСВЯЩАЕТСЯ...



*Ушел из жизни
выдающийся ученый*

ТЕМА НОМЕРА

Теория струн и природа реальности

ЭКСКЛЮЗИВ

*Древняя страна
на берегах Сарасвати*

Теория струн предлагает одно из наиболее удачных описаний нашего мира на всех уровнях — от сверхскоплений галактик до элементарных частиц — и в то же время допускает, что наша Вселенная может быть лишь одним из множества подобных миров...

**Миссия EхoMars:
частичный
успех**

**Curiosity
открывает
новую главу**

**Финал
миссии
Rosetta**



www.universemagazine.com



Коллекция ICONX дополняет серию Metal Earth, предлагая модели больших размеров с улучшенной детализацией. Больше моделей на сайте: 3planeta.com.ua



Небоскреб
Willis Tower

Бурдж-эль-Араб



Небоскреб
Chrysler Building

НОВИНКА
Копирует
Больше деталей
Выше точность



Триумфальная
арка



Тадж-Махал



Пизанская
башня



Вездеход
Humvee

WWW.3PLANETA.COM.UA

**КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ,
ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»**

**11 ноября
18:30**

Киевский Дом ученых НАНУ, Большой зал.
ул. Владимирская, 45а
(ст. метро «Золотые ворота»).
050 960 46 94



Колонизация космоса и частный бизнес: астероиды, Луна, Марс.



Рик ТУМЛИНСОН

Американский предприниматель, соучредитель Deep Space Industries и других частных компаний, занимающихся проектами промышленного освоения космоса.

Один из самых влиятельных людей в мировой космической индустрии.

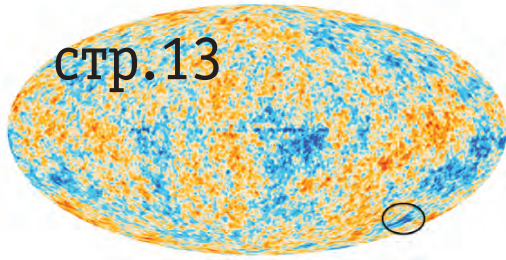
Открыта регистрация
посетителей.

Количество мест
ограничено!

www.universemagazine.com

www.universemagazine.com

стр.13



ВСЕЛЕННАЯ

Теория струн и природа реальности
Брайан Грин 4

Новости

Исследование эпохи
реионизации 10

Вселенная содержит
в 10 раз больше галактик 11

Как расширяется Вселенная 12

Новая карта космических
сверхструктур 13

Углерод в туманности Ориона 14

Ушел из жизни Клим Иванович
Чурюмов 15

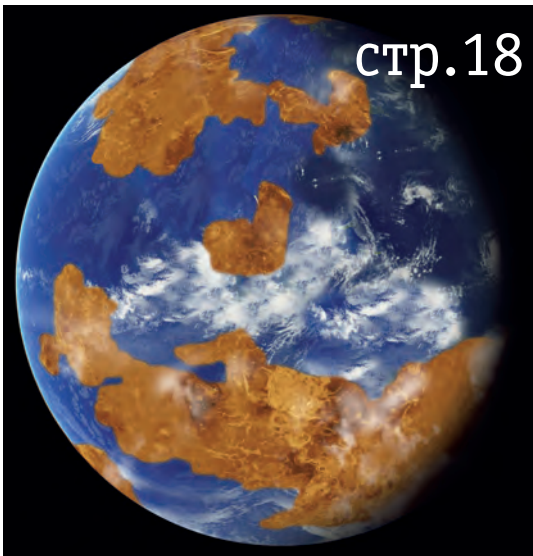
СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Новости

Финал миссии Rosetta 16

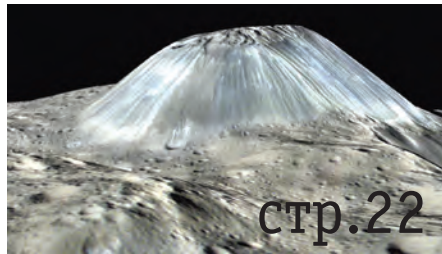
Венера могла быть первой
обитаемой планетой 18

стр.18



СОДЕРЖАНИЕ

Октябрь 2016



стр.22

Opportunity исследует овраг 19

Curiosity продолжает
изучение Марса 20

Гора Ахуна — самый близкий
криовулкан 22

Миссия ЕхoMars:
частичный успех 23

Juno остается
на «длинной» орбите 23

КОСМОНАВТИКА

Новости

Antares возобновил полеты 24

Возрождение проекта
Sea Launch 24

Пополнение на МКС 25

В «Небесный дворец»
прибыл экипаж 25

ИСТОРИЯ ЦИВИЛИЗАЦИЙ

**Древняя страна на берегах
Сарасвати**

Михаил Видейко 26

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

**Телескоп
Omegon N 114/900 EQ-1** 31

**Близкая комета
с длинным названием
Владимир Манько** 26

Небесные события декабря 34

**Швейцарский астронавт
Клод Николье посетил Киев** 38



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

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

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



**Этот номер журнала
вышел при поддержке
Zimin Foundation**

Руководитель проекта,
главный редактор:

Гордиенко С.П.

Руководитель проекта,
коммерческий директор:

Гордиенко А.С.

Выпускающий редактор:

Манько В.А.

Редакторы:

Ковальчук Г.У., Василенко А.А.
Остапенко А.Ю. (Москва)

Редакционный совет:

Андронов И.А. — декан факультета
Одесского национального морского
университета, доктор ф.-м. наук, про-
фессор, вице-президент Украинской
ассоциации любителей астрономии
Вавилова И.Б. — научный секретарь
Совета по космическим исследованиям

НАН Украины, вице-президент
Украинской астрономической
ассоциации, кандидат ф.-м. наук

Митрахов Н.А. — Президент
информационно-аналитического
центра «Спейс-Информ», директор
киевского представительства
ГП КБ «Южное», к.т.н.

Олейник И.И. — генерал-полковник,
доктор технических наук, заслуженный
деятель науки и техники РФ

Рябов М.И. — старший научный
сотрудник Одесской обсерватории
радиоастрономического института
НАН Украины, кандидат ф.-м. наук,
сопредседатель Международного
астрономического общества

Черепашук А.М. — директор Государ-
ственного астрономического института
им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

Чурюмов К.И. — член-корреспондент
НАН Украины, доктор ф.-м. наук,
профессор Киевского национального
Университета им. Т. Шевченко

Дизайн, компьютерная верстка:
Галушка Светлана

Отдел продаж:
Остапенко Алена, Мельник Никита
тел.: (067) 326-65-97,
(067) 215-00-22

Адрес редакции:
02097, Киев,
ул. Милославская, 31-Б, к. 53
тел./факс: (044) 295-00-22
e-mail:

uverce@gmail.com
info@universemagazine.com
www.universemagazine.com

Телефоны в Москве:
(495) 544-71-57,
(800) 555-40-99 звонки с территории
России бесплатные

Распространяется по Украине
и странам СНГ
В рознице цена свободная

Подписные индексы
Украина: 91147
Россия:
12908 — в каталоге «Пресса России»
24524 — в каталоге «Почта России»
12908 — в каталоге «Урал-Пресс»

Учредитель и издатель
ЧП «Третья планета»
Зарегистрировано Государственным
комитетом телевидения
и радиовещания Украины.
Свидетельство КВ 7947
от 06.10.2003 г.

© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время —
№10 октябрь 2016

Тираж 8000 экз.

Ответственность за достоверность
фактов в публикуемых материалах
несут авторы статей

Ответственность за достоверность
информации в рекламе несут
рекламодатели

Перепечатка или иное использование
материалов допускается только
с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на журнал
обязательна.

Формат — 60x90/8
Отпечатано в типографии
ООО «Прайм-принт»,
Киев, ул. Малинская, 20.
т. (044) 592-35-06

Теория струн и природа реальности

Брайан Грин (Brian Greene)
физик-теоретик, профессор
Колумбийского университета,
Нью-Йорк, США



Лекция прочитана 27 июня 2016 г. на фестивале
STARMUS (Тенерифе, Испания)*

Перевод: Валерия Ковеза

Рецензент перевода:

Владимир Сурдин

Редакторы перевода:

Сергей Гордиенко, Владимир Манько

* Представленная статья является переводом фонограммы доклада Брайана Грина «String Theory and the Nature of Reality» с минимальными стилистическими изменениями для адаптации к журнальному формату

В своей лекции я продолжу тему ускоряющегося расширения Вселенной и темной энергии. Для этого стоит вкратце пройти по основным моментам доклада Адама Рисса, которые наиболее актуальны для моего повествования.¹ Давайте кратко рассмотрим их. Поскольку гравитация — исключительно притягивающая сила, на протяжении долгого времени считалось, что расширение Вселенной под ее воздействием должно со временем замедляться, так как эта сила притягивает все объекты друг к другу. Но Адам и его коллеги вместе со своими научными группами пришли к совершенно противоположному заключению. Они обнаружили, что, вопреки упомянутым представлениям, скорость расширения Вселенной возрастает. Такое заключение, конечно же, вызывает законный вопрос: «Что именно оказывает давление изнутри, заставляющее все разлетаться?» В поисках ответа ученые пришли к общепринятому сейчас мнению о существовании энергии, «расталкивающей» пространство — темной энергии.² Согласно Общей теории относительности Эйнштейна, она отталкивает все друг от друга, это «отталкивающая» гравитация.

Все дело в том, что, как оказалось, со временем под ее влиянием пространство расширяется все быстрее и быстрее. Это выдающийся результат, основанный на результатах наблюдений, и он требует объяснений, почему так происходит.

Уже предложено три возможных объяснения, что же стоит за действием этой темной энергии, из чего она состоит, как со временем меняются ее свойства. Сейчас мы рассмотрим одно из этих объяснений. Оно состоит в том, что космос наполнен некой энергией, отображенной в формуле Эйнштейна «космологической постоянной»,³ которая не изменяется с течением времени. Моей целью будет предложить вам один из возможных способов разрешить глубинную загадку этой космологической постоянной, или темной энергии. Загадка состоит в том, что если произвести теоретические расчеты плотности темной энергии и сравнить с тем, что дают наблю-

Брайан Грин (Brian Greene) родился 9 февраля 1963 г. в Нью-Йорке, США. В 1980 г. стал студентом Гарвардского университета, где получил степень бакалавра по физике. Диссертацию защитил в 1987 г. в Оксфордском университете (Великобритания). С 1990 г. начал работать на физическом факультете Корнельского университета (Итака, штат Нью-Йорк), с 1996 г. — профессор физики и математики Колумбийского университета. Талантливый писатель и популяризатор науки, выступал с лекциями в трех десятках стран, как перед специалистами, так и перед широкой аудиторией. Известен благодаря ряду открытий в области теории суперструн. В 2000 г. за книгу «Элегантная Вселенная» был удостоен премии Авертис; участвовал в создании серии образовательных телепрограмм по мотивам этого произведения. В 2008 г. стал одним из основателей ежегодного Всемирного научного фестиваля (World Science Festival).



Брайан Грин на сцене фестиваля STARMUS 27 июня 2016 г.

дения, то они будут весьма значительным образом различаться. Чтобы у вас сложилось представление о том, насколько они расходятся, я скажу, что если выразить результат в системе натуральных величин,⁴ то получится ноль целых и еще 121 ноль после запятой до первой значащей цифры. И когда мы, теоретики, смотрим на такое число, у нас возникает чувство, что земля уходит из под ног: как же можно его объяснить? Ведь в нашей повседневной жизни мы не сталкиваемся ни с чем подобным!

Числа, к которым мы привыкли — единица, одна вторая, число «пи» и прочие

¹ Адам Рисс прочел свою лекцию (Adam Riess, «Exploding Stars and The Accelerating Universe») на фестивале STARMUS непосредственно перед выступлением Брайана Грина. Эта лекция была опубликована в предыдущем номере нашего журнала — ВПВ №9, 2016, стр. 4

² ВПВ №10, 2005, стр. 6; №8, 2011, стр. 26; №9, 2011, стр. 4

³ Так называемый Λ -член, или космологическую постоянную, Альберт Эйнштейн ввел в свое уравнение поля, чтобы получить его вид для стационарной Вселенной (нерасширяющейся и несжимающейся). Когда выяснилось, что наша Вселенная все же расширяется, необходимость в нем отпала. Снова ввели его уже в конце XX века, чтобы учесть в уравнении неизвестную силу, ускоряющую «вселенское расширение» — ВПВ №3, 2006, стр. 6

⁴ В физике иногда используется универсальная система мер, в которой основные мировые константы (скорость света, константы Кулона и Планка, гравитационная постоянная, элементарный заряд) приняты равными единице. Ее называют «системой натуральных величин» или «планковской системой».

величины такого рода. Но как же быть с теориями, предсказывающими нечто вроде этого числа в результате расчетов?

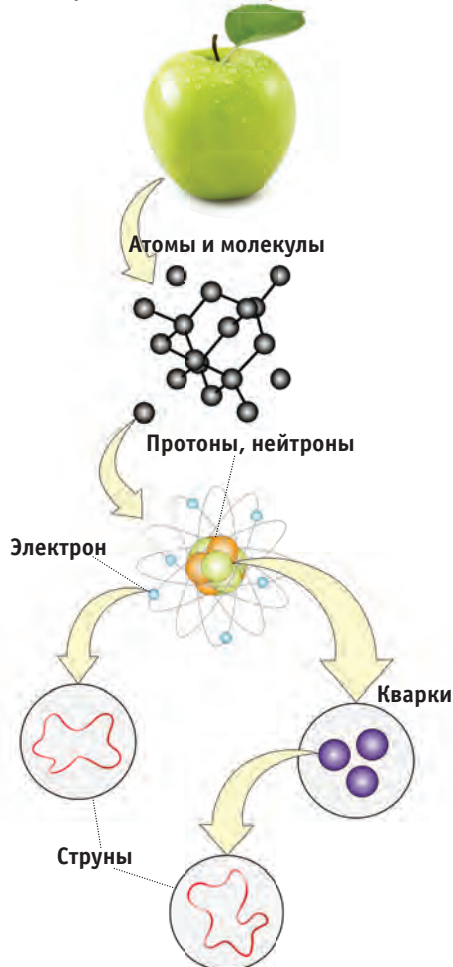
Эта загадка заставляет ученых предлагать множество вариантов ее решения. На данный момент не существует такого варианта, с которым бы все были согласны. Я хочу остановиться на одном из возможных ответов. Часто такое решение называют наиболее радикальным из всех предложенных. Это означает, что, возможно, оно неверно. Но это не столь существенно. Красота науки в том, что вы можете выдвигать идеи, основанные на своих мыслях и подкрепленные математическими расчетами, представлять их миру, и рано или поздно вы получите данные, свидетельства, результаты наблюдений, которые подтвердят или опровергнут вашу гипотезу. Сейчас у нас есть достаточно надежные наблюдательные данные, которым необходимо дать теоретическое обоснование и посмотреть, куда такие теории нас приведут. А ведут они нас к очень странным выводам. В частности, о том, что наша Вселенная могла бы — подчеркиваю, теоретически могла бы — быть одной из многих других Вселенных. Мы можем оказаться частью Мультивселенной.

Конечно, это очень странная, невероятная идея. В этом и состоит ее особый интерес: для большинства людей такое предположение выходит за рамки привычного мышления — представления о том, что понятие «Вселенная» уже включает в себя все, что вообще существует. Чтобы вы могли себе лучше это представить, расскажу о случае с моей дочерью.⁵ Сейчас ей восемь лет, но когда ей было три с половиной, она всю впитывала в себя все эти идеи. Так вот, однажды она сидела у меня на руках, и я сказал: «София, я люблю тебя больше, чем все во Вселенной!». А она спросила: «Папа, больше чем во Вселенной или чем в Мультивселенной?»

Итак, вопрос состоит в том, откуда берет начало идея о существовании Мультивселенной? В какой естественной теоретической парадигме можно ее описать? Я могу предложить описание с точки зрения принципов теории, носящей название теории струн. В ее рамках Мультивселенная может быть естественным следствием. Я не уверяю вас в том, что так оно и есть (пока не существует веских причин считать это утверждение наиболее правдоподобным) — это лишь одно из возможных следствий. Каким же образом мы приходим к такому выводу?

Тут следует сделать отступление для пояснения некоторых аспектов теории

струн. Она возникла несколько десятилетий назад как попытка объединить описание гравитации, данное Общей теорией относительности Эйнштейна, с принципами квантовой механики. Задача объединения этих двух теорий очень непроста, но теория струн преуспела в этом хотя бы на уровне теоретических разработок, на бумаге. Ее основная идея состоит в следующем: возьмите обычную материю (например, яблоко) и начните рассматривать его все более детально и пристально, на все более мелких уровнях. Вы дойдете до молекул и атомов, электронов и атомных



▲ Теория струн утверждает, что если бы мы могли исследовать фундаментальные частицы (электрон, мюон, кварки, нейтрино) с более высокой разрешающей способностью, на много порядков превышающей наши современные технические возможности, мы бы обнаружили, что каждая из частиц является не точечным образованием, а состоит из крошечной одномерной петли. Внутри каждой частицы — вибрирующее, колеблющееся волокно, подобное бесконечно тонкой резиновой ленте, которое физики назвали струной. Возьмем обычный материальный объект (яблоко) и последовательно увеличим его структуру для того, чтобы показать ее компоненты во все более крупном масштабе. Теория струн добавляет новый микроскопический уровень — колеблющуюся петлю — к уже известной иерархии, идущей от молекул и атомов к протонам, нейтронам, электронам и кваркам. (По книге: Brian Green, «The Elegant Universe». М.: УПСС, 2013)

ядер, состоящих из протонов и нейтронов, а те, в свою очередь, состоят из кварков. Общепринятые теории ограничиваются этим. Теория струн же предполагает, что если вы проникнете глубже, то обнаружите еще кое-что — микроскопические колеблющиеся волокна энергии.

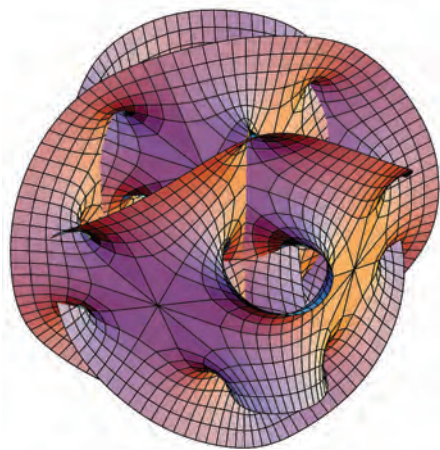
Главная идея состоит в том, что разные способы вибрации струны порождают различные известные нам элементарные частицы: электроны, кварки, нейтрино... Все они — лишь многообразные вибрации гипотетического объекта, называемого струной. Эта идея привлекательна тем, что на бумаге позволяет объединить между собой Общую теорию относительности и квантовую механику. Не существует и грамма экспериментальных доказательств, свидетельствующих в ее пользу. Проблема заключается в том, что струны должны иметь исключительно маленький размер. Вот и все. Их очень сложно увидеть. Десять в минус тридцать пятой степени метра — слишком мало для того, чтобы обнаружить их даже с помощью Большого Адронного Коллайдера.⁶ Таким образом, все вышеописанное — теоретические наработки, не имеющие прямых экспериментальных доказательств.

Самое удивительное во всем этом — вся физика частиц, которую мы наблюдаем, обусловлена различными видами колебаний струн. Кроме того, если продолжать углубляться в математические аспекты, станет очевидно, что в них скрыта еще одна особенность — совершенно неожиданная, странная особенность, проявляющая себя в том, что уравнения не будут работать, если в нашей Вселенной всего три пространственных измерения. Необходимо большее количество измерений, что-то помимо «вперед-назад», «влево-вправо» и «вверх-вниз». Как такое возможно? Теория предполагает, что остальные измерения должны быть очень компактно свернутыми, настолько сильно, что мы не можем их разглядеть.

Представьте себе садовый шланг, который лежит вдалеке от вас. Он кажется вам просто прямой линией. Но если подойти ближе, вы увидите, что он имеет толщину, что это поверхность, замкнутая в окружность. Однако издали вам ее не было видно, поскольку она слишком мала. Тот же принцип работает и в теории струн. Теория предсказывает, что если погрузиться глубоко в ткань пространства, можно обнаружить дополнительные свернутые измерения в форме так называемых пространств Калаби-Яу (но это уже не столь существенные детали).

⁵ На лекции Брайана Грина его дочь сидела в первом ряду зрительного зала.

⁶ ВПВ №9, 2008, стр. 25; №7, 2012, стр. 20



▲ Дополнительные пространственные измерения теории струн не могут быть свернуты произвольным образом: уравнения, следующие из этой теории, существенно ограничивают геометрическую форму, которую они могут принимать. Этим условиям соответствует конкретный класс шестимерных объектов, называемых пространствами Калаби-Яу или многообразиями Калаби-Яу (Calabi-Yau shapes), в честь двух математиков — Эудженио Калаби из Университета штата Пенсильвания и Шин-Туна Яу из Гарвардского университета, исследования которых в близкой области, выполненные еще до появления теории струн, сыграли центральную роль в понимании таких объектов. Хотя математическое описание пространств Калаби-Яу является довольно сложным и изощренным, мы можем получить представление о том, как они выглядят, взглянув на рисунок.

Рассматривая этот рисунок, следует помнить, что ему присущи некоторые ограничения, связанные с невозможностью полноценно представить шестимерное пространство на двумерном листе бумаги, из-за чего неизбежно возникают довольно существенные искажения. Тем не менее, он передает основные черты внешнего вида пространств Калаби-Яу. Приведенный пример иллюстрирует всего лишь одну из огромного множества возможных форм этих пространств, удовлетворяющих строгим требованиям к дополнительным измерениям, вытекающим из теории струн. (По книге: Brian Green «The Elegant Universe» / М.:УРСС, 2013)

Суть в том, что струны исключительно малы, и они могут вибрировать внутри этих микроскопических свернутых измерений. Это то, что, очевидно, может влиять на массы элементарных частиц и даже количество темной энергии. Если бы мы знали, как именно выглядят эти свернутые измерения, мы смогли бы, например, рассчитать это количество. Так что же нам делать? Попытаться разглядеть форму свернутых дополнительных измерений? Сделать расчеты и сравнить их с данными наблюдений?

В 80-е годы, когда я оканчивал университет, было известно только 5 возможных форм, подходящих для использования в формулах теории струн. Темой моей диссертации стал выбор одной из них с последующим расчетом физических параметров и сравнением с тем, что мы наблюдаем в окружающей реальности. Когда работа была завершена, оказалось, что

предсказание и наблюдения не совпали. Обычно в таком случае делается следующее: берется одна из оставшихся форм и проверяется на соответствие. Может быть, в следующий раз результат окажется положительным. Тем временем математики и физики обнаружили множество других возможных форм, которые могли бы подойти для решения струнных уравнений. С пяти их количество возросло до нескольких тысяч. Но и несколько тысяч — решаемая задача. В конце концов, чем-то же должны заниматься молодые специалисты. Однако с наступлением 90-х годов, а потом и нового тысячелетия, количество возможных форм продолжало расти, пока не достигло современной оценки порядка десяти в пятисотой степени. Это много — значительно больше, чем количество элементарных частиц в наблюдаемой части Вселенной. Нам никогда не изучить их одну за другой. Что же делать ученым?

Некоторые сторонники теории струн говорят о том, что сделать однозначное предсказание никогда не удастся, поскольку неизвестно, какой же из возможных форм на самом деле обладают свернутые измерения. Другие предлагают найти математический метод, чтобы выбрать нужную форму из набора возможных. Третий вариант состоит в том, чтобы принять эту ситуацию как есть и выразить ее иным способом, который может дать объяснение и расчетному значению космологической постоянной — количеству темной энергии в космосе. Как же может форма дополнительных измерений объяснить это число?

Ответ заключается в следующем. Возможно, не существует той самой «особенной» формы, и нам не стоит пытаться найти ту единственную, которая приводила бы к наблюдаемым параметрам Вселенной. Возможно, все они подходят и все они реализуются в том смысле, что наша Вселенная — не единственная, что в Мультивселенной их бесконечное множество и каждая обладает своей формой свернутых измерений (и, следовательно, своим количеством темной энергии). Таким образом, объяснение столь странного числа не является больше проблемой, поскольку каждое из возможных чисел имело бы место в одной из вселенных в составе огромной Мультивселенной.

Мне стоит замолвить слово и о своем сыне (надо же быть хорошим родителем, любящим своих детей одинаково: сказал про одного — скажи и про второго). Когда ему было четыре с половиной года, мы пошли в обувной магазин. Он выбрал ботинки, пришел продавец, мы их взяли, за-

платили и ушли. А потом оказалось, что обувь не подошла ему по размеру. Выяснилось, что он не понимал, как работает магазин, что там есть склад со всеми возможными размерами этой модели. Когда я рассказал об этом сыну, мистика развеялась — конечно же, у них были и другие ботинки, у них были все размеры. То же самое и здесь. Если в Мультивселенной есть вселенные со всеми возможными количествами темной энергии, то и наша должна оказаться в их числе, поскольку в ней есть одно из возможных ее количеств. И если бы мы могли изучить каждую из них, то обнаружили бы, что в каждой дополнительные свернутые измерения имеют свою форму. Соответственно, эта форма определяет то, как вибрируют струны, что ведет к различному количеству темной энергии. Таким образом, ее количество, свойственное для нашей Вселенной — всего лишь одно из многих возможных, существующих где-то в Мультивселенной.

Это полностью меняет постановку вопроса. Теперь проблема заключается не в том, чтобы объяснить необычайно малый показатель космологической постоянной во Вселенной, а в том, почему из всех возможных вариантов вселенных мы существуем именно в той, где он такой? Это вопрос, на который нам предстоит найти ответ. Если рассмотреть другие варианты вселенных, где темной энергии значительно больше, чем в нашей, получится, что их расталкивающая сила изначально была столь огромной, что в них не смогли бы сформироваться никакие звезды и галактики. А во вселенных, где темной энергии слишком мало (или, например, ее показатель отрицательный), гравитация настолько сильна, что вся материя сразу обрушилась бы сама на себя, превратившись в одну сверхгигантскую черную дыру. В каждом из таких сценариев у жизни не было бы либо возможности, либо достаточно времени, чтобы зародиться и эволюционировать. Это и есть объяснение такого малого показателя темной энергии в нашей Вселенной.

Если это объяснение оставляет у вас чувство смятения, то скажу следующее: на самом деле похожее объяснение мы используем постоянно в различных контекстах! Много лет назад Кеплер⁷ хотел найти объяснение тому, что Земля движется на определенном, именно таком, как есть, расстоянии от Солнца (теперь мы знаем, что оно примерно равно 150 млн км). Он пытался рассчитать это расстояние, используя

⁷ ВПВ №3, 2009, стр. 16

свои принципы и уравнения, но не сумел. Все потому, что вопрос, который он поставил, был сформулирован неверно. Существует множество планет на различных расстояниях от своих родительских светил, и это и есть фундаментальное объяснение того, почему мы находимся именно в 150 млн км от нашего Солнца.

Правильный вопрос таков: «Почему мы, люди, существуем именно на той планете, которая расположена именно на этом расстоянии от такой звезды, как Солнце?». И ответ на этот вопрос состоит в следующем. На планете, которая находится ближе к солнцеподобной звезде, было бы невероятно жарко. настолько жарко, что едва ли формы жизни, похожие на нашу, смогли бы там развиваться. В то же время на планетах, расположенных значительно дальше от своей звезды, было бы слишком холодно. И снова-таки, аналогичной нашей форме жизни существовать там было бы чересчур проблематично. Таким образом, мы знаем, почему мы именно здесь: это расстояние от материнской звезды способствует развитию

той формы жизни, к которой мы относимся. Именно это и является объяснением.

Конечно же, пример с Солнечной системой не совсем корректен. Очевидно, это объяснение расположения нашей планеты выглядит убедительным потому, что мы наверняка знаем о существовании во Вселенной множества других планет. Объяснение количества темной энергии, которое я только что изложил, кажется более сомнительным из-за того, что нам неизвестно, существуют ли другие вселенные на самом деле. Есть ли механизм, хотя бы гипотетический, который мог бы создавать эти вселенные? Как вообще создать всего одну вселенную? Для объяснения можно обратиться к традиционной теории Большого Взрыва, согласно которой изначальный взрыв заставляет материю и излучение разлетаться прочь во все стороны, Вселенная расширяется, и в итоге мы получаем ту картину, которую привыкли видеть на темном ночном небе. Но когда физики и астрономы пытаются дать объяснение тому, что же является причиной расширения космоса, возникают проблемы.

▼ Представьте Вселенную в виде гигантского куска швейцарского сыра, в котором дырки соответствуют областям, где величина инфлатонного поля мала, а в остальных областях она, наоборот, велика. То есть дырки — это области, подобные нашей Вселенной, прошедшие стадию супербыстрого расширения, в процессе чего энергия инфлатонного поля преобразовалась в частицы, из которых со временем сформировались галактики, звезды и планеты. На стандартном языке космологии каждая дырка называется «пузырьком-вселенной» (или ячейкой-вселенной). Каждая из них является полостью, образовавшейся в результате супербыстрого расширения пространства. Наглядное, но уменьшительное название «пузырек-вселенная» не должно вводить в заблуждение. Наша Вселенная огромна. То, что она может быть образованием, вложенным в еще большую космическую структуру (один «пузырек» в огромном куске «космического сыра»), лишь подтверждает фантастически огромные размеры космоса в целом в рамках инфляционной парадигмы. То же справедливо и для других «пузырьков». Каждый из них — это вселенная, подобная нашей: настоящая, огромная, постоянно расширяющаяся. (По книге: Brian Green «The Hidden Reality» / М.: УРСС, 2013)



В 1980-х годах появилась теория инфляционного расширения Вселенной, которая также предполагает наличие чего-то наподобие темной энергии, но намного сильнее, подпитываемой «топливом», называемым инфлатонным полем (опустим технические детали), ответственным за «расталкивание» материи в ранней Вселенной. Самое удивительное в этой теории — если произвести расчеты, это «топливо» оказывается настолько высокопроизводительным, что его абсолютно невозможно израсходовать полностью. То есть если «собрать» его в нашей Вселенной, в которой был единственный Большой Взрыв, в процессе него будет произведено еще больше этого «топлива», которое станет причиной новых больших взрывов, порождающих другие вселенные.

Если вы внимательно следили за ходом рассказа, то, посмотрев на эти многочисленные вселенные в контексте теории струн, мы можем предположить, что в каждой из них дополнительные пространственные измерения имеют свою собственную форму, и — опять же, если верить теории струн — каждая из форм обуславливает различное количество темной энергии в этих вселенных, а мы обнаруживаем себя именно в этой Вселенной, а не в другой, благодаря подходящему значению этого показателя, допускающему возможность формирования галактик и всего остального, включая нашу форму жизни.

А теперь — немного неожиданное заявление. Я не верю в эту идею. Спасибо за внимание...

На самом деле никто ни во что не должен верить, пока не появятся весомые доказательства, данные наблюдений. Да, это приятно звучащие теоретические идеи для тех, кто занимается математическим анализом. Но сможем ли мы когда-либо получить экспериментальные данные, позволяющие определить, правдива ли эта теория или ложна? В последнее время ученые склоняются к положительному ответу на этот вопрос.

Новый подход использует фоновое микроволновое излучение, наполняющее космос с того момента, как вещество в нем стало прозрачным.⁸

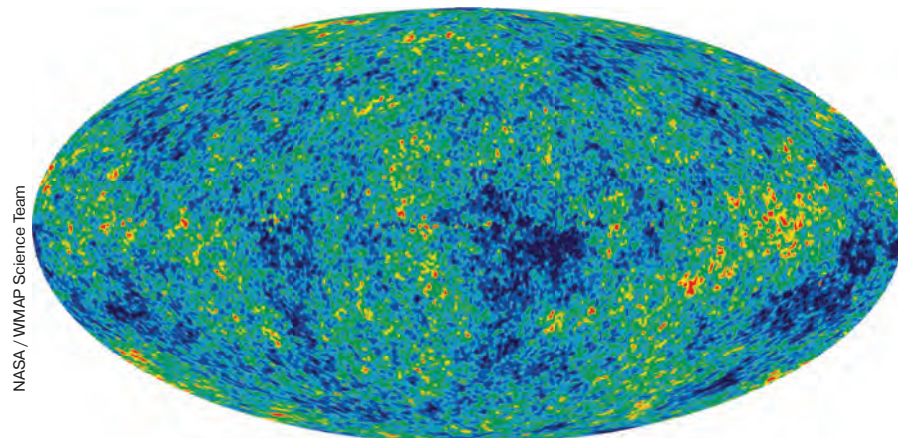
⁸ ВПВ №4, 2010, стр. 4; №5, 2010, стр. 4

Формируем дилерскую сеть

Телескопы, бинокли, микроскопы
и аксессуары к оптике
вы можете приобрести в нашем
Интернет-магазине
www.3planeta.com.ua



▼ Если бы ваши глаза могли видеть свет, длина волны которого значительно больше, чем у красного света, вы могли бы видеть не только внутренности вашей микроволновой печи, но также слабое и почти однородное свечение на темном ночном небе. Более полувека назад ученые открыли, что Вселенная наполнена микроволновым излучением с большой длиной волны, которое является холодным остатком жарких времен сразу после Большого Взрыва. Это космическое микроволновое фоновое излучение раньше было значительно горячее, но в ходе эволюции и расширения Вселенной его плотность постепенно снижалась и температура падала. Сегодня она составляет всего около 2,7 градусов выше абсолютного нуля. Реликтовое излучение дает астрономам то же, что кости тиранозавров дают палеонтологам: «окно» в ранние эпохи, играющее ключевую роль в реконструкции того, что происходило в удаленном прошлом. Важное свойство излучения, обнаруженное точными спутниковыми измерениями на протяжении двух десятков лет, состоит в том, что оно весьма однородно. Его температура в одной части неба отличается от температуры в другой части менее чем на тысячную долю градуса. Положительные температурные флуктуации возникли под действием сгустков вещества, на более поздних этапах эволюции превратившихся в галактики и их скопления. (По книге: Brian Greene «The Fabric of the Cosmos» / М.:УРСС, 2011)



Если существуют другие вселенные, одна из них, согласно расчетам, может столкнуться с нашей. Если бы такое столкновение произошло — оно породило бы колебания в микроволновом излучении, что, в свою очередь, привело бы к появлению определенного рисунка, который, в принципе, можно было бы наблюдать. Астрономы занимаются его поисками, но пока безуспешно — все, что удалось найти до сих пор, признано ложной тревогой. Тем не менее, идея о существовании других вселенных гипотетически могла бы однажды пройти проверку на истинность.

Позвольте подытожить сказанное, выразив одну заключительную мысль, которая мне лично кажется одной из самых любопытных в каком-то смысле... очень эмоциональная мысль, навеянная всей этой областью науки. Если первая идея правильна, и темная энергия остается постоянной, никогда не меняется (то есть является истинной космологической постоянной), она несет в себе интересное следствие, касающееся отдаленного будущего. В таком случае, если Вселенная расширяется со все

возрастающей скоростью, однажды далекие галактики удалятся от нас настолько... На самом деле, если рассмотреть этот процесс детальнее, то можно обнаружить, что самые далекие галактики действительно отдаляются очень быстро, и свет однажды проиграет гонку с расширяющимся космосом, он не сможет преодолеть расстояние, отделяющее нас от них. Мы потеряем из виду все удаленные объекты. Местная группа галактик⁹ будет по-прежнему видна, но самые далекие пропадут с нашего горизонта. Таким образом, в очень отдаленном будущем, когда наши потомки будут всматриваться в глубины космоса — они увидят только темноту...

Хотите — верьте, хотите — нет, но это очень интересное зрелище. Ведь это — свидетельство того, что Вселенная вечна и неизменна. А это как раз то, что мы считаем неверным. Представьте, что вы — астроном в далеком-далеком будущем. Сквозь свой самый лучший телескоп вы видите темноту. Вы придете к выводу, что

⁹ ВПВ №6, 2007, стр. 4

небольшое скопление галактик — это все, что существует во Вселенной. Можем ли мы как-то предупредить наших потомков о том, что такое представление о космосе неверно? Давайте напишем им письмо! «Уважаемый астроном будущего, когда вы смотрите в космос и ничего там не видите, не верьте своим глазам — там были другие галактики, просто они разлетелись». Но что бы вы думали на месте этого астронома, если бы вы откопали древнее пыльное послание, оставленное многие миллиарды лет назад: разве поверили бы вы тому, что в нем написано? Или же вы поверите тому, что видите собственными глазами? Думаю, скорее вы поверите своим глазам...

Такое положение дел очень иронично, поскольку мы привыкли к тому, что со временем все больше узнаем о Вселенной, в которой живем, наши познания о мироустройстве углубляются. Но подобные рассуждения приводят нас к умозаключению, к которому можно было бы прийти и иными путями: очевидно, Вселенная иногда отводит ограниченные промежутки времени на то, чтобы открыть какие-то свои секреты. После этого дверь навсегда закрывается, и тайны канут в лету навечно, до окончания времен.

Некоторым такой сценарий кажется пессимистичным, но я думаю, что так даже лучше. Нам известно, что у нас есть ограниченное количество времени на то, чтобы изучить определенные аспекты Вселенной, пока они доступны для изучения, и этим нужно пользоваться.

В эру, когда на мировой сцене появляются лидеры, или потенциальные лидеры, которые целенаправленно игнорируют свидетельства и данные, говорят, что им заблагорассудится, без оглядки на то, соответствует ли сказанное фактам и наблюдательным данным, жизненно важно рассказывать о таких вещах. Этим, собственно, мы, ученые, и занимаемся — рассказываем о науке. Чтобы пробудить в широкой публике — не только в здесь присутствующих, но и во всех остальных тоже — научное вдохновение и желание искать истину. Это единственный путь, способный сделать наше будущее поистине светлым.



Исследование эпохи реионизации

Эпоха, когда появились самые первые звезды, является ключевым периодом истории нашего мира. В них начался синтез металлов (так астрономы обобщенно называют все химические элементы тяжелее водорода и гелия),¹ а их свет запустил процесс реионизации нейтрального космического газа. Именно тогда Вселенная приобрела вид, близкий к тому, который мы наблюдаем сегодня.

Термин «реионизация» здесь используется в том смысле, что изначально все вещество было ионизированным — отрицательно заряженные электроны и положительные атомные ядра (в основном протоны и α -частицы с микропримесами дейтронов² и ядер гелия-3) существовали раздельно и объединились в нейтральные атомы лишь спустя 380 тыс. лет после Большого Взрыва, когда за счет расширения Вселенная достаточно остыла.³ Позже под действием ультрафиолетового излучения первых звезд атомы снова начали частично терять электроны.

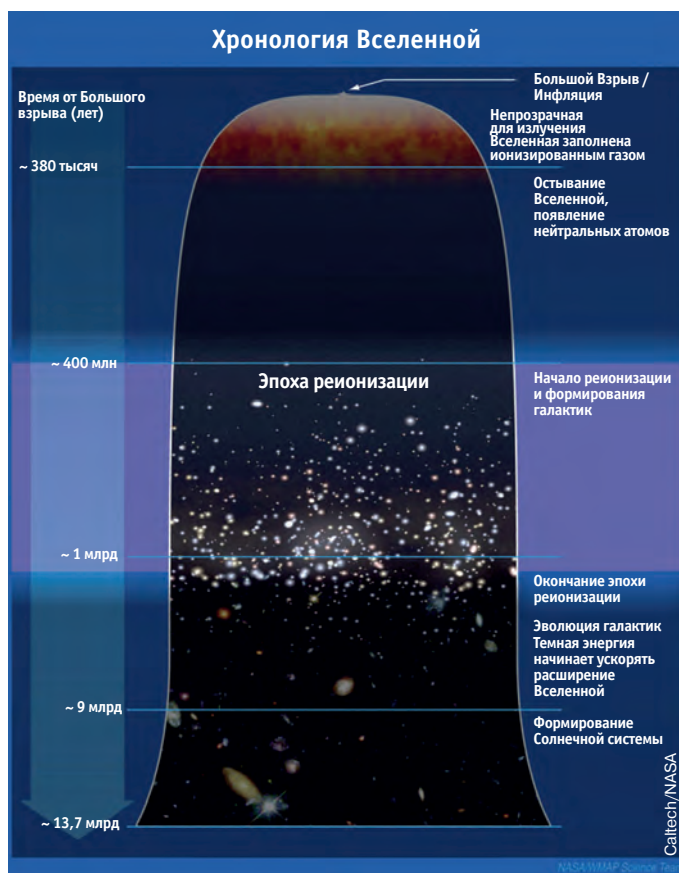
¹ ВПВ №6, 2014, стр. 4

² Альфа-частица (ядро атома гелия-4) состоит из двух протонов и двух нейтронов; дейтрон (ядро дейтерия) — из протона и нейтрона.

³ ВПВ №10, 2005, стр. 12



▲ Одна из «плиток» радиотелескопа Мерчинсона (MWA), построенного в Австралии. В рамках подготовки к поиску галактик первого поколения опубликован первый каталог внегалактических источников излучения метрового диапазона, полученный с помощью уже работающих элементов телескопа.



Астрономы подсчитали, что этот процесс начался еще через 300–400 млн лет, однако датировать его точнее пока не представляется возможным из-за недостатка наблюдательных данных.

В настоящее время ученые создают радиоастрономические инструменты, подобные австралийскому ан-

тенному массиву Мерчинсона (Murchison Wide-field Array — MWA), для поиска излучения атомов водорода, возникших на ранних этапах эпохи реионизации. Это крайне сложная задача не только потому, что искомые источники слабы и очень далеки, но и потому, что космос заполнен галактиками,

образовавшимися в намного более поздние времена и лежащими на пути распространения света первых звезд, являясь мощными помехами и дополнительными ослабляющими «фильтрами» первичного излучения. Астрономы Линкольн Гринхилл, Джастин Каспер и Ави Лоеб из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики (Lincoln Greenhill, Justin Kasper, Avi Loeb, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts) возглавили большой коллектив ученых, использовавших MWA на начальной стадии его эксплуатации для составления каталога приоритетных источников, которые могут быть наиболее вероятными «помехами».

В настоящее время антенный массив состоит из 128 групп («плиток») по 16 антенн в каждой, чувствительных к излучению с длиной волны около одного метра. Необычная структура телескопа позволяет уверенно выделять отдельные источники и детально анализировать наблюдательные данные.

Астрономы успешно идентифицировали 7394 внегалактических объекта, которые можно было бы ошибочно принять за искомые первоисточники космического излучения — скопления ионизированного газа в ранней Вселенной. Почти все эти объекты связаны с уже открытыми галактиками, но 25 из них оказались приятной неожиданностью: об их существовании ранее известно не было. Все они сейчас активно изучаются. Новые результаты, прежде всего, демонстрируют высокую эффективность самого MWA. Но главное — они стали первым шагом на пути создания обширной базы наблюдательных данных для учета фонового излучения, что крайне важно для исследования процессов формирования первых звезд и звездных систем.

РЕКОМЕНДУЕМ!



C092. Саган К. «Космос»

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

Вселенная содержит в 10 раз больше галактик

Благодаря статистическим исследованиям глубокого космоса, выполненным на основе наблюдений космического телескопа Hubble¹ и нескольких наземных обсерваторий, Вселенная стала выглядеть намного более тесным местом. Астрономы пришли к выводу, что в ее наблюдаемой части существует, по крайней мере, в десять раз больше галактик, чем считалось ранее. Полученные результаты вынуждают пересмотреть некоторые представления о галактической эволюции, а также проливают свет на один из астрономических парадоксов (так называемый «парадокс Ольберса»).

Одним из наиболее фундаментальных вопросов астрономии является общее количество галактик во Вселенной.² Первые его оценки были получены в ходе анализа снимков Глубокого поля (Hubble Deep Field) в середине 1990-х годов. Последующие более детальные наблюдения — такие, как Сверхглубокое Поле Хаббла (Hubble's Ultra Deep Field) в 2003-4 гг. — выявили множество очень слабых галактик, подсчитав которые, исследователи пришли к заключению, что в наблюдаемой области Вселенной содержится как минимум 200 млрд звездных систем.³

Недавно при более тщательном анализе полученных данных команда астрономов во главе с Кристофером Конслисом из Ноттингемского университета (Christopher

▲ На этом снимке участка неба в южном созвездии Печи размером 16x10 угловых минут, сделанного космическим телескопом Hubble в рамках обзора GOODS (Great Observatories Origins Deep Survey), видны тысячи галактик самых разнообразных форм и размеров, расположенные от нас на разных расстояниях, а следовательно — относящихся к различным эпохам, иногда разделенным миллиардами лет. Но и это множество звездных систем — всего лишь десятая часть от их общего количества. Остальные 90% пока недоступны наблюдениям из-за своей слабости и удаленности.

Conselice, University of Nottingham, UK) обнаружила, что объемная концентрация галактик в ранней Вселенной в десять раз превышала наблюдаемую в наше время. Большинство из этих систем были относительно небольшими и тусклыми, а по массе напоминали галактики-спутники Млечного Пути и Туманности Андромеды.⁴ Когда же они объединились в более крупные объекты, их «плотность населения» в пространстве сократилась. Таким образом, пространственное распределение галактик на протяжении истории Вселенной существенно изменялось.

Сделать такие подсчеты команда ученых смогла после сложного преобразования «глубоких снимков» телескопа Hubble и уже опубликованных данных, полученных другими группами наблюдателей, в 3D-модель. Это позволило точнее определить число галактик на разных этапах эволюции нашего мира. Кроме того, на основе новых математических моделей астрономы сделали удивительный вывод. Оказывается, для обеспечения наблюдаемого в наше время количества галактик необходимо, чтобы в ранней Вселенной их было на 900% больше, чем известно сейчас! Однако объекты той эпохи слишком слабы и слишком дале-

ки, чтобы их можно было зарегистрировать существующими инструментами (сейчас вся надежда в этом плане возлагается на строящийся космический телескоп James Webb⁵). Мириады этих маленьких слабых галактик с течением времени объединились в более крупные звездные системы, преобладающие в наши дни.

Сделанное открытие имеет интересное следствие, так как уменьшение с течением времени общего числа галактик вносит свой вклад в решение известного парадокса, наиболее четко сформулированного немецким астрономом Генрихом Ольберсом (Heinrich Wilhelm Olbers): почему ночью небо темное, если Вселенная содержит бесконечное число звезд? Теперь можно говорить о том, что на небе действительно присутствует обилие галактик, и каждая точка небесной сферы, в принципе, что-нибудь излучает. Но свет, приходящий от очень далеких объектов, невидим для человеческого глаза и недоступен большинству современных телескопов по ряду причин — в частности, из-за «покраснения» за счет постоянного расширения пространства после Большого Взрыва (благодаря эффекту Доплера⁶), а также поглощения межгалактической пылью и газом.

¹ ВПВ №10, 2008, стр. 4; №2-3, 2013, стр. 5

² ВПВ №11, 2014, стр. 12

³ ВПВ №2, 2007, стр. 8

⁴ ВПВ №6, 2007, стр. 4

⁵ ВПВ №10, 2009, стр. 10; №9, 2014, стр. 27

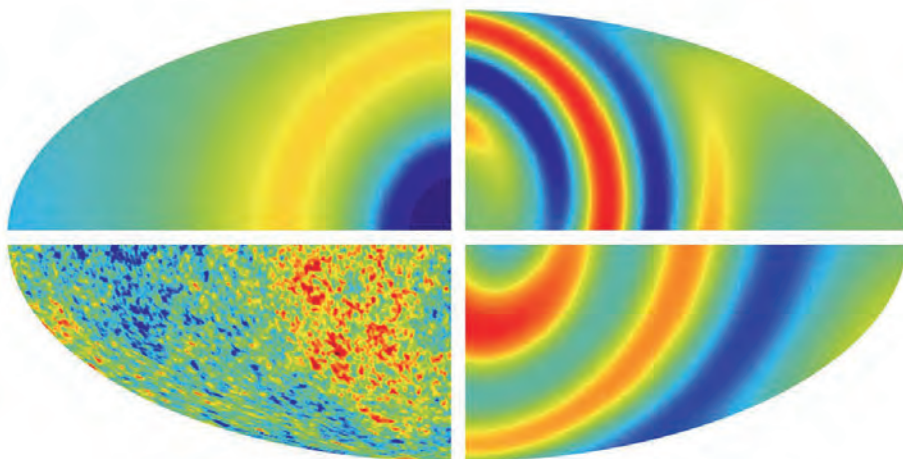
⁶ ВПВ №5, 2009, стр. 4; №6, 2009, стр. 4

Как расширяется Вселенная

Результаты исследований команды ученых из Университетского колледжа Лондона (University College London — UCL), опубликованные в журнале *Physical Review Letters*, свидетельствуют о том, что Вселенная расширяется изотропно — ее пространство не увеличивается преимущественно в каком-то одном направлении и не скручивается в ходе этого процесса.

Материалом для исследований стали данные наблюдений космического микроволнового фона (СМВ), представляющего собой «эхо» излучения Большого Взрыва.¹ Изотропное расширение Вселенной не противоречит допущениям, на которых базируется Стандартная космологическая модель, и хорошо вписывается в современные представления об эволюции нашего мира.

Наше современное научное мировоззрение основано на предположении о том, что во Вселенной нет доминирующего или предпочтительного направления. На самом деле теория относительности Эйнштейна допускает возможность неинотропного расширения и такой сценарий вполне



Daniela Saadeh et al.

▲ Вид возможных «узоров», проявляющихся в картине космического микроволнового фона в случае анизотропного расширения Вселенной (слева внизу — «вклад» квантовых флуктуаций, имевших место в действительности).

мог бы реализовываться в действительности, поэтому очень важно доказать обратное. Для этого ученые построили модели со всевозможными параметрами «скручивания» и анизотропии расширения. Затем результаты моделирования сравнивались с наблюдаемой картиной микроволнового фона, построенной по данным, полученным в период с 2009 по 2013 г. европейским

космическим телескопом Planck,² а также с информацией о поляризации этого излучения по всему небу с целью поиска специфических различий. Анизотропия может проявляться в неоднородности распределения «горячих» и «холодных» пятен, вызванной преобладающим растяжением вдоль определенной оси, и в спектральных искажениях.

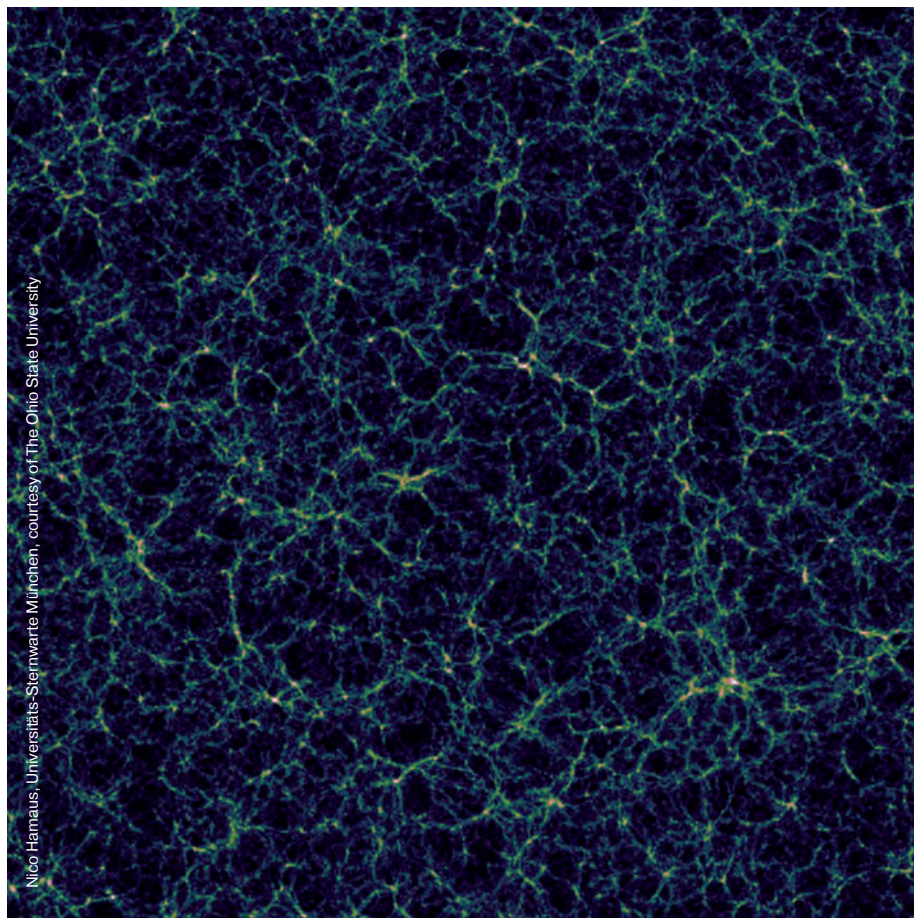
Сравнение результатов расчетов с наблюдениями — очень сложная задача. Обнаружилось немалое количество вариантов, при которых Вселенная, на самом деле являясь анизотропной, выглядит как равномерно расширяющаяся. В конце концов, было выделено 32 надежных маркера, позволяющих уверенно определить сценарий, соответствующий именно нашему миру.

Ранее при таких вычислениях учитывалось только вращение Вселенной. На этот раз в моделях, созданных группой под руководством Даниэлы Саадех (Daniela Saadeh, UCL), в расчет принималась также геометрия пространства. Это позволило получить значительно большее разнообразие возможных решений. В результате проведенной работы удалось оценить вероятность того, что в нашем мире присутствует некое предпочтительное направление расширения, как один шанс из 121 тысячи.

Большинство современных представлений базируются на том, что Вселенная имеет одинаковые физические свойства по всем направлениям. Если же это допущение окажется ложным, практически все космологические теории придется подвергнуть серьезному пересмотру. На основании полученных результатов Даниэла Саадех заключила, что в настоящее время космология находится в полной безопасности.

¹ ВПВ №4, 2010, стр. 4; №5, 2010, стр. 4

▼ Представленные на рисунке результаты моделирования крупномасштабной структуры Вселенной демонстрируют «космическую паутину» из галактических скоплений и больших пустых областей, известных как войды (ВПВ №6, 2016, стр. 4).



Nico Hamaus, Universitäts-Sternwarte München, courtesy of The Ohio State University

² ВПВ №5, 2009, стр. 2; №5, 2013, стр. 4

Новая карта космических сверхструктур

Астрофизики из Института космологии и гравитации в Университете Портсмута составили самую подробную из всех созданных на данный момент карту крупномасштабных структур Вселенной (пустот и сверхскоплений), с помощью которой удалось приблизиться к решению давней космологической загадки.

В соответствии с Общей теорией относительности Эйнштейна гравитационное воздействие со стороны волокон «космической паутины» вызывает незначительные изменения энергии фотонов, величина которых зависит от того, из какого участка неба они пришли. Так называемый интегральный эффект Сакса-Вольфа (Integrated Sachs-Wolfe — ISW) заключается в том, что фотоны света, распространяющиеся сквозь пустоты (войды¹), оказываются более «холодными» по сравнению с теми, что прошли через плотные области галактических скоплений.

Этот эффект был тщательно исследован в 2008 г. с использованием имевшихся в то время каталогов войдов и сверхскоплений. Выяснилось, что его величина в пять раз превышает ожидаемую. Подобное несоответствие крайне озадачило ученых и стало причиной пристального внимания к нему.

Для создания более подробной карты крупномасштабной структуры Вселенной Сешадри Надатур (Seshadri Nadathur, University of Portsmouth, UK) и его коллега профессор Роберт Криттенген (Robert Crittenden) использовали новые наблюдательные данные о более чем 700 тыс. галактик, обнаруженных в ходе Слоуновского цифрового обзора (Sloan Digital Sky Survey). Расширенный каталог имеет в 300 раз больший объем, чем составленные ранее. С его помощью ученые провели повторное компьютерное моделирование Вселенной с целью определения величины ISW-эффекта. Поскольку он оказался крайне малым, пришлось разработать усовершенствованные статистические методы для анализа неоднородностей реликтового излучения.² Новая методология позволила на более

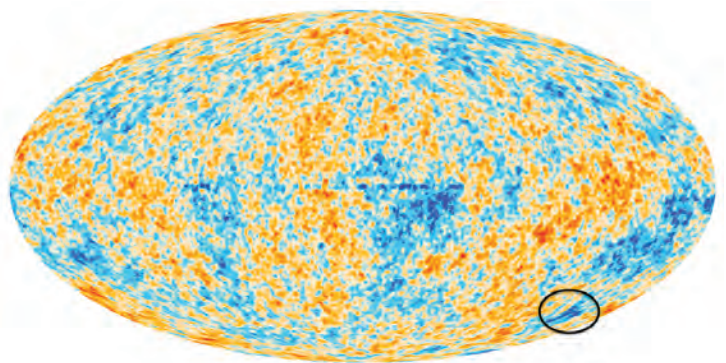
глубоком уровне выполнить обработку данных наблюдений космического аппарата Planck,³ благодаря чему были получены уточненные оценки ISW-эффекта, создаваемого войдами и сверхскоплениями.

Полученные результаты пребывают в хорошем согласии с предсказаниями Общей теории относительности. Они помогли решить одну космологическую головоломку, но выявили новую — на карте температур реликтового излучения обнаружено «холодное пятно» (Cold Spot). Ученым придется теперь искать объяснение, откуда оно могло взяться. Высказывалось предположение, что это пятно может быть связано с ISW-эффектом гигантского супервойда в этой области неба. Однако для его образования недостаточно даже супервойда. Существование этой аномалии пытались также объяснить действием какого-то экзотического гравитационного эффекта, противоречащего теории относительности, но последними исследованиями эта версия не была подтверждена, и тайна «холодного пятна» пока остается нераскрытой.

² ВПБ №4, 2010, стр. 4; №5, 2010, стр. 4

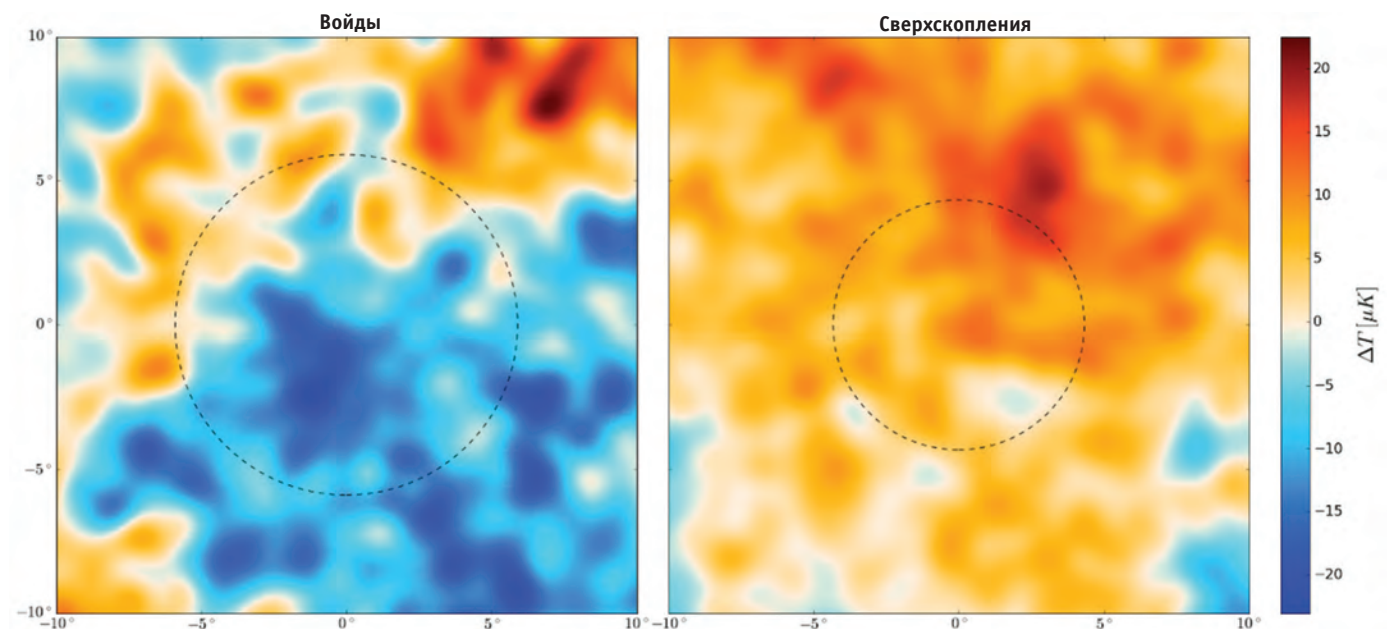
³ ВПБ №5, 2013, стр. 4

▼ На этой карте фонового микроволнового излучения «холодное пятно» обведено черным эллипсом справа внизу.



¹ ВПБ №1, 2011, стр. 4; №6, 2016, стр. 4

▼ Иллюстрация влияния структур Вселенной на температуру реликтового излучения. Его фотоны, проходящие через «пустоты» (войды), выглядят немного более холодными, как это показано на левом фрагменте карты. Справа — более теплые фотоны, на пути которых оказались сверхскопления галактик. Температура показана условными цветами, повышаясь от голубого к оранжевому; пунктиром обведены регионы, в которых астрономы ожидали увидеть проявления ISW-эффекта.



Углерод в туманности Ориона



Европейский космический телескоп Herschel прекратил работу в апреле 2013 г., но обработка переданной им информации будет продолжаться еще десятилетия. Этим занимаются, в частности, специалисты NASA, представившие недавно на сайте американского космического ведомства уникальный снимок Туманности Ориона (M42) в инфракрасном диапазоне, на котором видны гигантские волокна холодной межзвездной пыли внутри этого обширного газового облака. Пыль активно участвует в процессах звездообразования и впоследствии становится «сырьем» для каменных планет, похожих на нашу Землю.

Туманность Ориона расположена на расстоянии около 1500 (по другим данным — 1300) световых лет; на темном небе в отсутствие дымки ее центральная часть видна невооруженным глазом. Оптические телескопы демонстрируют только самые теплые регионы M42, освещенные уже родившимися горячими звездами. На данном снимке сразу бросается в глаза неровная полоса красноватой (более холодной) материи, тя-

нующаяся от верхнего правого к нижнему левому углу. Она сформирована сравнительно плотными газово-пылевыми волокнами, пронизывающими туманность. Для видимого света они непрозрачны и скрывают от нас многочисленные «коконы», внутри которых уже началось формирование новых светил.

На приведенном изображении излучение с длиной волны 100 мкм показано условным синим цветом, 160 мкм — зеленым (к этим длинам волн чувствительна камера PACS), линия 250 мкм, зарегистрированная прибором SPIRE, здесь выглядит красной. На врезке желтым цветом нанесены области, интенсивно излучающие в линиях однократно ионизированных атомов углерода (C^+), обнаруженные с помощью спектрографа HIFI. Судя по его данным, этого элемента в туманности оказалось заметно больше, чем считалось ранее. Теперь ученым предстоит выяснить, характерна ли такая аномалия именно для Туманности Ориона, или же необходимо провести переоценку его содержания для всех подобных областей звездообразования.

Ушел из жизни Клим Иванович Чурюмов

В ночь с 14 на 15 октября 2016 г. на 80-м году жизни ушел в вечность выдающийся украинский астроном Клим Иванович Чурюмов — один из первооткрывателей знаменитой кометы Чурюмова-Герасименко. Он умер через две недели после того, как на поверхность ядра этой кометы, успешно завершив свою миссию, упал европейский исследовательский зонд Rosetta, запущенный к ней в марте 2004 г. До конца своих дней ученый активно занимался научной работой, общественной деятельностью и популяризацией науки — его последняя лекция в читальском клубе «Вселенная, пространство, время» состоялась 9 сентября...

Астрономы — особая категория людей, имеющая немалые шансы «при жизни попасть на небо». Клим Ивановичу в этом смысле повезло как минимум трижды: его фамилия появилась в названии двух открытых им комет, причем одна из них оказалась короткопериодической, то есть она возвращается к Солнцу каждые шесть с половиной лет. И именно ее Европейское космическое агентство выбрало для исследований с помощью автоматического аппарата. Зонд Rosetta летел к комете долгих десять лет, и еще два года изучал ее с близкого расстояния. Все это время фамилия Чурюмова не покидала мировое информационное пространство, а сам ученый активно участвовал в пресс-конференциях и научных симпозиумах, выступал по радио и телевидению, читал научно-популярные лекции об астрономии и космических исследованиях...

Впрочем, Клим Иванович Чурюмов благодаря его неутомимой и плодотворной деятельности в области просвещения прекрасно знали в Украине и бывшем Советском Союзе задолго до начала миссии Rosetta. Книги ученого были, наверное, у всех, кто серьезно интересовался звездным небом, а издававшийся его усилиями «Кометный циркуляр» с нетерпением ожидали профессиональные астрономы во всех уголках СССР. Невозможно посчитать, сколько любителей астрономии благодаря Чурюмову избрали эту науку делом своей жизни. Сотни студентов и научных сотрудников под его руководством защитили дипломные работы и диссертации, участвовали благодаря ему в астрономических экспедициях, международных конференциях, исследовательских программах.

Клим Иванович Чурюмов был членом



▲ Когда Клим Чурюмов и Светлана Герасименко (на левом нижнем снимке) в 1969 г. открыли свою знаменитую комету, они, конечно, не могли знать, какой интересной окажется ее дальнейшая история. И эта история не завершилась с окончанием миссии Rosetta 30 сентября 2016 г.: обработка полученных результатов продлится еще не один десяток лет, продолжая обогащать науку новыми данными...

Теперь на поверхности ядра кометы Чурюмова-Герасименко находятся два рукотворных аппарата, которые можно считать своеобразными внеземными памятниками ее первооткрывателям. Одного из них уже нет с нами, но в нашей памяти, в своих научных трудах, в хронике величайших достижений человеческой цивилизации Клим Иванович останется навечно — в самом космическом смысле этого слова.

редакционного совета журнала «Вселенная, пространство, время» со дня его основания и постоянно оказывал посильную поддержку нашему изданию, предоставляя для публикации свои статьи и давая комментарии. В начале октября он собрался написать для ноябрьского номера материал, посвященный окончанию миссии Rosetta и ее предварительным итогам. К сожалению, это свое намерение ученый выполнить не смог. Без его участия придется готовить

и биографическую статью к 80-летию астронома, которое будет отмечаться 19 февраля следующего года. Теперь мы можем только догадываться, сколько его статей и книг остались недописанными, сколько идей — нереализованными...

Похороны всемирно известного ученого, члена-корреспондента НАН Украины, профессора, доктора физико-математических наук Клим Ивановича Чурюмова состоялись 18 октября на Байковом кладбище в Киеве.

Финал миссии Rosetta

В последний день сентября завершилась одна из наиболее масштабных и успешных межпланетных миссий в истории космонавтики. Европейский космический аппарат Rosetta, свыше двух лет осуществлявший исследования с близкого расстояния ядра кометы Чурюмова-Герасименко (67P/Churyumov-

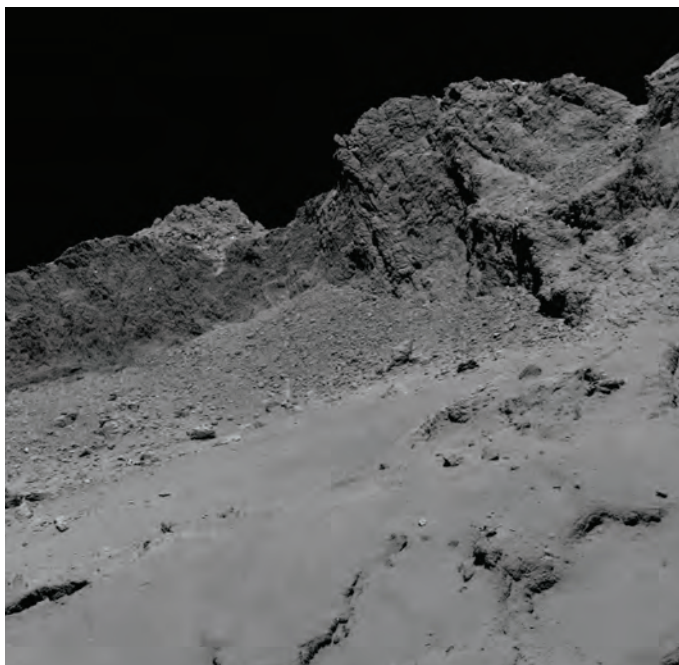
Gerasimenko),¹ совершил управляемое падение на его поверхность с высоты около 20 км. Сближение с ядром началось 29 сентября в 20 часов 50 минут по всемирному времени после импульса бортовых ракетных двигателей. Последний сигнал от зонда был принят

¹ ВПВ №2, 2004, стр. 14; №10, 2014, стр. 20

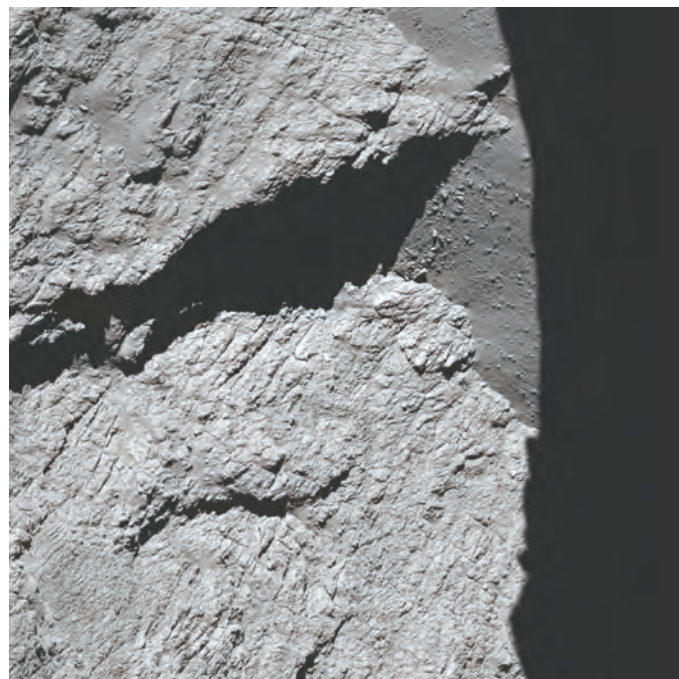
30 сентября в 11:19:19 UTC — предполагается, что в этот момент произошел контакт с поверхностью одной из 14-метровых солнечных панелей, что вызвало резкое изменение

ориентации аппарата в пространстве с потерей направленности его антенн на Землю. Место падения расположено на меньшей доле ядра недалеко от провала неправильной

▼ Снимок кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой OSIRIS зонда Rosetta 30 сентября 2016 г. в 5:25 UTC с расстояния 11,7 км, запечатлел участок «перешейка» между двумя долями ядра (слева — скалистый регион Хатор, справа — расположенная значительно ниже сравнительно гладкая равнина Хали). Длина стороны изображения — 450 м, разрешение — 22 см на пиксель.



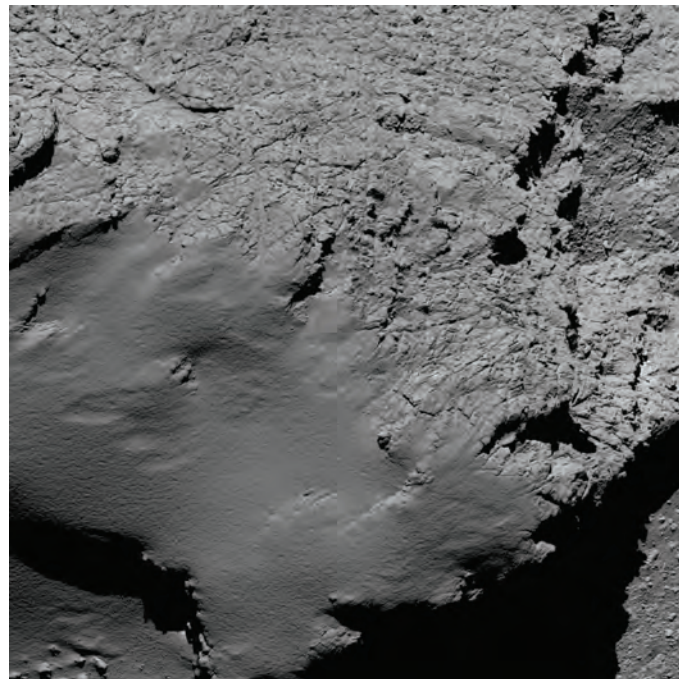
▲ Фотография кометы Чурюмова-Герасименко, сделанная камерой OSIRIS европейского аппарата Rosetta 30 сентября 2016 г. в 01:20 UTC с высоты около 16 км. Сторона снимка имеет размер около 615 м, разрешение достигает 30 см на пиксель.



▼ Снимок малой доли ядра кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой OSIRIS зонда Rosetta 30 сентября 2016 г. в 6:53 UTC с высоты 8,9 км. Справа сверху — сильно изрезанный рельеф региона Хатор, слева внизу — более гладкая область Ма'ат. Сторона изображения имеет размер 350 м, разрешение — 17 см на пиксель.



▲ Снимок ядра кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой NavCam зонда Rosetta 30 сентября 2016 г. в 2:17 UTC. Расстояние до поверхности ядра — 15,5 км, разрешение — 1,55 м на пиксель.



формы, получившего название «Дэир эль-Медина».

На всем протяжении спуска Rosetta фотографировала поверхность ядра с помощью контекстной камеры NavCam и узкоугольной камеры OSIRIS. Самый последний снимок был сделан с расстояния около 20 м — его разрешение превысило 5 мм на пиксель, од-

нако изображение получилось нерезким, поскольку телеобъективы камер зонда не имеют механизмов фокусировки и не рассчитаны на съемку столь близких объектов.

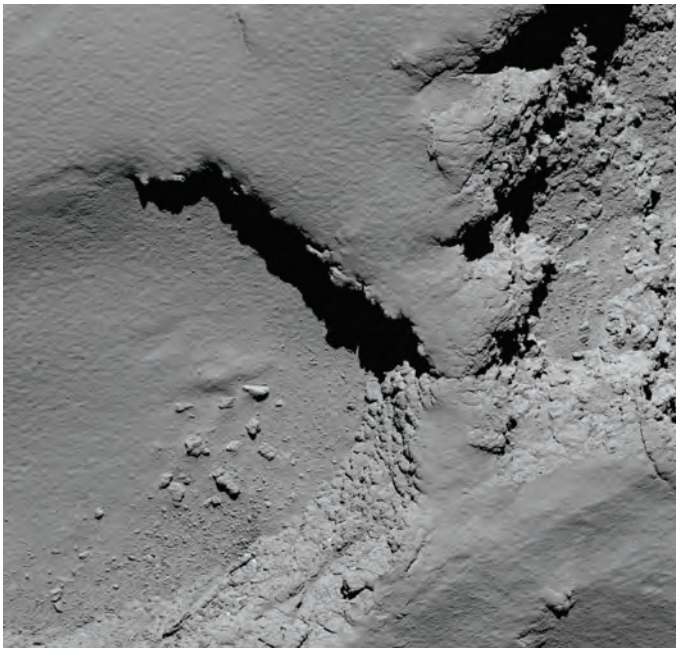
Решение о прекращении миссии было принято еще в прошлом году² в связи с тем, что фо-

² ВПВ №11, 2015, стр. 26

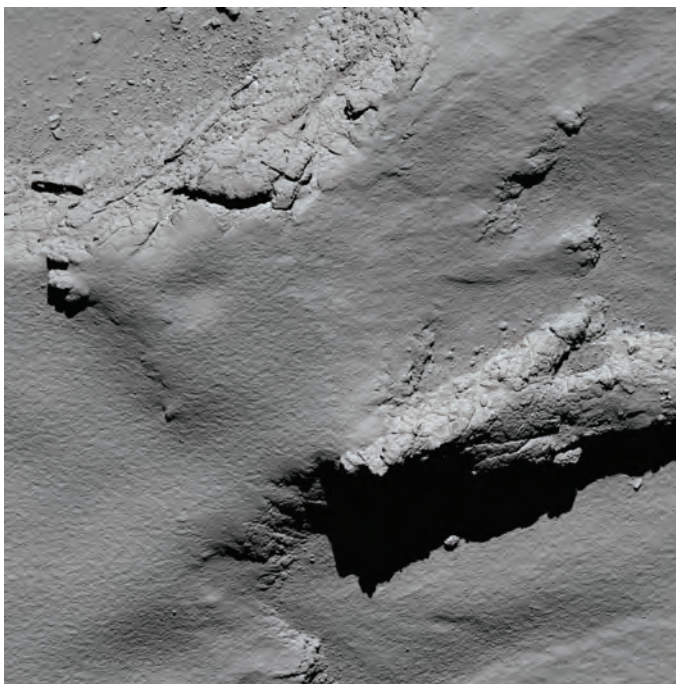
тогальванические панели зонда по мере его удаления вместе с кометой от Солнца перестали бы генерировать мощность, необходимую для функционирования научного оборудования и поддержания надежной связи с наземными приемными станциями. Направить аппарат к какой-то другой цели невозможно из-за ограниченности запасов топлива бортовой двигательной

установки. Строго говоря, необходимости в этом нет — Rosetta успешно выполнила все свои научные задачи (чего нельзя сказать про посадочный модуль Philae³) и предоставила ученым огромное количество ценнейшей информации, на расшифровку и обработку которой уйдут многие годы.

³ ВПВ №11, 2014, стр. 16; №12, 2014, стр. 12



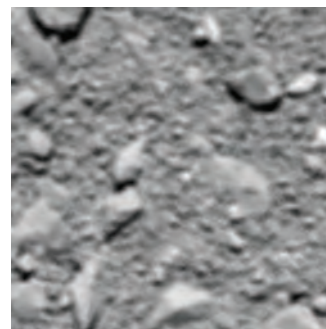
▲ Снимок кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой OSIRIS зонда Rosetta 30 сентября 2016 г. в 8:18 UTC, когда расстояние до ядра уменьшилось до 5,8 км. Видна сильно запыленная поверхность региона Ма'ат, невысокий обрыв и несколько достаточно крупных валунов угловатой формы. Сторона изображения имеет размер 225 м, разрешение — 11 см на пиксель.



▲ Еще один снимок ядра кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой OSIRIS зонда Rosetta 30 сентября 2016 г. в 8:21 UTC с расстояния 5,8 км. В левом нижнем углу изображения расположена предполагаемая точка падения космического аппарата.



▲ Один из наиболее крупномасштабных снимков кометы Чурюмова-Герасименко (но при этом еще достаточно резкий), сделанный камерой OSIRIS зонда Rosetta 30 сентября 2016 г. в 10:14 UTC с расстояния 1,2 км. Размер стороны изображения — 33 м, разрешающая способность — 2,3 см на пиксель. Его практически полностью занимает тень, отбрасываемая стеной провала Дэир эль-Медина на его дно. Небольшой освещенный участок дна виден справа внизу.



▲ Последний снимок ядра кометы Чурюмова-Герасименко, сделанный камерой OSIRIS за несколько секунд до касания зонда Rosetta с поверхностью — с расстояния примерно 20 м (первоначальная оценка в 51 м, сделанная на основании хронометража процесса спуска, признана неверной). Объект съемки находился за пределами глубины резкости камеры, однако после компьютерной обработки разрешение удалось довести до 2 мм на пиксель. Длина стороны изображения — 96 см.

РЕКОМЕНДУЕМ!



C091. Карл Саган.
«Голубая точка.
Космическое будущее
человечества»

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

Венера могла быть первой обитаемой планетой

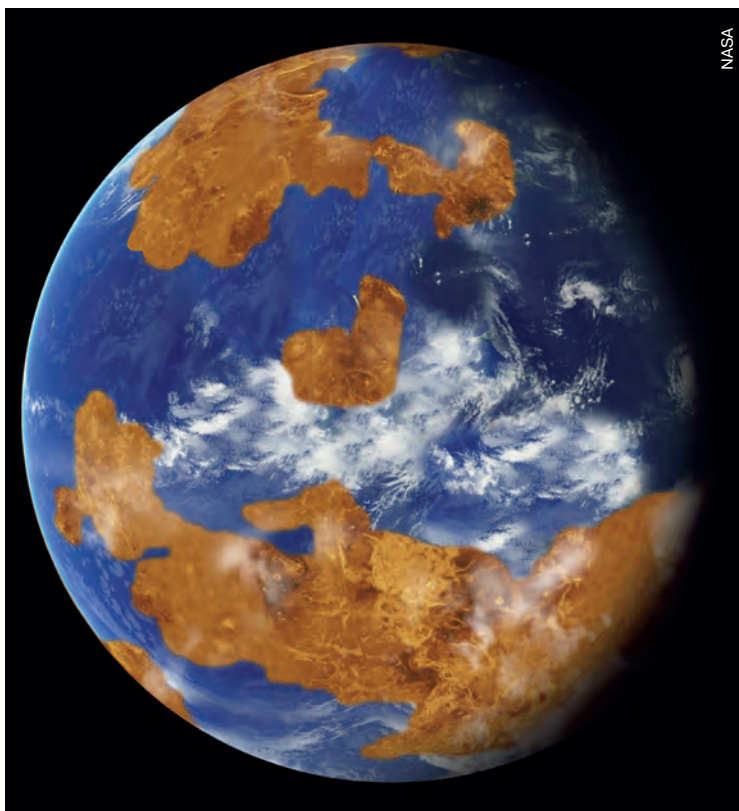
Каки известно, Венера является крайне негостеприимным местом в Солнечной системе с экстремальными условиями у поверхности — средней температурой 462°C и атмосферным давлением, в 90 раз превышающим земное.¹ Однако несколько миллиардов лет назад картина, возможно, была совершенно иной. По крайней мере, так утверждает команда планетологов Годдардовского института космических исследований NASA (Goddard Institute for Space Studies, Columbia University, New York).

Планетологи уже давно предполагали, что Венера образовалась из тех же ингредиентов, что и Земля, но прошла несколько иной эволюционный путь. Наблюдения, проведенные космическим аппаратом Pioneer Venus² в 1980-х годах, позволили выдвинуть гипотезу о том, что на «Утренней звезде» также могли существовать океаны.

Конечно же, следует учитывать то немаловажное обстоятельство, что Венера расположена гораздо ближе к Солнцу (по сравнению с нашей планетой) и, следовательно, получает от него намного больше энергии. В результате уже на ранних этапах своей эволюции она понесла огромные потери — ее океан попросту испарился, а молекулы водяного пара под воздействием мощного солнечного ультрафиолетового излучения были «разбиты» на составляющие их кислород и водород, после чего последний беспрепятственно улетучился в космос.

При отсутствии воды на поверхности в венерианской атмосфере начал накапливаться углекислый газ, что способствовало возникновению и усилению так называемого парникового эффекта, результатом которого стали современные жесткие климатические условия. Предыдущие исследования показали, что на их формирование также повлияла скорость вращения планеты вокруг своей оси: в настоящее время полный цикл смены дня и ночи там равен 117 земным суткам.

До недавнего времени бытовало представление о том, что именно благодаря наличию мощной газовой оболочки (ее масса составляет $4,8 \times 10^{20}$ кг — всего лишь втрое меньше массы океанов Земли) нынешняя скорость вращения Венеры достаточно низкая. Однако новые исследования заставили ученых усомниться в этом: выяснилось, что у планет с малой скоростью вращения вполне может существовать тонкая атмосфера, подобная современной земной. Следовательно, древняя Венера, даже имея



▲ В далеком прошлом на Венере, возможно, существовали водные океаны.

другие атмосферные характеристики, могла бы вращаться вокруг своей оси так же медленно, как сейчас.

Другим фактором, влияющим на климат планеты, является топография. Вероятнее всего, из-за более неровного рельефа поверхностный покров древней Венеры был заметно суше земного, особенно в тропических зонах, что ограничивало количество водяного пара, поступающего в атмосферу, и ослабляло парниковый эффект. Такой тип рельефа оказывается наиболее подходящим для формирования на планете условий, способствующих возникновению жизни: с одной стороны, там было достаточно воды, с другой — большие пространства суши уменьшали ее чувствительность к изменениям мощности падающего на нее солнечного излучения.

Команда планетологов смоделировала изменения условий на гипотетической ранней Венере с атмосферой, подобной земной, в течение венерианского дня, с учетом средней глубины океана, рассчитанной по данным космического аппарата Pioneer Venus. Кроме того, ученые учли информацию о рельефе планеты, полученную при радиолокационных измерениях миссии Magellan,³ и «наполнили» низины водой, воссоздав контуры современных венерианских континентов.

В исследовании также учтены данные об интенсивности излучения древнего Солнца, которое в те времена было почти на треть тусклее. Но, тем не менее, Венера тогда все еще получала на 40% больше солнечного света, нежели сегодня получает Земля.

«Мы создали набор 3D-симуляций климата с использованием топографических данных миссии Magellan, спектральных оценок уровня освещенности 2,9 млрд и 715 млн лет назад, орбитальных параметров современной Венеры, а также первоначального объема океана и состава атмосферы согласно существующим теориям, — прокомментировал ход исследований их руководитель Майкл Уэй (Michael Way). — Используя эти параметры, мы определили, что такой мир мог иметь умеренные температуры, если период вращения Венеры вокруг оси не превышал 16 земных суток, несмотря на то, что поток падающего солнечного излучения был на 45-70% мощнее получаемого Землей в наше время... При современной же скорости вращения климат Венеры не мог бы оставаться оптимальным для жизни в эпоху, отдаленную от наших дней на 715 млн лет». Результаты исследований опубликованы в августовском номере журнала Geophysical Research Letters.

¹ ВПВ №11, 2005, стр. 16

² ВПВ №8, 2006, стр. 16

³ ВПВ №3, 2007, стр. 36; №8, 2014, стр. 28

Opportunity исследует овраг

NASA/JPL-Caltech/Cornell/Arizona State Univ.

Хребет Уортона, являющийся частью южной стены Марафонской долины на краю кратера Endeavour, назван в честь американского астробиолога Роберта Уортона (Robert Wharton, 1951-2012). Цвета искусственно усилены компьютерной обработкой, чтобы сделать более выразительной разницу в составе отдельных участков поверхности.

Марсоход Opportunity, уже тринадцатый год работающий на поверхности соседней планеты,¹ в ближайшее время спустится вниз, в овраг «Галли» (англ. gully — «промоина, глубокий овраг»), который в древние времена предположительно был заполнен жидкостью — вероятнее всего, водой. Здесь он начнет реализацию новой расширенной научной миссии, стартовавшей 1 октября 2016 г. и рассчитанной на два года. Следует отметить, что еще ни один из роверов подобной попытки не предпринимал из-за опасности перевернуться на крутом склоне. Группа сопровождения решила рискнуть «марсианским старожилом», хорошо изучив его возможности в условиях втрое более низкой по сравнению с земной гравитации.

В настоящее время Opportunity ведет исследования на участке долины «Биттеррут» (Bitterroot Valley) в западной части вала 22-километрового кратера Индевор (Endeavour), образовавшегося более миллиарда лет назад при падении на марсианскую поверхность астероида размером 2-3 км. Марсоход добрался до края кратера в 2011 г.²

Выбранный в качестве основного тестового объекта овраг «Галли» расположен к югу от нынешнего местонахождения ровера и опускается в направлении с запада на восток на протяжении примерно 800 м. По всем признакам он был образован водными потоками. Такие структуры на Марсе регулярно обнаруживали с помощью орбитальных аппаратов, начиная с 1970-х годов, но ни одну из них еще не изучали непосредственно на поверхности. «Мы надеемся решить весьма важную дилемму: были ли гипотетические текучие массы своеобразными селями с преобладанием мокрого щебня, или же это был поток с преобладанием в нем воды», — сформулировал задачу главный исследователь миссии Opportunity Стив Сквайрс из Корнельского университета (Steve Squyres, Cornell University, Ithaca, New York).

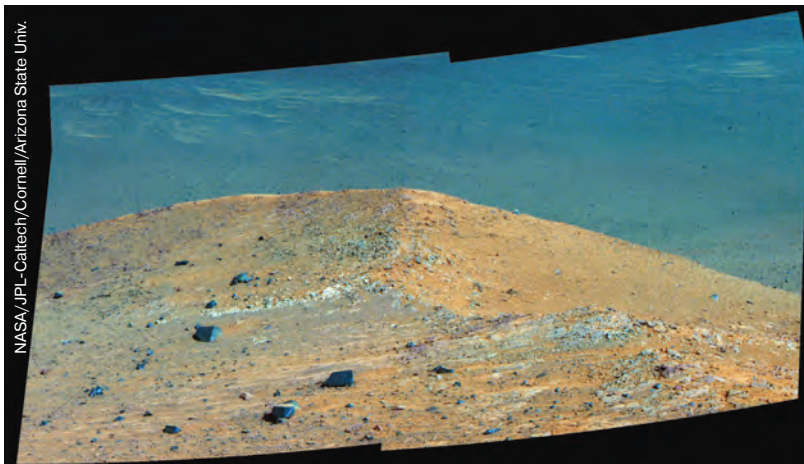
Команда марсохода намеревается провести его вниз по всей длине оврага, по самому его дну. Другая, не менее важная задача этого этапа миссии — детальный анализ скальных массивов внутренней части кратера с дальнейшим сравнением их с доминирующим типом каменных образований за его пределами (в частности, на исследованных ровером ранее равнинных участках).

Сотрудники группы сопровождения, несомненно, еще не раз столкнутся с проблемами сохранения мобильности ровера в течение следующих лет — по крайней мере, двух лет расширенной миссии. Большинство его механизмов до сих пор функционируют

хорошо, однако двигатели и другие компоненты ходовой части давно исчерпали нормативные сроки эксплуатации. Ученые опасаются последствий восьмой зимовки Opportunity, предстоящей в 2017 г. В прошлом году пришлось прекратить практику использования независимой памяти для хранения данных, полученных в течение марсианской ночи, поэтому ежесуточные результаты наблюдений и измерений передаются на Землю сразу же, во избежание их потери.

В течение двух последних лет марсоход исследовал западную часть вала кратера Индевор в районе «Марафонской долины» (Marathon Valley), ведя поиск связанных с водой минералов, ранее выявленных по данным орбитальных наблюдений. В сентябре он преодолел проход Льюиса и Кларка (Lewis and Clark Gap)³ — самую низкую точку протяженного холма, отделяющего Марафонскую долину от долины Биттеррут. Последняя цветная панорама, полученная ровером, запечатлела особенности хребта Уортона (Wharton Ridge), простирающегося на восток от прохода. Далее Opportunity должен изучить каменные обнажения вблизи холма «Спирит» (Spirit Mound) и определить их возраст. Третья важная научная задача новой расширенной миссии заключается в поиске и исследовании пород, выброшенных при возникновении кратера.

▼ Холм «Спирит» (Spirit Mound), сфотографированный камерой Pancam ровера Opportunity 21 сентября 2016 г., находится у восточной оконечности долины Биттеррут. На этом снимке он виден на фоне кратерного дна, после компьютерной обработки имеющего голубоватый оттенок.



NASA/JPL-Caltech/Cornell/Arizona State Univ.

³ Проход назван в честь исследователей западной части нынешних Соединенных Штатов в начале XIX века.

¹ ВПВ №1, 2004, стр. 22; №9, 2009, стр. 22

² ВПВ №9, 2011, стр. 24

Curiosity продолжает изучение Марса

Американская мобильная марсианская лаборатория Curiosity,¹ завершив сбор порошкообразных образцов, полученных при бурении каменистой породы, начала движение к новому месту работы, оставляя позади, возможно, самые прекрасные ландшафты Красной планеты, встречавшиеся на пути марсоходов. Это событие ознаменовало начало нового этапа исследований Марса, стартовавшего 1 октября 2016 г.

Новая цель ровера — гребень, увенчанный шапкой, состоящей из вещества, обогащенного гематитом (оксидом железа), и расположенный на расстоянии около двух с половиной километров. Позади гребня, как показывают данные спутниковой съемки, находится обнажение коренных пород. Эти ключевые участки нижнего горизонта горы Шарп имеют слоистую структуру — ученые собираются найти там дополнительные следы влажных климатических условий древнего Марса.

«Мы добрались до более



▲ Датируемый сентябрем 2016 г. «автопортрет» марсохода Curiosity демонстрирует аппарат на стоянке Quela, где проводилось бурение, в живописном районе Murray Buttes на нижней части склона горы Шарп. Панорама составлена из 60 снимков, которые были сделаны камерой МАНЦ, установленной на оконечности манипулятора ровера.

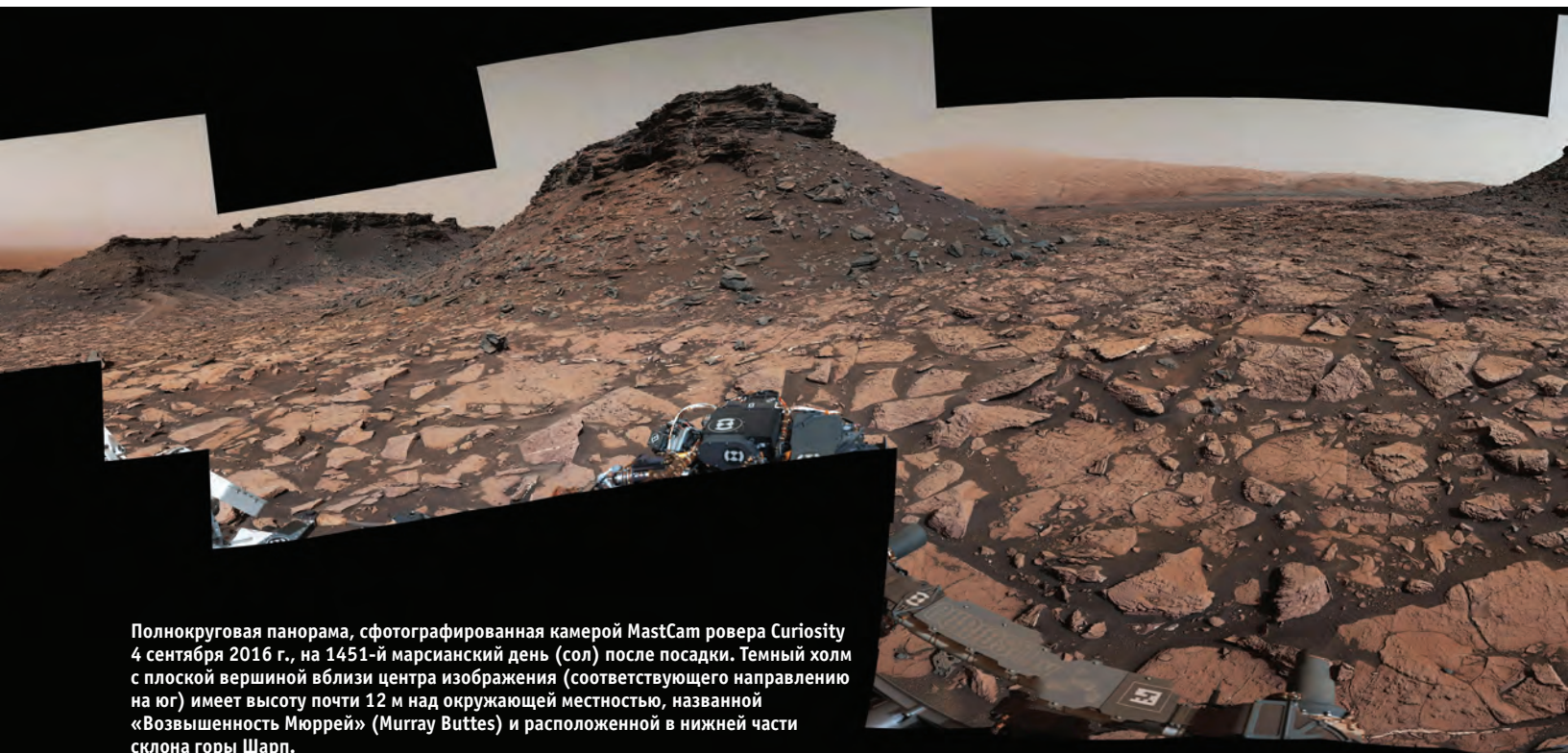
высоких и молодых слоев горы Шарп, — сообщил ведущий исследователь проекта Curiosity Ашвин Васаванда из Лаборатории Реактивного Движения NASA (Ashwin Vasavada, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California). — Даже после четырех лет изучения самой горы и ее ближайших окрестностей она все еще остается неиссякаемым источником для будущих открытий».

На сотнях фотографий, сделанных марсоходом за последние недели, видны множества слоистых отложений и слан-

цев различных форм. Они существенно освежают архив из более чем 180 тыс. снимков деталей ландшафта, переданных после посадки ровера на Марс в августе 2012 г. К новым доступным материалам следует отнести и живописные панорамы марсианской поверхности, запечатленные цветной камерой на верхушке мачты Curiosity, и его «автопортрет», полученный камерой на конце его манипулятора. Последнее панорамное изображение составлено из 60 снимков, сделанных у основания сланцевой формации «Мюр-

рей» (Murray) в том же месте, где 18 сентября производилось бурение для получения порошкообразных проб. Добыть керн на этом участке четырьмя днями ранее не удалось ввиду короткого замыкания в электрооборудовании, но вторая попытка была успешной: бур погрузился в толщу мишени на заданную глубину и извлек полноценный порошкообразный образец, впоследствии помещенный в бортовую мини-лабораторию для проведения анализа.

Этот участок бурения (14-й по счету в программе исследований марсохода) находится в геологическом слое толщиной около 180 м, получившем название Murray Buttes. Curiosity поднялся почти до половины толщины этого слоя и обнаружил, что он в основном состоит из аргиллитов, сформировавшихся из отложений на дне древних водоемов. Полученные данные свидетельствуют, что озерная среда здесь была стабильной и долговременной. Сейчас группа сопровождения миссии планирует заняться исследованиями верхней половины пласта с целью выяснить, на каком уровне на-



Полнокруговая панорама, сфотографированная камерой MastCam ровера Curiosity 4 сентября 2016 г., на 1451-й марсианский день (сол) после посадки. Темный холм с плоской вершиной вблизи центра изображения (соответствующего направлению на юг) имеет высоту почти 12 м над окружающей местностью, названной «Возвышенность Мюррей» (Murray Buttes) и расположенной в нижней части склона горы Шарп.



NASA/JPL-Caltech/MSSS

▲ Отдельный снимок вершины холма вблизи возвышенности Murray был получен 1 сентября 2016 г. камерой MastCam марсохода Curiosity. Пик, получивший условное обозначение M9a, находится примерно на 5 м выше точки съемки и удален от ровера на 25 м.

ходила поверхность водоема. Если его глубина окажется большой, это будет свидетельствовать в пользу того, что водная среда существовала длительное время — возможно, достаточное для зарождения жизни.

Образования «Гематит» и «Глина» в пределах Murray Buttes были идентифицированы с ареоцентрической орбиты еще до посадки марсохода на планету. Информация об их составе, полученная с помощью спектрометра CRIS (Compact Reconnaissance Imaging Spectrometer) на борту зонда Mars

Reconnaissance Orbiter,² стала главной причиной для выбора их в качестве ключевых объектов исследования очередного этапа миссии. И гематит, и глина, как правило, образуются во влажной среде. По словам Ашвина Васавады, характерные особенности изученных областей, вероятнее всего, связаны с разными условиями их формирования, однако ученые хотят узнать, были ли когда-то эти условия пригодными для жизни.

² ВПВ №9, 2005, стр. 21; №11, 2010, стр. 9

В соответствии с планами NASA «Расширенная миссия Curiosity», начавшаяся 1 октября, продлится 2 года. В последующем могут быть инициированы дальнейшие исследования самых вершинных участков горы Шарп.

Определение возможности существования в далеком прошлом в окрестностях места посадки условий, благоприятных для возникновения и эволюции микробной жизни — главная задача марсохода, с которой он уже успешно справился. Curiosity обнаружил следы

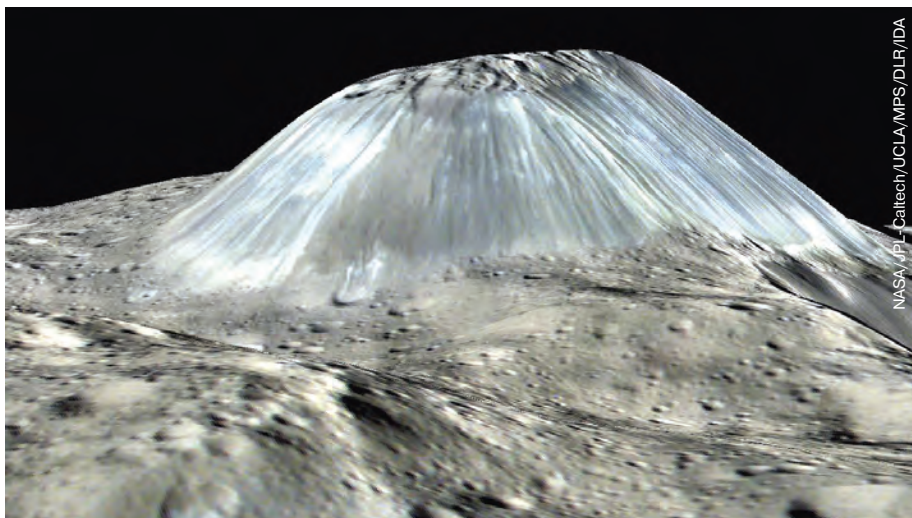
древних рек и озер с источниками химической энергии и основных органических компонентов, необходимых для живых организмов в известном нам земном варианте.

В рамках миссии также проводится мониторинг современных условий на Марсе, включая естественные уровни радиации. Этот проект является важной частью предложенной NASA программы «Путешествие на Марс» (Journey to Mars), предусматривающей запуск пилотируемого аппарата в 2030 г.

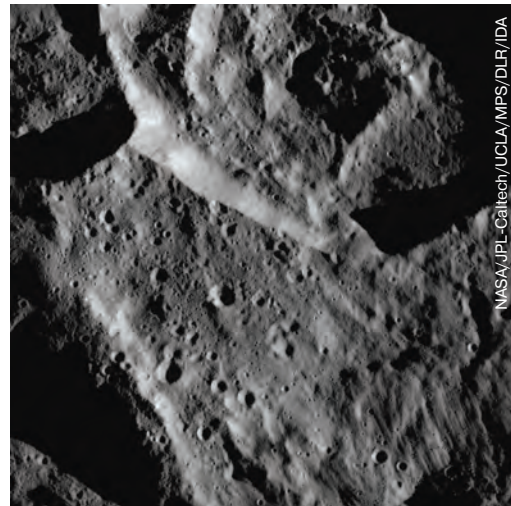


NASA/JPL-Caltech/MSSS

Гора Ахуна — самый близкий криовулкан



▼ На этом снимке, сделанном зондом Dawn 6 июня 2016 г. с высоты 385 км, виден неровный участок дна 125-километрового кратера Мондамин (Mondamin) на поверхности Цереры. Примерные координаты центра изображения — 67° ю.ш., 348° в.д., разрешающая способность — 35 м на пиксель.



Когда на снимках карликовой планеты Цереры (1 Ceres),¹ сделанных американским аппаратом Dawn,² была впервые замечена пирамидальная гора Ахуна (Ahuna Mons),³ планетологи сразу заподозрили, что эта деталь рельефа имеет какое-то особенное происхождение. В основном высота неровностей церерианской поверхности относительно среднего уровня не превышает 2 км, и практически все они связаны с ударными кратерами, густо усеивающими крупнейшее тело пояса астероидов. Однако Ахуна явно выделяется своим видом среди многообразных импактных структур, и вдобавок ее высота, по данным последних измерений, равна почти 4 км (немного меньше сотой доли радиуса Цереры), а размер у основания достигает 17 км.

Даже на Земле такой пик, стоящий отдельно от других горных массивов, был бы весьма примечательным объектом. В основном подобные возвышенности образуются в ходе многолетней деятельности щитовых вулканов — так появились, к примеру, Гавайские острова. Этот же механизм сразу был предложен и для Ахуны. Как показали недавние исследования, предположение оказалось правильным, только вместо расплавленных силикатных пород (лавы) из недр Цереры в данном случае изливалась жидкая грязь из тех же пород, «замешанная» на водном растворе солей натрия и магния с примесями

▲ Компьютерная симуляция перспективного вида горы Ахуна, выполненная по данным космического аппарата Dawn. Вертикальный масштаб вдвое преувеличен по сравнению с горизонтальным; цветовые оттенки также искусственно усилены.

аммиака. Соприкоснувшись с космическим вакуумом, эта смесь частично испарялась, охлаждалась и застывала, формируя характерные нисходящие «потоки». Все это происходило как минимум десяток миллионов лет назад, о чем свидетельствует почти полное отсутствие небольших метеоритных кратеров на склонах горы.

«Это единственный известный пример криовулкана, сформировавшегося из рассола и грязи, причем в сравнительно недавнем по геологическим меркам прошлом», — прокомментировал открытие Оттавиано Рюш, сотрудник рабочей группы миссии Dawn из Годдардовского центра космических полетов NASA (Ottaviano Ruesch, Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland). До последнего времени самыми близкими к Солнцу (и Земле) криовулканами считались гейзеры на сатурнианском спутнике Энцеладе; предположительно криовулканическая активность может присутствовать на Титане — самом большом спутнике той же планеты — и на юпитерианской луне Европе. О том, что подобные процессы имеют место на объектах главного астероидного пояса, астрономы догадывались,⁴ но только сейчас они получили достаточно весомые аргументы в пользу

этого предположения. Не совсем понятным пока остается вопрос, почему Ахуна образовалась именно в этом месте и почему она стоит «в одиночестве»: если бы здесь проходил разлом в ледяной коре Цереры, вдоль него должно было бы выстроиться, по крайней мере, несколько похожих вершин.

Открытие церерианского криовулкана позволяет ученым по-новому взглянуть на ближайшую карликовую планету, и в первую очередь — на ее внутреннюю структуру: возможно, под твердой корой Цереры, состоящей из сильно загрязненного водяного льда, до сих пор присутствует океан соленой воды. В таком случае появляются вопросы об источниках тепла, позволяющих ему на протяжении миллиардов лет оставаться в жидком состоянии. Инженеры NASA уже изучают возможность продления миссии Dawn до конца 2017 г., чтобы получить как можно больше наблюдательных данных на близком к Солнцу участке орбиты карликовой планеты (перигелий она пройдет в апреле 2018 г.). 2 сентября зонд начал подъем со своей последней рабочей орбиты высотой 385 км на новую, расположенную в 1460 км над поверхностью. Он уже производил съемку Цереры с такой высоты, однако теперь его траектория будет иметь меньший наклон к ее экватору и позволит «взглянуть» на некоторые регионы под другим углом.

¹ ВПВ №4, 2004, стр. 17; №9, 2006, стр. 20

² ВПВ №5, 2005, стр. 24; №3, 2015, стр. 28

³ ВПВ № 7, 2015, стр. 16

⁴ Первой «подсказкой» стали яркие пятна высохшего рассола в церерианском кратере Оккатор (Occator) — ВПВ № 8, 2015, стр. 13; №7, 2016, стр. 27

ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА

Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

ТЕЛЕСКОПЫ
БИНОКЛИ
МИКРОСКОПЫ

www.3planeta.com.ua

Миссия ExoMars: частичный успех

Первый этап европейской межпланетной миссии ExoMars,¹ в организации которой также принимают участие российские специалисты, завершился успешным выходом на высокоэллиптическую орбиту вокруг Красной планеты исследовательского зонда Trace Gas Orbiter. Его главный двигатель включился 19 октября в 13 часов 4 минуты по всемирному времени и проработал свыше двух часов (139 минут), снизив скорость аппарата на 1550 м/с, благодаря чему он остался в сфере притяжения Марса. В настоящее время его орбитальные параметры следующие: высота перигентра — 298 км, апоцентра — 95,9 тыс. км, наклонение — 74°. К концу 2017 г., используя торможение в верхних слоях марсианской атмосферы, рабочая группа миссии переведет зонд на круговую орбиту высотой около 400 км и начнет выполнение основной научной программы.

Не столь благосклонной оказалась судьба к посадочному

модулю Schiaparelli, отделившись от основного аппарата 16 октября и начавшему самостоятельный спуск на Марс, в атмосферу которого он вошел 19 октября в 14:42 UTC со скоростью 5,8 км/с. На этапе атмосферного торможения, вскоре после сброса теплозащиты и раскрытия парашютов (что было подтверждено по изменению частоты и увеличению интенсивности радиосигнала зонда, принимавшегося наземными станциями), контакт с ним был потерян. Это произошло на высоте около 11 км. «Прослушивание» предполагаемого места посадки с помощью остальных орбитальных аппаратов — американских Mars Odyssey, MRO и MAVEN, европейского Mars Express, а также индийского «Мангальяна» — не принесло желаемых результатов. Сейчас специалисты ведут расшифровку данных, которые успел передать Schiaparelli, в надежде выяснить, что же стало причиной неудачи.

Теперь, после выхода зонда Trace Gas Orbiter на ареоцен-



ExoMars на ареоцентрической орбите (в представлении художника).

ESA-D. Ducros



Посадочный модуль на поверхности Марса (монтаж Medialab).

ESA/ATG Medialab

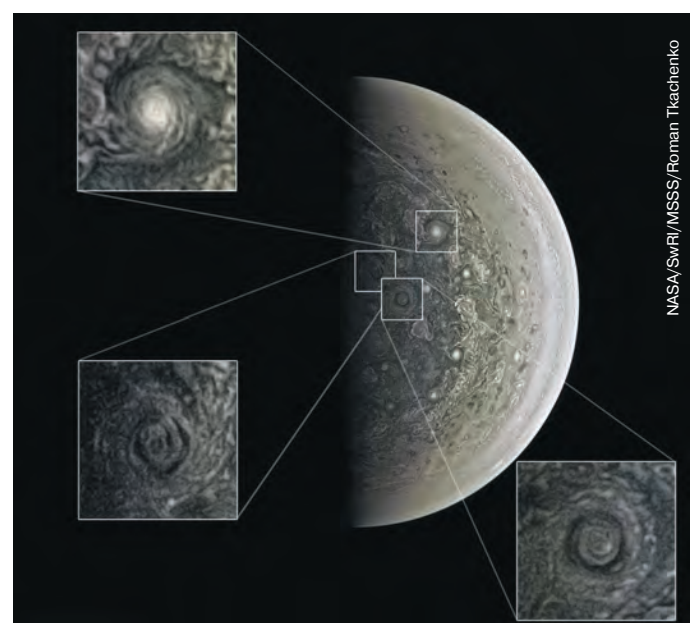
трическую орбиту, в окрестностях Марса ведут научные исследования целых шесть его искусственных спутников — та-

кого «повышенного внимания» человечество не уделяло еще ни одной планете Солнечной системы (не считая Земли).

Juno остается на «длинной» орбите

Тормозной маневр по выходу американского аппарата Juno на «короткую» 14-суточную орбиту вокруг Юпитера отложен почти на два месяца. Это связано с неисправностью клапанов баков со сжатым гелием топливной системы зонда, обнаруженной во время плановых тестов перед включением двигательной установки. 19 октября Juno неожиданно перешел в безопасный режим, отключив свое научное оборудование, что поставило под угрозу выполнение программы наблюдений при очередном прохождении перигентра. В настоящее время группа сопровождения проводит стандартные процедуры восстановления работоспособности автоматического разведчика.

Сейчас зонд обращается вокруг самой большой планеты Солнечной системы по так называемой «орбите захвата» с периодом 53,5 суток. Следующий перигентр он пройдет 11 декабря; на этот день теперь предварительно намечено включение реактивных двигателей Juno для перевода его на плановую рабочую орбиту. Тем временем рабочая группа миссии продолжает публикацию снимков, сделанных аппаратом ранее — на них видны приполярные области Юпитера, практически недоступные для наблюдений с Земли. Интересное открытие было сделано с помощью бортового микроволнового радиометра, регистрирующего излучение атмосферных слоев, лежащих на 400 км ниже верхней кромки облаков: оказалось, что две знаменитых темных полосы в приэкваториальных областях планеты простираются на глубину, превышающую эту отметку.



NASA/SwRI/MSSS/Roman Tkachenko

▲ Вихревые облачные структуры, сфотографированные зондом Juno в окрестностях южного полюса Юпитера при последнем прохождении перигентра — в конце августа 2016 г. По размерам эти структуры сравнимы с нашей Луной.

Antares возобновил полеты

После почти двухлетнего перерыва американская частная компания Orbital ATK (бывш. Orbital Sciences Corporation) возобновила полеты своего носителя Antares. 17 октября 2016 г. его модифицированная версия Antares 230, стартовавшая в 23 часа 45 минут по всемирному времени со Среднеатлантического регионального космопорта на острове Уоллопс в штате Вирджиния, доставила на опорную около-

земную орбиту беспилотный грузовой корабль Cygnus, названный в честь астронавта NASA Алана Пойндекстера (Alan Poindexter). Запуск состоялся в рамках миссии CRS OA-5 по снабжению Международной космической станции. На борту корабля общей массой 6173 кг (вместе с запасами топлива для бортовой двигательной установки) находилось 2350 кг полезной нагрузки; еще 83 кг весят дополнительные эксперимен-

тальные спутники Cubesat, которые должны быть отделены от основного аппарата после его отстыковки от МКС.

Новая версия носителей отличается от предшествующей двигателями первой ступени РД-181, представляющими собой адаптированную к требованиям американской компании модификацию двигателя РД-191, создаваемого с 2001 г. российским научно-производственным объединением «Энергомаш». Основная часть конструкции ступени разработана специалистами КБ «Южное» (Днепр, Украина) и производится на украинском Государственном предприятии «Южный машиностроительный завод».

Ранее на первой ступени ракеты Antares устанавливались реактивные двигатели AJ26, сконструированные на основе советских двигателей НК-33, создававшихся еще в 70-е годы прошлого века для сверхтяжелой ракеты Н-1.¹ Как показал анализ видеозаписей и обломков, оставшихся после аварии 31 октября 2014 г.,² именно они стали причиной падения и последующего взрыва носителя на стартовой позиции. Поэтому руководство Orbital ATK приняло решение модифицировать двигательную



▲ Грузовой корабль Cygnus перед стыковкой с МКС.

установку, однако серьезной проблемой стал поиск агрегатов, не сильно отличающихся по конструкции от исходных компонентов. В итоге был сделан выбор в пользу РД-181, имеющего вдобавок лучшие тяговые характеристики и позволяющего увеличить массу полезной нагрузки.

23 октября в 11:28 UTC после длительного сближения с МКС «грузовик» был захвачен роботизированным манипулятором и успешно пристыкован к надирному порту модуля Unity американского сегмента орбитального комплекса.

¹ ВПВ №6, 2005, стр. 33; №6, 2013, стр. 20; №11, 2013, стр. 25

² ВПВ №11, 2014, стр. 34



Старт РН Antares с беспилотным грузовым кораблем Cygnus.

NASA / Bill Ingalls

Возрождение проекта Sea Launch

Владельцы российской авиакомпании S7 надеются возродить проект Sea Launch, до 2009 г. занимавший заметную долю мирового рынка пусковых услуг.¹ С этой целью они приобрели у ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» комплекс наземной инфраструктуры компании, а также плавучую пусковую платформу Odyssey и сервисное судно Sea Launch Commander. Договор купли-продажи был подписан 27 сентября в ходе церемонии на Международном конгрессе

Корабль управления Sea Launch Commander и стартовая платформа Odyssey в процессе подготовки к запуску ракеты «Зенит-3SL».



Sea Launch

¹ ВПВ №7-8, 2009, стр. 12

Пополнение на МКС

Российский космический корабль «Союз МС-02» (второй аппарат из серии «Союз МС») стартовал с космодрома Байконур 19 октября 2016 г. в 8:05 UTC после задержки почти на месяц — изначально его запуск был запланирован на 23 сентября, но его пришлось отменить из-за повреждения электрокабеля системы приземления в ходе предстартовых испытаний. На борту корабля находились российские космонавты Андрей Борисенко и Сергей Рыжиков, а также представитель NASA Роберт Кимброу (Robert Shane Kimbrough). Несмотря на то, что для Рыжикова этот полет стал первым в его космической карьере, он был назначен командиром экипажа. Борисенко и Кимброу ранее уже успели по одному разу побывать на орбите.¹

Два дня спустя, 21 октября в 9:52 UTC, «Союз МС-02» был успешно пристыкован к зенитному порту модуля «Поиск» российского сегмента МКС, а через два с половиной часа члены его экипажа присоединились к уже находившимся на борту орбитального комплекса участникам 49-й длительной экспедиции — россиянину Анатолию Иванишину, японцу Такуя Ониши и американской астронавтке Кэтрин Рубинс (Kathleen Rubins).² Совместно проработать им предстоит недолго — до начала ноября текущего года, когда «Союз МС-01» вместе со своим экипажем отстыкуется от МКС и вернется на Землю.

¹ ВПВ №12, 2008, стр. 13; №4, 2011, стр. 31

² ВПВ №7, 2016, стр. 30



▲ Экипаж экспедиции МКС-49 в полном составе сфотографировался в сервисном модуле «Звезда» российского сегмента станции. В нижнем ряду (слева направо) — Андрей Борисенко, Сергей Рыжиков, Роберт Кимброу; во втором ряду — Кэтрин Рубинс, Анатолий Иванишин и Такуя Ониши.



В «Небесный дворец» прибыл экипаж

На новую китайскую долговременную орбитальную станцию «Тяньгун-2» («Небесный дворец»), выведенную на околоземную орбиту 15 сентября 2016 г.,¹ прибыл первый экипаж посещения. Его доставил пилотируемый корабль «Шэньчжоу-11», стартовавший 17 октября в 7 часов 30 минут по времени КНР (16 октября в 23:30 по всемирному времени) с космодрома Цзюцзянь. В состав экипажа вошли 49-летний Жин Хайпенг, ставший первым китайцем, который трижды побывал в космосе, и 37-летний Чен Донг, поднявшийся за пределы атмосферы впервые.

Стыковка пилотируемого транспортного корабля со станцией состоялась 18 октября 2016 г. в 19:31 UTC на высоте 393 км над Землей и производилась в автоматическом режиме. Образовавшийся орбитальный комплекс имеет длину более 18 м и внутренний объем почти 150 м³. Плановая продолжительность космической экспедиции составляет 30 суток, на протяжении которых члены экипажа должны осуществить серию научных экспериментов (в первую очередь связанных с проверкой функциональности системы жизнеобеспечения станции), а также принять и разгрузить первый китайский беспилотный грузовой корабль «Тяньчжоу-1». О намерении КНР в будущем осуществить второй пилотируемый полет к «Тяньгун-2» пока не сообщалось.

¹ ВПВ №9, 2016, стр. 31

по астронавтике в Гвадалахаре (Мексика). Стоимость сделки, по словам генерального директора холдинга S7 Group Владислава Филева, составила около 150 млн долларов.

Несмотря на то, что РКК «Энергия» лишится контрольного пакета акций компании Sea Launch (после завершения процедуры банкротства в октябре 2010 г. ей принадлежало 95% акций²), она останется ключевым подрядчиком при подготовке стартов. Ее инженеры также обеспечат приведение в рабочее состояние инфраструктуры и оборудования, законсервирован-

ных после запуска спутника Eutelsat 3B в мае 2014 г.³ Согласно теку-

▼ Старт ракеты-носителя «Зенит-3SL» с плавучей пусковой платформы.



щим планам руководства S7, старты с плавучей платформы должны быть возобновлены в конце 2018 г. Предварительно компании требуется получить разрешение регулирующих органов США, однако с этим, как предполагается, больших проблем возникнуть не должно.

Ранее с платформы Odyssey, выводимой в приэкваториальную часть Тихого океана, производились пуски украинских двухступенчатых носителей «Зенит-3SL» с разгонным блоком ДМ производства корпорации «Энергия». Как сообщил журналистам Владислав Филев, он надеется, что именно в такой комплектации пусковые услуги будут оказываться и далее.

² ВПВ №11, 2010, стр. 12

³ ВПВ №6, 2014, стр. 30

ДРЕВНЯЯ СТРАНА НА БЕРЕГАХ САРАСВАТИ

Михаил Видейко
кандидат исторических наук,
старший научный сотрудник Института
археологии НАН Украины, Киев

Цивилизация Хараппы (3200/3000–1700/1300 гг. до н.э.), она же цивилизация Хараппы и Мохенджо-Даро, она же цивилизация долины Инда, она же индская цивилизация — восточная соседка Великого Шумера,¹ современница древнейших династий фараонов Египта, легендарной страны Аратты, державы «Желтого императора» в Китае.² В степях между Дунаем и Доном в те времена господствовали кочевые или полукочевые племена «ямной» и «катакомбной» культур, использовавшие для передвижения четырехколесные повозки. Вооруженные каменными, а кое-где даже бронзовыми топорами и кинжалами, они постоянно выясняли, кто в степях главный. В определенных научных кругах в свое время сложилось мнение, что их потомки однажды отправились в далекую Индию и завоевали ее, войдя в историю как арии. Но рассказ дальше пойдет не об ариях с их бурной историей, а о

далеком субконтиненте, ныне именуемом Индостаном — точнее, о его северо-западной части во времена, предшествовавшие упомянутому эпохальному (в представлениях некоторых европейцев) событию.

Рождение цивилизации

Хараппская цивилизация не уступала упомянутым цивилизациям древности, то есть существовавшим в IV–II тысячелетиях до н.э., ни по уровню развития культуры, ни по технологическим достижениям, ни по масштабам распространения. На пике расцвета ее территория охватывала свыше трети Индостана — от подножья Гималаев на севере до океанского побережья на юге.

Сформировалось это культурное явление на основе нескольких (не менее трех) групп населения, прежде имевших собственные традиции. Интеграции, как полагают специалисты, способствовал культурный и технологический обмен (добавим сюда торговлю, ибо ресурсы территории весьма разнообразны). К 2500 г. до н.э., как полагают, этот конгломерат мог оформиться в государство площадью порядка полутора миллиона квадратных километров

— едва ли не крупнейшее по тем временам на планете. Огромные города, построенные по единому плану, грандиозные укрепления, общественные и гидротехнические сооружения, оригинальная письменность, транзитная торговля с весьма удаленными партнерами (индские печати и товары найдены в Месопотамии и на пути к ней), произведения искусства — вполне осязаемые свидетельства его величия.

Как везде в древние времена, величие это, по данным многолетних археологических исследований, имело свою, причем очень длительную предысторию. Первые достаточно крупные (площадью до 30 га) поселения возникли здесь еще между 7000–5500 гг. до н.э., однако в V–IV тысячелетии до н.э. население в регионе распределилось более равномерно, осваивая все новые и новые территории, при этом площадь поселков составляла от 1–1,5 до 10 га, и только к 3200 г. до н.э. вновь появляются поселки в 2–3 раза большего размера. Около 3800 г. до н.э. была основана знаменитая Хараппа, но до 2800 г. до н.э. она оставалась фактически небольшим поселением, занимавшим всего полтора гектара. Ее расцвет пришелся на период

¹ ВПВ №8, 2006, стр. 34

² ВПВ №3, 2016, стр. 26

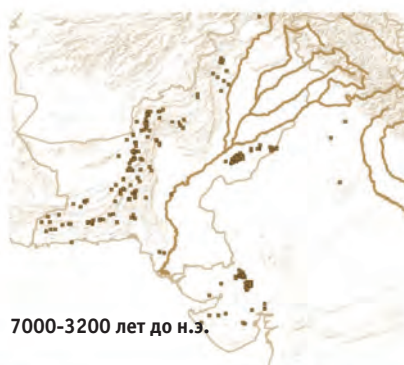
Руины Мохенджо-Даро.



2200-1900 гг. до н.э., когда площадь теперь уже большого города превысила 150 га. Мегполис Мохенджо-Даро³ «стартовал» с пяти гектар около 2900 г. до н.э. и достиг 200 га к 2250 г. до н.э. Большинство городов индской цивилизации при-шли в упадок и исчезли после 1900-1700 гг. до н.э., но не все. Поселение Мохенджо-Даро, например, сократилось до 20 га, но просуществовало до 1300 г., а Хараппа, уменьшившись до 8 га — до 1500 г. до н.э.

В древности край городов выглядел несколько иначе, чем сейчас. Например, в сборнике религиозных гимнов «Ригведа» упомянута великая река Сарасвати — воплощение одноименной богини. Река эта ко времени сложения более поздних произведений («Тандем-Брахмани», «Махабхарата») почти пересохла. Ныне ее идентифицируют с речной системой Гхаггар-Хакра, по берегам которой обнаружены следы более 400 древнейших поселений, в то время как на Инде, где располагались и Хараппа, и Мохенджо-Даро, их насчитывают намного меньше. По-видимому, не зря Сарасвати упоминали в «Ригведе» заметно чаще, нежели Инд. С ее истоками связывают также реку Хильмунд на территории современного Ирана и Афганистана. Река эта примечательна тем, что на ней во времена хараппской цивилизации располагался достаточно крупный город, названный археологами Шахри-Сухтэ. Он возник около 3200 г. до н.э. и просуществовал, по одним данным, до 2100 г., по другим — до 1900-1800 гг. до н.э. Его население разбогатело на торговле металлами (в том числе золотом и серебром), а главное — лазуритом, поступавшим из копей на территории современного Афганистана. Все эти ценности отсюда поставляли как в долину Инда, так и в Месопотамию. Кстати, одно время город идентифицировали с Араттой древних легенд Шумера. Краска, приготовленная на основе азиатского лазурита, найдена даже в погребениях усатовской культуры (конец III тысячелетия до н.э.) на юге современной Украины.

Фундаментом экономики хараппской цивилизации стало, как и везде, земледелие. Отметим также, что ее возникновению предшествовали более трех тысячелетий освоения земледельцами древнего Индостана. Так что сама цивилизация здесь появилась не вдруг, не внезапно, а после длительной предыстории, на протяжении которой произошло не только распространение и становление земледелия в регионе, но и последовавший за этим рост населения, а также развитие многих других технологий, обмена и торговли, изменивших течение истории этого края.



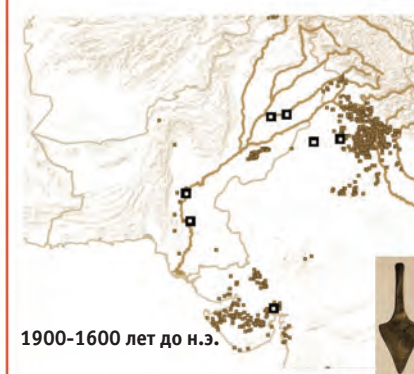
7000-3200 лет до н.э.



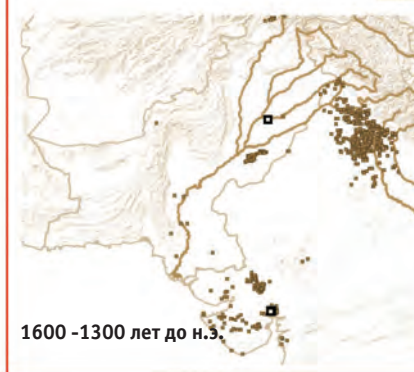
3200-2600 лет до н.э.



2600-1900 лет до н.э.



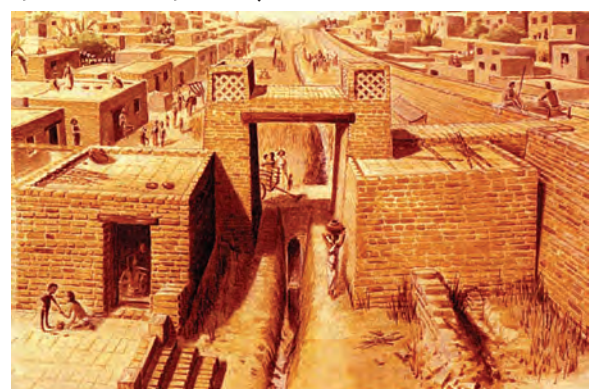
1900-1600 лет до н.э.



1600 -1300 лет до н.э.

▲ Карта расположения древних поселений до появления хараппской цивилизации и на разных этапах ее развития.

▼ Современная реконструкция города времен хараппской цивилизации (по материалам археологических раскопок).



▼ Дхалавира — руины хараппского города (вид после раскопок и консервации). Здесь найдены остатки укреплений.



▼ Мохенджо-Даро. Знаменитый бассейн для омовений.



Свидетельств древнего земледелия в долине Инда найдено немало. Только среди руин Хараппы обнаружено почти 150 тыс. зерен, которые позволили весьма достоверно реконструировать земледелие той

³ ВПВ №1, 2007, стр. 39

эпохи. Важным обстоятельством было то, что обитатели древней Хараппы (как и современных ей городов Месопотамии) в силу природных особенностей региона могли рассчитывать на два урожая в год, условно именуемые «летним» и «зимним». Первый наполнял закрома городов и селений просом, второй — пшеницей, ячменем, чечевицей и горохом. Основное количество еды приносил, конечно, «зимний» урожай; «летний» служил страховкой, дополнительными ресурсами. И все эти ресурсы обеспечивали на протяжении почти тысячи лет устойчивое развитие городов, ремесел, рост населения. Для получения стабильных урожаев земледельцам пришлось осваивать ирригацию — запасать избыток воды, строить дамбы и каналы. Причем строительство это велось в масштабах многочисленных общин, что требовало координации подобной деятельности и централизации власти хотя бы на уровне отдельного города.



► Керамические модели колесного транспорта, сделанные хараппцами.

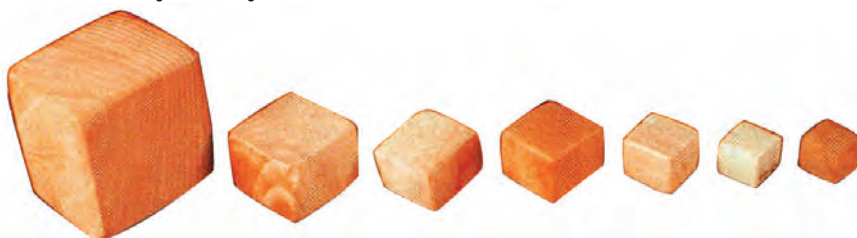


Страна кирпичных городов

Часть городов стали своеобразными памятниками вечной борьбы человека с природой. Периодические разливы Инда и его притоков заставили любителей жить на берегу реки строить огромные платформы из кирпича, а также рыть обводные каналы. В процессе выяснилось, что избыток воды можно использовать и для бытовых нужд. Так появились бассейны, подвод воды в отдельные дома, и, как следствие — дренажные системы. Последние были совершенно необходимы в городской черте для борьбы с последствиями сезонных дождей. Поиск более совершенных материалов для строительства подобных систем при отсутствии камня вскоре привел к возникновению производства обожженного кирпича. Развитие этой технологии также имело определенные последствия для общества в целом. Тут мы подходим к следующему интересному моменту, показывающему значение верной оценки тех или иных археологических находок.

Достаточно сложно охарактеризовать древнюю цивилизацию, уровень ее развития, характер общественных отношений, практически не имея в своем распоряжении письменных источников —

▼ **Каменные гирьки. На всей территории своего распространения хараппцы использовали единую систему веса.**



только открытые руины древних поселений да добытые археологами предметы материальной культуры. Однако и в этом случае ситуация не столь безнадежна, как может показаться на первый взгляд.

Исследователи в итоге составили весьма интересную схему «отражения», точнее говоря — последствий некоторых технологических инноваций для общественного развития древнего населения долины Инда. Например, наличие гирь, то есть системы весов, свидетельствует о развитой торговле, связывающей между собой удаленные территории, наличие печатей — о существовании «авторитетов», то есть властей, письменность — о наличии администрации, распространение и концентрация в отдельных руках украшений — о появлении элиты. Находки изделий из металла (в том числе меди, серебра и золота) означают существование не только достаточно сложного ремесленного производства, но и дальней торговли, а следовательно, купцов как особой группы населения. Колесо, кстати сказать, тоже появилось в эпоху Хараппы — без него уже не могли обойтись ни в сельском хозяйстве, ни в строительстве, ни в торговле. И даже изменения в технологии изготовления такого нехитрого строитель-

ного материала, как кирпич, могут многое рассказать про общество, которое его производит и использует. Остановимся на «хараппских» кирпичах поподробнее.

Благодаря раскопкам известно, что с самого начала развития цивилизации долины Инда, то есть примерно с периода около 5000 г. до н.э., при постройке зданий местные жители стали использовать кирпичи. Интересно то, что более тысячелетия их не обжигали: сырцовые кладки, как и в Месопотамии, существовали повсеместно. Однако лишь спустя 25 веков, а именно около 2600-2500 гг. до н.э. (а кое-где — на две-три сотни лет раньше!) по всей долине Инда начинается эпоха обожженного кирпича. Особо следует отметить стандартизацию размеров этих изделий, что, в свою очередь, может быть свидетельством превращения строительной отрасли в высокоспециализированное ремесло, развития архитектуры в качестве особой сферы деятельности и так далее. Как бы там ни было, масштабы кирпичного производства 45 веков тому назад потребовали определенных изменений в организации труда, а стало быть — и общества в целом. Интересно, что само возведение сооружений из обожженного кирпича было «привилегией» именно городских центров: мелкие поселки, как и в древние времена, строились из камня (где он был) или сырцового кирпича — известные археологам исключения немногочисленны.

Эпоха обожженного кирпича продолжалась вплоть до заката цивилизации между 1800 и 1700 гг. до н.э., то есть почти тысячу лет. И это тысячелетие, если

судить по архитектуре и изделиям ремесленников, было периодом ее расцвета. Кирпича (и притом прекрасного качества) древние изготовили столько, что его использовали в конце XIX века уже нашей эры в качестве материала для насыпей первых железных дорог, которые прокладывали в регионе. Для местности, лишенной запасов щебня или гравия, руины древних городов давно забытой цивилизации оказались в то время единственным доступным источником строительных материалов...

На пути к закату

Стоит упомянуть, что уже достаточно давно появились теории, объясняющие упадок городов долины Инда последствиями экологической катастрофы, вызванной массовой вырубкой лесов, большая часть которых, как утверждают, пошла на обжиг тех самых кирпичей. Однако на самом деле кирпичи там кое-где все еще изготавливали и после 1700 г. до н.э., а климатические изменения были вызваны, по-видимому, более глобальными факторами, что заставляет сомневаться в таких утверждениях.

Для упадка имелись причины куда более веские. Например, около 1750 г. до н.э. вследствие тектонических сдвигов изменилось течение двух притоков, до того питавших великую реку Сарасвати. Ее полноводность, обеспечившая расцвет земледелия, а следовательно — городов, да и торговых путей от Гималаев (вспомним богатства Шахри-Сохтэ!) к Индийскому океану, всего за несколько веков становится достоянием легенд. Опустели сотни поселков по ее берегам. Достаточно глянуть на карты, отражающие динамику изменения числа (а главное — местоположения) населенных пунктов на Индостане той эпохи, чтобы увидеть, как население перераспределяется в направ-



▲ Хараппская печать из Дхалавиры



▲ Изображение хараппского корабля на печати. Такие суда в те времена обеспечивали перевозку грузов по еще полноводной Сарасвати, а возможно, даже ходили к берегам далекого легендарного острова Дильмуна (сегодня этот остров называют Бахрейн).

лении районов, где еще есть вода — основной ресурс для земледелия. Ну и на побережье сохраняются немногочисленные портовые города, живущие за счет транзитной торговли. Некоторые из них существуют и в наши дни...

Пожалуй, наибольшей загадкой хараппской цивилизации остается письменность. Находок печатей, их оттисков и отдельных знаков насчитывается немало. И они не похожи ни на письменность Месопотамии, ни на иероглифы древнейшего Китая, не говоря уже о Египте или древних письменах Европы. Материала вроде бы достаточно много, но прочитать что-то убедительно, несмотря на многочисленные попытки, никак не получается: нет ни билингв (с параллельным переводом на уже известный язык), ни достаточно длинных текстов, способных помочь в работе. Появилась даже точка зрения, что никакая это не письменность, даже не пиктография, а просто набор знаков, каждый из которых символизирует то или иное божество, а в каких-то случаях это просто знаки-идентификаторы древних кланов. И тому и другому, как утверждают сторонники этой теории, как раз место на древних

печатах. А то, что в могучем государстве не было своей письменности — так это не беда, говорят они: значит, не было в ней необходимости, как-то обходились без нудного учета зерна и пива, которому посвящены тонны табличек из шумерских городов. Тем не менее, в большинстве научных трудов можно прочесть о наличии у хараппской цивилизации письменности — ну какая же цивилизация без нее?

Одним из распространенных мифов относительно хараппской цивилизации является утверждение об исключительно миролюбивом характере ее носителей. Основанием для этого утверждения стало якобы отсутствие находок оружия, укреплений, следов разрушений, причиненных военными действиями на протяжении тысячелетней истории этой цивилизации. Якобы совсем нет изображений сцен насилия в древнем искусстве обитателей Индостана, в отличие от тех же Египта и Месопотамии, где военные сюжеты стали обыденной частью украшений фасадов и интерьеров монументальных построек. Не будем обсуждать заявления о том, что хараппские города в свое время подверглись атомной бомбардировке (этой байке и вовсе нет материальных подтверждений), но вот об «арийском завоевании» долины Инда писали много. Правда, несложные изыскания показывают, что все эти представления про «хараппское миролюбие» — продукт творчества ученых и писателей конца XIX — начала XX веков, затем многократно повторенный и разрабатываемый без оглядки на текущие археологические реалии. Ну и в самом деле: все знают, что это же Индия, Ганди, непротавление злу насилием и прочее...

В то же время современные научные исследования по проблеме насилия в долинах Инда и Сарасвати в давние хараппские времена рисуют несколько иную картину. Находок оружия (речь о подсчетах, сделанных при написании соответствующих работ современными археологами), в том числе бронзового — а это наконечники копий, кинжалы и даже короткие мечи — набирается

▼ Керамические изделия хараппских мастеров — свидетельство высочайшего уровня гончарного ремесла и стандартизации изделий.



▲ Печати и оттиски печатей, в том числе с письменами (или символами древних богов).

вполне достаточно. Если к ним прибавить предметы «двойного назначения» типа топоров (как каменных, так и металлических) и острия стрел, то получается арсенал, превосходящий число аналогичных находок в Месопотамии соответствующей эпохи, даже если включить в сводку топоры и копья, изображенные на известных рельефах. Раскопаны и укрепленные поселения, причем не города, а вполне рядовые поселки хараппского периода в теперешнем штате Гуджарат. Мало того: в долине Инда даже изображения подходящие, вполне милитаристского содержания, очень даже присутствуют, хоть и в небольших количествах. Есть и подобающее случаю божество: на цилиндре из Калибангана вырезана пара копеечников, а рядом — женщина верхом на тигре. На спине этого могучего и кровожадного зверя позднее в долине Инда будут изображать местную богиню Победы,

так что истоки легенд о богине-воительнице явно уходят в «сугубо мирные» хараппские времена. Поэтому все, что касается хараппского пацифизма выглядит не таким простым и понятным, как кажется на первый взгляд.

Вопрос относительно того, какую роль в закате хараппской цивилизации сыграли древние арии (а также кто они и откуда), повествования о великих походах которых столь популярны среди европейцев вообще и в Украине в частности — тема, требующая отдельного рассказа, тем более что мнения археологов из разных стран по этому предмету весьма разнообразны, а порой и вовсе противоположны.

Быстро «падения» хараппской цивилизации как такового, по-видимому, не произошло. Ведь речь идет о довольно обширной, сильно отличающейся по природным условиям (и ресурсам) территории.

Да, на Сарасвати города приходят в упадок, но на Инде они продолжали существовать до 1500-1300 гг. до н.э., не говоря уже о севере и океанском побережье. Около 1500 г. до н.э. начинается отсчет тысячелетней «ведийской цивилизации» — эпохи, начало истории которой реконструируют по гимнам «Ригведы», споря при этом относительно реальной подоплеки «Махабхараты» и ей подобных сочинений. В ту эпоху на историческую арену, судя по всему, выходят новые племенные союзы, прежде кочевавшие на периферии «хараппского мира» и многое от него перенявшие — от металлургии до городского образа жизни.

Процесс интеграции хараппцев и их соседей в новое сообщество едва ли был повсеместно мирным, как и дальнейшая история. Собственно, следующую эпоху открывает грандиозная «Битва десяти царств» и легенда о могучем императоре Бгарате, покорившем не только Индостан, но и иные миры, так что память о его деяниях живет и поныне, в том числе в названии Республики Индия на языке хинди — Bhārat Gaṇarājya. Однако это уже тема для другой статьи...

▼ Изображение героя (или божества), поймавшего двух тигров — популярный сюжет той эпохи. Внизу — изображение слона.



Хараппское оружие (которого вроде бы нет) — от бронзовых клинков и наконечников копий до каменных наконечников для булав — легко отыскать во многих местных музеях.



Телескоп

Omegon N 114/900 EQ-1

Предлагаем Вам ознакомиться с продукцией компании Omegon, которая, несомненно, отлично себя зарекомендует на украинском рынке благодаря оптимальному соотношению цена/качество и широкому модельному ряду, способному удовлетворить запросы как начинающих любителей астрономии, так и профессионалов.

Omegon N 114/900 EQ-1 — сравнительно компактный рефлектор системы Ньютона с качественной оптикой, способный передавать изображения без значительных искажений. Его возможности непременно оценят даже требовательные пользователи.

Фокусное расстояние 900 мм и диаметр объектива 114 мм делают эту модель универсальной: она позволяет без труда получить достаточно высокие увеличения, подходящие для детальных наблюдений Луны и большинства планет Солнечной системы. Впечатляющие виды лунных кратеров, фазы Меркурия и Венеры, полярные шапки Марса во время противостояний, облачные пояса и четыре крупнейших спутника Юпитера, великолепные кольца Сатурна и его спутник Титан (при подходящих условиях видны также Диона, Рея и Япет), далекие Уран и Нептун в виде маленьких голубоватых дисков — все это будет доступно обладателям Omegon N 114/900. На качественном темном небе, в отсутствие дымки и засветки, Вы также сможете увидеть множество ярких туманностей и галактик, шаровых и рассеянных звездных скоплений.

Экваториальная монтировка EQ-1 хорошо приспособлена для наблюдений астрономических объектов. Она установлена на алюминиевый штатив регулируемой высоты. Конструкцией предусмотрена возможность установки электрического привода по часовой оси, что сделает визуальные и фотографические наблюдения более комфортными.

В комплект поставки Omegon N 114/900 EQ-1 входят два окуляра с посадочным диаметром 1,25": Super 10 (фокусное расстояние 10 мм, обеспечивает увеличение 90 крат) и Super 25 (25 мм, дает увеличение 36 крат). В комбинации с двукратной линзой Барлоу эти окуляры соответственно обеспечат 180- и 72-кратные увеличения. Модель также оснащена оптическим искателем 6х30 для облегчения наведения на объекты. Телескоп комплектуется инструментом для сборки.

Более детальную информацию о каждом продукте можно получить на сайте 3planeta.com.ua и в магазине «Третья Планета» по адресу: Киев, ул. Нижний Вал 3-7, тел. (044) 295-00-22, (067) 215-00-22.

Подробные обзоры телескопов, микроскопов и биноклей Omegon, а также других торговых марок читайте в следующих номерах нашего журнала.



Bresser PC-окуляр — отличная цифровая камера для фотографирования объектов Солнечной системы: Луны, планет и других небесных тел. Он позволяет вести фото- и видеосъемку, сохранять полученные изображения и видеоролики (в комплект поставки не входит, продается отдельно).



Телескоп Omegon N 114/900 EQ-1 — рефлектор Ньютона с качественной оптикой



Экваториальная монтировка EQ1 отлично приспособлена для наблюдений астрономических объектов.



Окуляр с переменным фокусным расстоянием позволит Вам наблюдать небесные объекты с разными увеличениями без смены окуляров (в комплект поставки не входит, продается отдельно).

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ
omegon

БЛИЗКАЯ КОМЕТА С ДЛИННЫМ НАЗВАНИЕМ

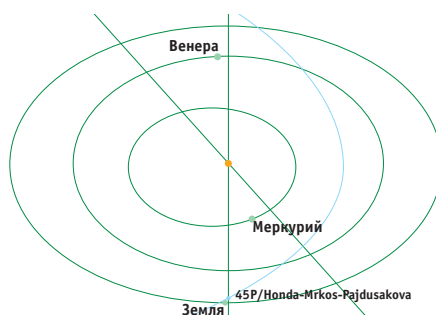
Владимир Манько
«Вселенная, пространство, время»

К концу 1948 г. Япония уже в основном оправилась от потрясений Второй Мировой войны, однако многие уголки островного государства еще могли похвастаться «качественным» темным небом, позволявшим любителям астрономии заниматься, например, поисками комет. Одним из таких любителей был 35-летний учитель Минору Хонда, почти каждую ясную ночь посвящавший наблюдениям в свой самодельный 10-сантиметровый телескоп. Нужно сказать, что в то время японские астрономы эффективно использовали преимущества Страны Восходящего Солнца: если какой-то сравнительно яркий объект, выходя из соединения со светилом, появлялся на фоне утренних сумерек — первыми его практически всегда замечали именно японцы (поскольку восточнее простирался огромный Тихий океан, где наблюдателей с подходящими инструментами тогда было не так уж много).¹

3 декабря 1948 г., осматривая безоблачное предраусветное небо, Хонда наткнулся на туманный объект, имевший блеск около 8-й звездной величины. Через некоторое время стало ясно, что этот объект довольно быстро движется на фоне звезд, а следовательно, он должен принадлежать к Солнечной системе. Никаких других уже известных небесных тел в «нужном месте» в тот момент не находилось, и любитель астрономии совершенно правильно решил, что имеет дело с новой кометой. Поэтому двумя днями позже, убедившись, что объект никуда не пропал и продолжает двигаться в том же направлении, Хонда отправил соответствующее сообщение в Копенгаген, где с 1922 по 1965 г. находилось Центральное бюро астрономических телеграмм (ЦБАТ).

По действовавшим на тот момент правилам, прежде чем присваивать новой комете имя первооткрывателя, следовало дожидаться подтверждающих наблюдений других обсерваторий, которым рассылалась информация об открытии

Комета Хонды-Мркоса-Пайдушаковой
в появлении 2011 г.



▲ Сближение кометы Хонды-Мркоса-Пайдушаковой с Землей в августе 2011 г.

(содержавшая текущие и прогнозируемые координаты кометы). Но в данном случае этого не потребовалось: 7 декабря в ЦБАТ поступила телеграмма от работавших на обсерватории Скалнате Плесо в нынешней Словакии астрономов Антонина Мркоса и Людмилы Пайдушаковой (Antonín Mrkos, Ľudmila Pajdušáková). Указанное положение замеченного ими кометообразного объекта хорошо «ложилось» на расчетную траекторию кометы Хонды. Поскольку они нашли ее самостоятельно, т.е. без предварительного уведомления, то могли также претендовать на включение в число открывателей.² В итоге комета получила сложное тройное имя — Хонды-Мркоса-Пайдушаковой. Две последних фамилии перед этим появля-

лись в кометных названиях уже дважды, а для японского любителя эта «хвостатая звезда» стала пятой. Всего же до 1968 г. включительно он открыл целых 12 комет.³

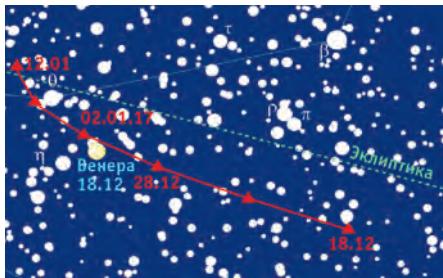
...Однако найти новую комету — всего лишь поддела. Далее необходимо определить, по какому пути она движется в пространстве, вернется ли она снова к Солнцу, и если да — то когда именно. Напомним, что орбиты большинства «хвостатых светил» — разомкнутые (гиперболические, близкие к параболам), то есть, однажды появившись во внутренних областях Солнечной системы, они навсегда улетают в межзвездное пространство. Значительная часть уже открытых комет имеют орбитальные периоды порядка тысяч и миллионов лет, и лишь чуть больше трех сотен возвращаются к перигелию с интервалом менее двухсот лет — такие объекты называют «короткопериодическими».

Вначале для кометы была рассчитана приблизительная параболическая орбита. Но уже к концу года стало ясно, что ее движение лучше всего описывается эллипсом со сравнительно коротким периодом. Позже оказалось, что этот период не просто «короткий» — лишь две из открытых к тому времени комет (в том числе знаменитая комета Энке⁴) возвращались к Солнцу чаще. Новое малое тело Солнечной системы

¹ Несложно понять, что такая же благоприятная ситуация для японских «охотников за кометами» складывалась и после захода Солнца.

² Согласно правилам, утвержденным Международным астрономическим союзом в 1991 г., название кометы может включать фамилии не более чем двух первооткрывателей (до этого их могло быть трое).

³ Антонин Мркос открыл свою последнюю комету в 1991 г. — в его «личном списке» она стала тринадцатой.



▲ Видимый путь кометы Хонды-Мркоса-Пайдушаковой по созвездию Козерога в декабре 2016 г. — январе 2017 г.

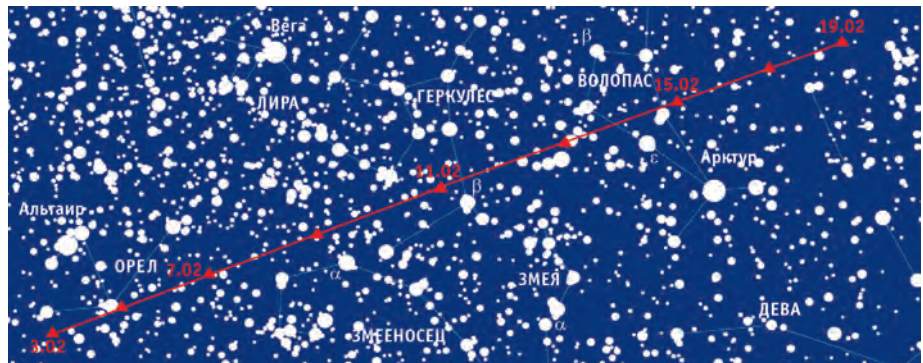
было занесено в каталог короткопериодических комет под номером 45. С тех пор его наблюдают в каждом появлении, исключая 1959 г., когда условия видимости были особенно неблагоприятными.

Еще более интересной оказалась история орбитальной эволюции 45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková (далее для краткости — 45P). Свою тогдашнюю орбиту она «получила» в результате гравитационных возмущений со стороны Юпитера, с которым она в августе 1935 г. сблизилась до расстояния 0,079 а.е. (11,83 млн км). Правда, после этого ей пришлось ожидать своего открытия более 13 лет. Оно в итоге состоялось через две недели после того, как комета прошла в 0,429 а.е. (64 млн км) от Земли. Но и предшествующая ее орбита была не такой уж неудобной с точки зрения наземных наблюдателей: например, 24 ноября 1927 г. «хвостатая звезда» должна была находиться в 0,35 а.е. от нас... и тем не менее успешно избежала обнаружения. Еще ближе — на расстоянии 0,26 а.е. — она пролетала в январе 1917 г. Впрочем, тогда человечество было больше занято Первой Мировой войной, чем поисками комет...

Эволюция орбиты 45P во второй половине XX века отмечена еще одним сближением с Юпитером 26 марта 1983 г., после которого ее перигелий уменьшился с 0,58 а.е. до 0,54 а.е. (81,1 млн км), а период обращения — увеличился с 5,25 до 5,3 лет. Ему предшествовало достаточно удачное возвращение кометы зимой 1974-75 гг., когда она широко наблюдалась многими любителями и профессиональными астрономами. Ее блеск превысил 8-ю звездную величину, а минимальное расстояние до Земли 5 февраля 1975 г. составило 0,234 а.е. (35 млн км).

Самым же удачным для наземных наблюдений стало последнее появление 45P, состоявшееся в 2011 г. (всего в новом тысячелетии эта комета возвращалась к Солнцу уже трижды). 15 августа она прошла на расстоянии всего 0,06 а.е. (8,98

▼ Видимый путь кометы Хонды-Мркоса-Пайдушаковой в феврале 2017 г.



млн км) от нашей планеты, а в перигелии оказалась 28 сентября.⁵ Увидеть ее в средних широтах Северного полушария было достаточно сложно, хотя некоторые любители астрономии сообщали, что в максимуме яркость «хвостатой гостьи» почти достигла 6-й звездной величины (предела видимости невооруженным глазом), но наблюдать ее приходилось уже в условиях утренних сумерек, на светящем небе. Фактически небольшим любительским инструментам комета была доступна лишь последнюю неделю сентября и первую неделю октября. Тем не менее, с участием астрономов Южного полушария в этом появлении удалось получить наиболее длительный ряд ее точных положений на небе, а также осуществить радиолокацию кометного ядра, благодаря чему мы знаем, что оно имеет неправильную форму и средний размер около 900 м.

Очень редко случается, что благоприятные условия видимости слабой короткопериодической кометы складываются в двух ее последовательных пролетах, но в данном случае все произойдет именно так. Возвращение 45P зимой 2016-2017 гг. снова будет сопровождаться ее сравнительно тесным сближением с Землей, и вдобавок окажется заметно более удобным для наблюдений в наших широтах.⁶ Уже в конце текущего года комету можно попытаться увидеть по вечерам: 20 декабря ее угловое расстояние от Солнца (элонгация) составит 35°, а блеск должен достичь 8^m, что позволит наблюдать ее даже в бинокли с диаметром объективов от 60 мм. Перигелий она пройдет 31 декабря; вечером того же дня недалеко от нее на небе расположится узкий серп молодой Луны.

Потом комета начнет быстро сближаться с Солнцем и 26 января 2017 г. вступит с ним в нижнее соединение, пройдя в 9° севернее светила, но к началу февраля удалится от него на 20° и снова станет видимой, только уже на утреннем небе. В пространстве 45P продолжит приближаться к Земле

и 11 февраля пролетит от нас на расстоянии 0,084 а.е. (12,6 млн км). Все это время она будет двигаться по созвездиям Оры, Змееносца и Геркулеса, проходя за сутки по небесной сфере до 9°; яркость ее ожидается на уровне 8-й величины. Наиболее примечательным видимым сближением кометы с объектом «глубокого космоса» в этот период станет прохождение 7 февраля в 4° севернее красивого рассеянного звездного скопления NGC 6633. К сожалению, примерно в это же время наблюдениям начнет мешать Луна (фаза полнолуния приходится как раз на 11 февраля).

12 и 13 февраля «хвостатая звезда» проведет в созвездии Северной Короны, пройдя менее чем в 3° от его самой яркой звезды Геммы, после чего переместится в Волопаса. Теперь, удаляясь от Солнца, 45P одновременно будет удаляться и от Земли, поэтому ее интегральный блеск начнет быстро падать. 16 февраля, после пересечения кометой условной границы созвездия Гончих Псов, он опустится ниже 9^m, однако условия для наблюдений немного улучшатся благодаря тому, что Луна вступит в фазу последней четверти, восходя незадолго до рассвета. 22 февраля, проследовав через северную часть созвездия Волос Вероники, комета войдет «в пределы» Большой Медведицы, а днем позже ослабеет до 11-й величины, став недоступной небольшим любительским телескопам.

Более удачных появлений кометы Хонды-Мркоса-Пайдушаковой в текущем столетии не предвидится. После сближения с Юпитером в августе 2030 г. ее орбита снова изменится — перигелий возрастет до 0,63 а.е., наклон орбитальной плоскости к эклиптике увеличится почти до 12°, и 45P больше не сможет подходить к Земле ближе, чем на четверть астрономической единицы. Такой пролет произойдет лишь в апреле 2076 г., поэтому настоятельно рекомендуем всем любителям астрономии «бросить прощальный взгляд» на это необычное небесное тело с интересной историей, тем более что его видимая яркость, как уже было сказано, позволит это сделать даже владельцам сравнительно скромных инструментов.

⁴ ВПВ №1, 2003, стр. 21; №9, 2013, стр. 28

⁵ ВПВ №7, 2011, стр. 36; №8, 2011, стр. 38

⁶ ВПВ №1, 2016, стр. 35

Небесные события декабря

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

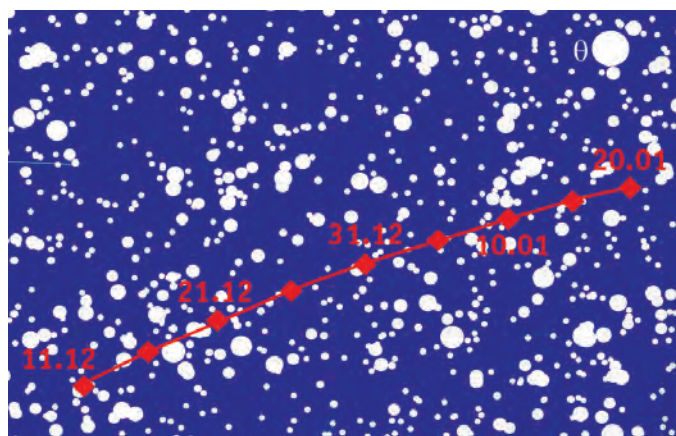
Меркурий. 2016-й год завершается не самым удачным периодом видимости ближайшей к Солнцу планеты. В середине декабря на 50° северной широты интервал между окончанием гражданских сумерек и заходом Меркурия за горизонт достигнет 40 минут. Незадолго до этого (11 декабря) планета пройдет максимальную восточную элонгацию.

Венера также видна по вечерам, появляясь сразу после заката как яркая звезда невысоко над юго-западным горизонтом и заходя еще примерно через три часа (с течением времени и уменьшением широты места наблюдений этот интервал возрастает). 3 декабря недалеко от планеты на небе окажется Луна.

Марс кульминирует вскоре после захода Солнца, к концу года продолжительность его видимости в наших широтах уменьшается примерно до четырех с половиной часов. Несмотря на то, что склонение планеты продолжает расти, она по-прежнему удаляется от Земли, поэтому условия для ее наблюдений ухудшаются. Диаметр марсианского диска все время будет меньше 7 угловых секунд (в последних числах декабря — меньше 6"), и заметить на нем хоть какие-нибудь детали сложно даже в достаточно крупные телескопы.

Юпитер по-прежнему лучше всего виден по утрам, восходя примерно за 6 часов до рассвета и кульминируя уже в утренних сумерках. Экваториальный диаметр его диска к середине декабря вырастет почти до 34 угловых секунд, в инструменты с диаметром объектива 60-80 мм без труда заметны основные детали облачного покрова планеты, а чтобы увидеть четыре галилеевых спутника, достаточно даже скромной подзорной трубы или небольшого бинокля.

Сатурн 10 декабря проходит соединение с Солнцем, пря-



▲ Видимый путь астероида Каллиопа (22 Kalliope) по созвездию Возничего в декабре 2016 г. — январе 2017 г.

чась в его лучах. Лишь в самом конце месяца он начнет появляться на небе перед рассветом низко над юго-восточным горизонтом. Успешные наблюдения планеты возможны уже в начале следующего года.

Условия видимости **Урана** в декабре немного ухудшатся по сравнению с минувшим месяцем; заметно более неудачно расположен на небе **Нептун**, опускающийся за горизонт еще до полуночи. Угловые диаметры дисков самых далеких планет равны соответственно 3,6" и 2,3", то есть рассмотреть их можно в инструменты с апертурами от 70 мм (для Нептуна — 80 мм) и увеличением не менее сотни крат, но увидеть на них какие-либо детали в любительские телескопы невозможно.

АСТЕРОИД В ОППОЗИЦИИ.

Противостояние Каллиопы (22 Kalliope) в текущем году произойдет 26 декабря на близком к Солнцу участке орбиты. Из-за того, что этот объект «обитает» во внешней части астероидного пояса и имеет сравнительно темную поверхность, его видимый блеск даже в таких благоприятных условиях ненамного превысит 10-ю звездную величину. Средний диаметр Каллиопы оценивается в 165 км. В 2001 г. на снимках, сделанных 9-метровым телескопом Кеск II (обсерватория Мауна Кеа, Гавайские острова¹), на расстоянии примерно 1100 км от нее был обнаружен спутник размером около

30 км, получивший название «Лин» (Linus) — в честь мифического сына музы Каллиопы.

АСТЕРОИДНЫЕ ОККУЛЬТАЦИИ.

Пока безымянный 15-километровый «небесный камень» 1990 VO3, уже получивший порядковый номер 5191, в ночь с 1 на 2 декабря закроет звезду 7-й величины HIP 20948 в скоплении Гиады (созвездие Тельца). Центральная линия полосы наибольшей вероятности покрытия пройдет через Южный Сахалин, пересечет тихоокеанское побережье РФ к северу от Советской Гавани, самую северную часть Китая и северную половину озера Байкал, далее проследует южнее Кеморо и Новосибирска в Петропавловскую и Костанайскую области Казахстана; пройдя по Оренбургской области России, снова вернется в Казахстан (Уральская обл.), после чего явление смогут увидеть жители юга Волгоградской и центра Ростовской областей.²

Астероид Костокова (10672 Kostyukova) на секунду с небольшим затмит звезду 9-й величины ГПС 2362-1900 в созвездии Персея в первой половине ночи 18 декабря. Наибольшие шансы наблюдать эту оккультацию будут на востоке Кольского полуострова и западе Архангельской области,

в Восточной и Южной Карелии, в центральной части Ленинградской и Псковской областей, на востоке Латвии и Литвы, на севере и западе Беларуси, а также на северо-западе Волынской области Украины.

Вечером 24 декабря ожидается покрытие звезды 8-й величины ГПС 2924-1451 в созвездии Возничего (она расположена в градусе южнее его второй по яркости звезды Менкалинан) 80-километровым астероидом Зербинетта (693 Zerbintetta). Полоса наиболее вероятного покрытия должна пройти от севера полуострова Ямал через восточную половину Ненецкого автономного округа и северо-запад Республики Коми, юго-восток Архангельской и восток Вологодской областей, недалеко от Костромы, Иваново, западнее Владимира и восточнее Москвы, почти точно через Тулу и Орел. На территории Украины явление имеют возможность увидеть жители Сумской, Полтавской (запад), Черкасской (восток), Кропивницкой, Николаевской (север) и Одесской областей. Длительность «исчезновения» звезды местами превысит 5 секунд.

ДЕКАБРЬСКИЕ МЕТЕОРЫ.

Конец года знаменуется активностью самого мощного регулярного метеорного потока земного неба — Геминид, связанных с небольшим астероидом Фазтон (3200 Phaethon). Его максимум приходится на 13-14-е декабря и совпадает с полнолунием, что значительно усложнит наблюдения этого потока. Немного удачнее сложатся условия видимости метеорного роя Урсид с радиантом в созвездии Малой Медведицы и пиком активности 21-22 декабря. Формирующие его пылевые частицы были выброшены короткопериодической кометой Таттла (8P/Tuttle³) в ходе

¹ ВПВ №4, 2007, стр. 4

² Данные о положении полосы предварительные и продолжают уточняться.

³ ВПВ №11, 2007, стр. 36

ее многочисленных пролетов через перигелий, расположенный недалеко от земной орбиты.

НАЧАЛО

АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ЗИМЫ.

Как это обычно бывает в високосные годы, нынешнее зимнее солнцестояние наступит сравнительно рано — 21 декабря в 10 часов 44 минуты по всемирному времени. В этот момент центр солнечного диска удалится от небесного экватора к югу на расстояние $23^{\circ}26'25''$, после чего снова начнет к нему приближаться. Это соответствует началу астрономической зимы и самому короткому дню в Северном полушарии нашей планеты.

ОБЪЕКТ МЕСЯЦА.

Туманность «Калифорния» (NGC 1499) больше известна астрофотографам, хотя открыл ее визуально еще в 1884 г. знаменитый американский астроном Эдвард Барнард (Edward

Emerson Barnard).⁴ На снимках южной части созвездия Персея она выглядит чуть изогнутым протяженным розово-красным пятном размером более 2° , светящимся в основном в линиях ионизированного водорода. Чтобы увидеть ее «глазом», необходимо выехать в местность с исключительно темным небом (желательно в горы), подальше от любых источников засветки, и наблюдать при близких к идеальным атмосферных условиях, используя небольшие увеличения и телескопы либо бинокляры с диаметром объективов не менее 90 мм. Естественно, на небе должна отсутствовать Луна, и желательно, чтобы Персей был как можно ближе к зениту. Существенную помощь может оказать специальный узкополосный фильтр, центрированный на водородную линию H β (486 нм).

На самом деле эта туманность находится на внешней поверхности огромного — размером свыше сотни световых лет — межзвездного газопопылевого



▲ Неровная «стена» ионизированного межзвездного газа, наблюдаемая как туманность NGC 1499 «Калифорния». Звезда χ Персея находится за пределами верхнего края снимка. Фотографирование велось с помощью рефрактора Takahashi FS 78 в линиях ионизированного водорода H α , кислорода OIII и серы SII.

облака, расположенного на расстоянии 1000-1500 световых лет. Мы видим только его часть, освещенную и ионизированную светом звезды 4-й величины χ Персея (одного из самых горячих небесных объектов, видимых невооруженным глазом — ее температура оценивается в 35 тыс. кельвинов). Световое давление звезды формирует на границе

облака характерные «холмы», на «верхушках» которых появляются плотные сгустки газа и пыли, где начинается образование новых поколений светил. Из-за этого давления NGC 1499 имеет заметную вогнутость прямо напротив χ Персея. В «глубины» туманности астрономам помогают заглянуть инфракрасные и радиотелескопы.

КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (ДЕКАБРЬ 2016 Г.)

- 1 5^h Луна ($\Phi=0,03$) в 6° севернее Меркурия ($-0,5^m$) 20:52-21:00 Астероид №5191 (1990 V03, 15,5^m) закрывает звезду HIP 20948 (6,9^m). Зона видимости: полоса, проходящая от южной части Сахалина через север озера Байкал к Северному и Западному Казахстану, югу Волгоградской, центру Ростовской области и Крыму
- 3 11^h Луна ($\Phi=0,14$) в 5° севернее Венеры ($-4,2^m$) Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Волопаса (6,5^m)
- 5 9^h Луна ($\Phi=0,30$) в 2° севернее Марса (0,7^m)
- 6 23^h Луна ($\Phi=0,19$) в 0,5° севернее Нептуна (7,9^m)
- 7 9:03 Луна в фазе первой четверти
- 9 22^h Луна ($\Phi=0,77$) в 3° южнее Урана (5,8^m)
- 10 5-7^h Луна ($\Phi=0,80$) закрывает звезду ν Рыб (4,4^m). Явление видно на севере Дальнего Востока 13^h Сатурн в верхнем соединении, в 1° севернее Солнца
- 11 5^h Меркурий ($-0,4^m$) в наибольшей восточной элонгации (20°46') 14-16^h Луна ($\Phi=0,89$) закрывает звезду μ Кита (4,3^m) для наблюдателей севера Дальнего Востока
- 12 3-4^h Луна ($\Phi=0,59$) закрывает звезду 5 Тельца (4,1^m) для наблюдателей севера европейской части РФ 22-24^h Луна ($\Phi=0,98$) закрывает звезду γ Тельца (3,6^m). Явление видно в странах Балтии, в Беларуси, Молдове, Украине, Казахстане, на севере Узбекистана и на всей территории РФ (кроме Дальнего Востока) 23^h Луна в перигее (в 358462 км от центра Земли)
- 13 2-4^h Луна ($\Phi=0,96$) закрывает звезды θ^1 и θ^2 Тельца (3,8^m и 3,6^m) для наблюдателей Беларуси, Молдовы, стран Балтии, Украины, европейской части РФ, Южного Кавказа, Западного Казахстана и Западной Сибири Максимум активности метеорного потока Геминиды (до 100 метеоров в час; радиант: $\alpha=7^h35^m$, $\delta=32^{\circ}$)
- 14 0:05 Полнолуние
- 18 17^h Луна ($\Phi=0,73$) в 2° южнее Регула (α Льва, 1,3^m) 18-19^h Луна ($\Phi=0,72$) закрывает звезду 31 Льва (4,4^m). Явление видно на северо-востоке европейской части РФ, на севере Сибири и Дальнего Востока 18:05-18:08 Астероид Костюкова (10672 Kostyukova, 16^m) закрывает звезду TYC 2362-1900 (8,9^m). Зона видимости: полоса от восточной части Кольского полуострова и запада Архангельской обл. до Западной Беларуси и северо-запада Украины 19 7^h Меркурий (0,4^m) проходит конфигурацию стояния 21 1:55 Луна в фазе последней четверти 10:44 Зимнее солнцестояние. Начало астрономической зимы 22 17^h Луна ($\Phi=0,34$) в 2° севернее Юпитера ($-1,9^m$) Максимум активности метеорного потока Урсиды (15-20 метеоров в час; радиант: $\alpha=13^h45^m$, $\delta=76^{\circ}$) 23 0-2^h Луна ($\Phi=0,95$) закрывает звезду 74 Девы (4,7^m) для наблюдателей стран Балтии, Беларуси, Украины, Молдовы, Грузии, европейской части РФ, Западной Сибири, запада Казахстана и Центральной Азии 24 15:50-15:55 Астероид Зербинетта (693 Zerbina, 14^m) закрывает звезду TYC 2924-1451 (8,1^m). Зона видимости: полоса от севера полуострова Ямал (РФ) до юга Одесской области (Украина) 25 6^h Луна ($\Phi=0,14$) в апогее (в 405870 км от центра Земли) 26 23^h Луна ($\Phi=0,05$) в 9° севернее Антареса (α Скорпиона, 1,0^m) Астероид Каллиопа (22 Calliope, 9,8^m) в противостоянии, в 1,692 а.е. (253 млн км) от Земли 27 1-2^h Луна ($\Phi=0,04$) закрывает звезду HIP 81724 (4,9^m). Явление видно на юге Западной Сибири, на западе Казахстана и в Центральной Азии 21^h Луна ($\Phi=0,02$) в 3° севернее Сатурна (0,5^m) 28 16^h Меркурий в нижнем соединении, в 2° севернее Солнца 29 6:53 Новолуние 16^h Уран (5,8^m) проходит конфигурацию стояния 31 Комета Хонды-Мркоса-Пайдушаковой (45P/Honda-Mrkos-Pajdušáková, 6,2^m) в перигелии, в 0,530 а.е. (79,3 млн км) от Солнца

Время всемирное (UT)



Первая четверть 09:03 UT 7 декабря



Полнолуние 00:05 UT 14 декабря



Последняя четверть 01:55 UT 21 декабря



Новолуние 06:53 UT 29 декабря

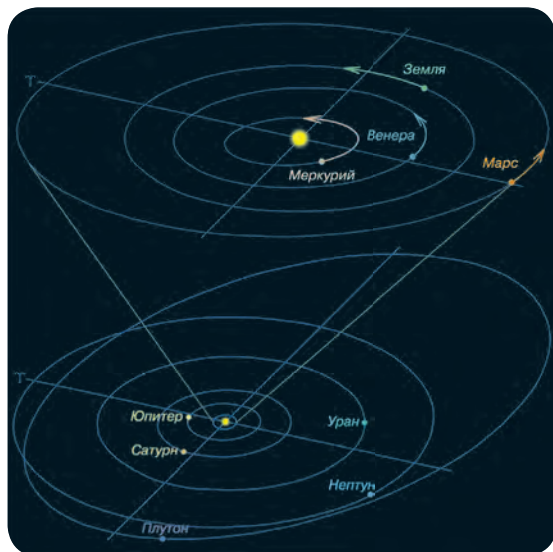
Вид неба на 50° северной широты:
1 декабря — в 23 часа местного времени;
15 декабря — в 22 часа местного времени;
30 декабря — в 21 час местного времени

Положения Луны даны на 20^h
всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:

- ⊙ рассеянное звездное скопление
- ⊕ шаровое звездное скопление
- галактика
- ☄ диффузная туманность
- ⊕ планетарная туманность
- ✧ радиант метеорного потока
- эклиптика
- небесный экватор

Положения планет на орбитах
в декабре 2016 г.



Иллюстрации
Дмитрия Ардашева



Видимость планет:

Меркурий — вечерняя (условия неблагоприятные)

Венера — вечерняя

Марс — вечерняя

Юпитер — утренняя

Сатурн — не виден

Уран — вечерняя (условия благоприятные)

Нептун — вечерняя

РЕКОМЕНДУЕМ!

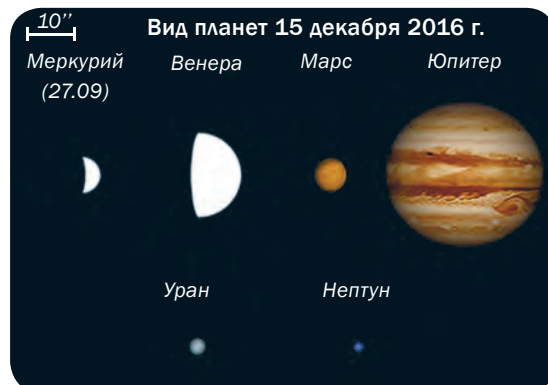


ОК16. Одесский астрономический календарь 2016



ГАО16. ГАО Астрономический календарь 2016 (на укр. языке)

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



Швейцарский астронавт Клод Николье посетил Киев

По приглашению редакции журнала «Вселенная, пространство, время» 5 октября 2016 г. столицу Украины посетил с однодневным визитом швейцарский астронавт Клод Николье (Claude Nicollier) — единственный европеец, участвовавший в четырех космических полетах, два из которых были ремонтными миссиями к орбитальной обсерватории Hubble.

Члены редакции познакомились с астронавтом в конце июня текущего года на Канарских островах, где он принимал участие в астрономическом фестивале StarMus, и взяли у него интервью, опубликованное в августовском номере журнала.

Для гостя была организована экскурсия по городу, включавшая посещение историко-культурного заповедника «София Киевская» и Владимирского собора. При содействии представителей редакции состоялась встреча Клода Николье с руководством Государственного космического агентства Украины, во время которой и.о. Председателя ГКАУ Юрий Радченко наградил астронавта нагрудным знаком «За выдающиеся заслуги» за большой вклад в изучение и освоение космического пространства.

Клод Николье стал гостем октябрьского собрания научно-просветительского клуба «Вселенная, пространство, время» в Киевском Доме ученых НАНУ. В качестве содокладчика на собрании присутствовал первый космонавт независимой Украины, Герой Украины Леонид Константинович Каденюк.

Перед собранием клуба в каминной комнате Дома ученых Клод Николье и Леонид Каденюк встретились с членами редакции журнала «Вселенная, пространство, время» и с представителями Академии наук Украины — академиком, директором Главной астрономической обсерватории НАНУ Ярославом Степановичем Яцкивым,

▼ Встреча Клода Николье с и.о. Председателя Государственного космического агентства Украины (ГКАУ) Юрием Радченко.



▲ Клод Николье и Леонид Каденюк на встрече в ГКАУ.

членом-корреспондентом НАНУ, председателем Совета Дома ученых Борисом Николаевичем Малиновским. На эту встречу были приглашены руководитель Детской информационной лиги «Сузір'я» Богдан Нагорняк и ее участницы — Диана Миронюк и Наталья Киловатая из Тысменицкой специализированной школы и кружка журналистики Ивано-Франковского областного отделения МАН Украины, а также Мария Оныськив — воспитанница Межрегионального центра психологической реабилитации детей (село Медыня Галицкого р-на Ивано-Франковской обл.). Клод Николье подарил детям комплект нашивок на комбинезоны астронавтов с эмблемами всех четырех его космических миссий, часть рисунков для которых он подготовил собственноручно.

Выступление швейцарского астронавта на собрании научно-просветительского клуба вызвало огромный интерес. Большой зал Дома ученых с трудом вместил всех же-

лающих послушать рассказы покорителей космоса. Обстоятельное выступление Николье сопровождалось впечатляющими иллюстрациями, а также комментариями украинского космонавта. Собрание продолжалось более трех часов, поскольку по завершении лекции докладчикам было задано множество вопросов (в основном молодежной частью аудитории на английском языке). Клод Николье, по его словам, остался очень доволен вопросами и уровнем подготовки слушателей.

На следующий день перед отлетом швейцарский астронавт выразил большую благодарность организаторам его визита Алексею Гордиенко, Сергею Гордиенко, Адриане Филь, Валерии Ковеза, директору Дома ученых Алле Калининой и другим.

На прощанье он отметил: «Это был короткий, но замечательный визит в Киев, огромное спасибо! Я обязательно вернусь в этот город, который я полюбил и где живут прекрасные люди».

▼ Встреча Клода Николье с гостями из Тысменицы (Ивано-Франковская обл.) в каминной комнате Дома ученых Академии наук.



▲ Ведущий научно-просветительского клуба «Вселенная, пространство, время» Сергей Гордиенко с участниками собрания Клодом Николье (крайний справа), Леонидом Каденюком и переводчицей Валерией Ковеза на сцене Большого зала Дома ученых НАНУ.



МАГАЗИН «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА»

ТЕЛЕСКОПЫ, БИНОКЛИ, МИКРОСКОПЫ



Тест-драйв оптических приборов ♦ Консультации специалистов

Наблюдения звезд и планет ♦ Мастер-классы по астрономии

ОБЗОРНЫЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗВЕЗДНОМУ НЕБУ

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

МАГАЗИН ОПТИКИ «ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА»



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

ФОРМИРУЕМ ДИЛЕРСКУЮ СЕТЬ
omegon



▲ **ТЕЛЕСКОП OMEGON N 150/750 EQ-3**

Оптическая система: рефлектор Ньютона

Диаметр, мм: 150

Фокус, мм: 750

Светосила: 1/5

Максимальное полезное увеличение, крат: 300

Минимальное полезное увеличение, крат: 21

Проницающая способность, зв. вел.: 13,4

Разрешающая способность, угл. сек.: 0,76

Фокусер: 1,25" реечный (пластик)

Монтировка: экваториальная

Моторизация: возможна установка

Искатель: «красная точка»

Окуляры: 6,5 мм, 25 мм

Аксессуары: линза Барлоу 2x

Более подробную информацию о наших товарах можно найти на сайте **3planeta.com.ua**
и в магазине «Третья Планета» по адресу: Киев, ул. Нижний Вал 3-7
Отдел оптовых продаж: +38 (067) 215-00-22, email: shop@3planeta.com.ua
Формируем дилерскую сеть