№12 (137) ДЕКАБРЬ 2015

# TECENERIASI OPENSIONAL SERVICION SERVICIONIS DE LA COMPANSIONAL DE LA

МАЛЬІЕ ТЕЛА Мир небесных камней



ЭКСКЛЮЗИВ

Ирина Коваленко

Загадки двойных астероидов

Борис Жиляев

Угроза из космоса

Curiosity углубился в дюны

Самый близкий взгляд на Цереру Больше, чем просто звезда

Со дня открытия первого астероида прошло уже 215 лет. За это время человечество узнало, насколько интересен и разнообразен удивительный мир малых тел Солнечной системы...





Group





WWW.3PLANETA.COM.UA

## КЛУБ «ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ»

#### www.universemagazine.com

Астрономия, астрофизика, космогония, физика микромира Космонавтика, космические исследования Планетология, науки о Земле: геология, экология и др. Науки о жизни: биология, микробиология, экзобиология

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

15 января состоится собрание Научно-просветительского клуба «Вселенная, пространство, время».

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

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

Тел. для справок: 050 960 46 94

На собрании будет представлен доклад

#### жизнь. Что это такое и что из этого следует?

Каким образом законы природы привели к той степени упорядоченности материи, которую мы сейчас классифицируем как «жизнь»? Где проходит граница между живым и неживым? Что является большей угрозой для человеческой цивилизации: падение крупного астероида или неизвестные науке микроорганизмы? Ответы на эти непростые вопросы можно услышать в ходе лекции крупнейшего украинского специалиста в области молекулярной биологии

и генетики или в процессе обсуждения после нее. Докладчик: Виталий Арнольдович Кордюм

Академик Медицинской АН Украины, член-корр. НАНУ, заведующий отделом Института молекулярной биологии и генетики НАНУ, профессор, доктор биологических наук

Приглашаем всех желающих!

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

Приветствуются также добровольные взносы на проведение просветительских мероприятий Дома ученых.





# СОДЕРЖАНИЕ Декабрь 2015

Загадки двойных астероидов Ирина Коваленко	4
Новости	
Новые радарные изображения	
астероидов	9
«Хаябуса-2» совершил	_
гравиманевр	9
Астероидная угроза цивилизаци Борис Жиляев	<b>и</b> 10
Curiosity углубился в дюны	14
Самый близкий взгляд на Цереру	16
Япония покоряет «Утреннюю звезду»	18
Мифические братья	
в объективе Cassini	19
Лучшие снимки Плутона	20
ВСЕЛЕННАЯ	
Новости	
Больше, чем просто звезда	22
Четырехкратная система	
в кольце пыли	23
Переменная Киля	23
Новый термин в тезаурусе	
планетологии	24
Сквозь звездную дымку	25
Молодая	
эллиптическая галактика	25

1	Активное звездоооразование	
1	в М94	28
,	Запущен зонд LISA	28
]	Исследователь темной материи	28
	«Чеширский кот» улыбается Эйнштейну	29
]	Впечатляющие радиогало	
(	спиральных галактик	30
1	КОСМОНАВТИКА	
1	Новости	
(	Cygnus состыковался с МКС	31
	Экипаж МКС-44 вернулся	
]	на Землю	31
4	«Союз ТМА 19-М»: первый	
(	британец в космосе	31
любительская астрономия		
	Звездная пыль Олега Брызгалова	32
	Телескопы Omegon	33
]	Небесные события февраля	34
]	Познаем окружающий мир	38



ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время международный научнопопулярный 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).

Гордиенко А.С.

Большое космическое танго

Выпускающий редактор:

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

Редакционный совет: Андронов И. Л. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, про-фессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии

НАН Украины, вице-президент

26

Митрахов Н.А. — Президент информаци-онно-аналитического центра Спейс-Информ, директор информационного комитета Аэрокосмического общества

рабов 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:

Отдел продаж: Остапенко Алена, Чура Павел тел.: (067) 370-60-39, (067) 215-00-22

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

www.universemagazine.com

Распространяется по Украине и в странах СНГ

Россия: 12908 - в каталоге «Пресса России» 12908 - в каталоге «Урал-Пресс»

Учредитель и издатель ЧП «Третья планета» © ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время—

Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.

Перепечатка или иное использование При цитировании ссылка на журнал обязательна.

Формат — 60х90/8 Отпечатано в типографии 000 «Прайм-принт», Киев, ул. Малинская, 20.

3 ∆екабрь <mark>2015</mark>



#### Ирина Коваленко

Институт небесной механики и расчетов эфемерид Парижской обсерватории (IMCCE), Университет Пьера и Марии Кюри, Париж, Франция

путники астероидов еще не так давно существовали только в воображении ученых. Первым реально обнаруженным объектом этого класса стал спутник астероида Ида (243 Ida), открытый в 1993 г. космическим аппаратом Galileo на его пути к Юпитеру. Он имеет размер 1,4 км и получил имя Дактиль (Dactyl). С тех пор подобные астероиды со спутниками, а также двойные астероиды, были найдены во всех областях Солнечной системы. На данный момент уже известно 259 таких объектов.

Что же они из себя представляют? По определению, такие системы состоят из двух гравитационно связанных астероидов, вращающихся вокруг общего центра

масс. Если оба компонента имеют сравнимые размеры — центр масс будет находиться в пространстве между ними. Если же размер одного компонента значительно превышает размер другого, центр масс окажется внутри более крупного тела (такие системы чаще называют астероидами со спутником).

#### История двойных астероидов

Первые догадки о существовании двойных астероидов возникли еще в начале XX века. Тогда французский ученый Шарль Андре (Charles André), изучая кривую блеска астероида Эрос (433 Eros), схожую с кривыми блеска двойной звезды β Лиры, предположил его двойственность. Впоследствии эта догадка не подтверди-

лась. Далее последовал еще ряд подобных предположений, подкрепленных косвенными доказательствами наличия таких тел в Солнечной системе — об этом явно свидетельствовали двойные кратеры на поверхностях планет и их спутников. Однако, несмотря на все старания астрономов, первый спутник астероида был открыт не с помощью наземных наблюдений, а, как уже говорилось, с борта космического аппарата, причем совершенно неожиданно.

Первым же астероидом, двойственность которого была подтверждена благодаря анализу изменений его яркости, стал полуторакилометровый Дионис (3671 Dionysus) из группы «амурцев» — объектов, иногда подходящих к Земле на

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> ВПВ №4, 2004, стр. 21; №4, 2008, стр. 14

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №10, 2012, cтр. 12

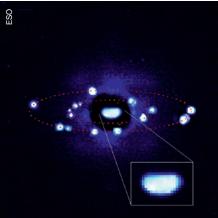
сравнительно небольшое расстояние. Об открытии сообщили в 1997 г. сотрудники Европейской Южной обсерватории.<sup>2</sup> Спутник имеет поперечник около 300 м и движется по орбите с большой полуосью 3,6 км; период его обращения составляет почти 28 часов. Для гипотетических наблюдателей на поверхности Диониса он выглядит в шесть раз большим, чем Луна для жителей Земли.

В 1998 г. состоялось открытие спутника Маленький принц у астероида Евгения (45 Eugenia). Это был первый случай, когда «астероидную луну» удалось непосредственно сфотографировать с Земли. Открытие было сделано на обсерватории Мауна Кеа<sup>3</sup> с помощью канадско-франко-гавайского телескопа СFHT с системой адаптивной оптики. С применением этой же техники в 2000 г. обнаружили двойственность еще двух объектов астероидного пояса: Пулкова (762 Pulkova) и Антиопа (90 Antiope), В том же году еще два двойных астероида, получившие обозначения 2000 DP107 и 2000 UG11, впервые были открыты в околоземном пространстве - на этот раз уже с помощью радаров. С тех пор количество открытий астероидных пар растет как за счет наземных наблюдений, так и благодаря космическим аппаратам. Основная часть их находится в главном поясе: 105 двойных систем и 6 объектов, имеющих по 2 спутника. Кроме того, немало таких астероидов известно и среди транснептуновых объектов: с момента открытия первого из них в 2000 г. (1998 WW31) астрономы смогли обнаружить за орбитой самой далекой планеты 76 двойных и 2 тройных астероида.

#### Методы наблюдений

Космические аппараты. Одним из самых эффективных, но также и самых дорогих методов изучения и обнаружения спутников астероидов является отправка к ним межпланетных аппаратов. Правда, для того, чтобы уверенно утверждать, что одно тело находится на орбите вокруг другого, необходимо достаточно длительное пребывание зонда в окрестностях исследуемого объекта: существует вероятность (хоть и крайне малая), что с пролетной траектории может быть запечатлено случайное сближение двух тел. Поэтому, в частности, после открытия Дактиля для доказательства того, что он действительно является спутником Иды, были проведены спектральные исследования. Анализируя





▲ Так в представлении художника выглядит астероид Сильвия (87 Sylvia) со спутниками Ромул и Рэм. Орбита первого из спутников имеет средний радиус 1360 км, на один оборот по ней у него уходит 87,6 часов. Второй движется по орбите радиусом 710 км с периодом обращения 33 часа. Сама Сильвия с размерами 380x260x230 является одним из крупнейших объектов главного пояса. «Сутки» на ней длятся 5 часов 11 минут. Слева: положения Ромула и Рэма на орбитах, сфотографированные в разное время с помощью камеры NACO (Очень Большой телескоп Европейской Южной обсерватории). На композитный снимок со стороной размером 2 угловых секунды наложено детальное изображение Сильвии, на котором заметна ее неправильная форма.

снимки поверхности этого спутника, ученые смогли выдвинуть предположения о его внутреннем строении и сделать вывод о том, что он, скорее всего, представляет собой «воссоединившуюся» после удара груду обломков (англ. rubble pile), выбитых из «материнского» тела. Вдобавок на основании полученных фотографий были предложены различные модели возможного происхождения и истории Дактиля. Например, по размерам кратеров и характеру их распределения удалось примерно оценить возраст обоих тел: он вряд ли намного превышает 2 млрд лет.

После успеха зонда Galileo был запущен аппарат NEAR Shoemaker, пролетевший мимо астероида Матильда (253 Mathilde) и вышедший на орбиту вокруг Эроса. 5 К сожалению, поиски спутников этих астероидов оказались безуспешными, несмотря на то, что в программу исследований специально включили получение качественных снимков их окрестностей, чего не было в программе Galileo.

В настоящее время готовится еще одна космическая миссия к двойному объекту. Ее цель — астероид Дидим (65803 Didymos) со своим небольшим спутником, получившим неофициальное название «Didymoon». Проект AIDA — эта аббревиатура расшифровывается как Asteroid Impact & Deflection Assessment является коллективной программой Европейского космического агентства и NASA. Дидим в качестве цели выбран неспроста: его орбита близка к земной и позволяет отправить к нему исследовательский зонд со сравнительно небольшими затратами топлива. На самом деле космических аппаратов будет два: первый, названный AIM (Asteroid Impact Monitor), должен наблюдать за тем, как второй — зонд-ударник

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> BПВ №4, 2007, стр. 4

<sup>4</sup> BΠB №4, 2007, cтp. 19



▲ Цветное изображение астероида Ида со спутником Дактилем, синтезированное из снимков, которые сделал космический аппарат Galileo 28 августа 1993 г. с расстояния около 10,5 тыс. км (за 14 минут до максимального сближения). На этих снимках впервые был зарегистрирован спутник малого тела Солнечной системы.



▲ Астероид Эрос — первый объект данного класса, «заподозренный» в двойственности — в 2000 г. длительное время изучался с близкого расстояния американским зондом NEAR Shoemaker. Он также стал первым известным астероидом, способным сближаться с Землей (следующее подобное сближение произойдет в 2056 г.).

DART (Double Asteroid Redirection Test) — врежется в спутник Дидима со скоростью около 6,5 км/с. В качестве цели проекта заявлено изучение возможности изменения его траектории за счет удара. Этот опыт может пригодиться для предотвращения столкновения астероидов с Землей. Сам Дидим не представляет угрозы для нашей планеты. Эксперименты в рамках миссии AIDA запланированы на 2022 г.

Наземные наблюдения. Техника адаптивной оптики позволяет минимизировать искажения, вносимые неоднородностями земной атмосферы в изображения небесных тел, получаемые на крупных телескопах.<sup>6</sup> Эта техника позволила достичь значительных успехов в обнаружении спутников астероидов. Но и при ее отсутствии проводить наблюдения двойных астероидов с Земли все же возможно, используя ПЗС-матрицы на инструментах большого диаметра. В частности, такая методика позволяет наблюдать удаленные от Солнца объекты, чего пока не удавалось на инструментах с адаптивной оптикой из-за слишком слабого сигнала. Таким способом в 2000 г. на телескопе СҒНТ была впервые обнаружена двойственность далекого транснептунового объекта 1998 WW31.

▼ Космический аппарат AIM в рамках проекта AIDA с безопасного расстояния наблюдает за падением зонда DART на спутник астероида Дидим, открытого в 1996 г. на обсерватории Китт Пик (штат Аризона). Совместная миссия NASA и ESA должна начаться в октябре 2020 г., к цели аппараты прибудут в 2022 г.



С помощью радаров обсерваторий Голдстоун (Калифорния) и Аресибо (Пуэрто-Рико) $^7$  впервые был открыт двойной астероид в околоземном пространстве.

Исследования переменности блеска астероидов, ведущиеся с 1970-х годов, позволяют регистрировать покрытия и затмения компонентов бинарных систем, когда один из них закрывает от наблюдателя или от солнечного света часть поверхности другого. При этом кривая их суммарного блеска имеет два периода колебаний, которые накладываются сложным образом: один — обусловленный вращением большего астероида несферической формы, второй — как правило, более длинный — связан только с происходящими в системе взаимными покрытиями и затмениями.

#### Происхождение и эволюция двойных астероидов

Существует несколько теорий, объясняющих механизмы образования кратных астероидов. Все они исходят из современных представлений, согласно которым большинство астероидов представляет собой рыхлые тела — груды обломков, сгруппировавшиеся в единое тело в условиях слабой гравитации. Такие «кучи щебня», как правило, непрочные, поэтому ударное воздействие на них должно приводить к их полному либо частичному разрушению.

Слияние обломков столкновения. Образование двойного астероида возможно в результате выброса обломков на орбиту при некатастрофическом столкновении (когда подвергнутое удару тело не разрушается полностью — до облака небольших осколков — и сохраняется крупный фрагмент первичного тела). Далее выброшенные вследствие удара обломки под действием гравитации постепенно собираются в небольшой спутник. Другой сценарий возможен при катастрофическом столкновении. В этом случае предполагается, что фрагменты полностью распавшегося астероида могут выйти на орбиты

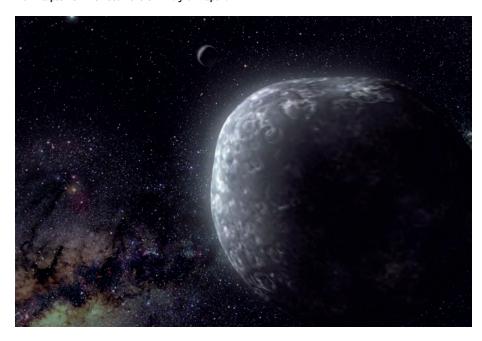
Телескопы, бинокли, микроскопы и аксессуары к оптике вы можете приобрести в нашем Интернет-магазине www.3planeta.com.ua



<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> BΠB №4, 2007, стр. 12

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> BΠB №1, 2006, стр. 5

▼ Так в представлении художника выглядит двойной объект 1998 WW31 в поясе Койпера (за пределами орбиты Нептуна), открытый в 1998 г. в рамках обзора «Глубокое исследование эклиптики» (DES). Второй компонент системы получил предварительное обозначение S/2000 (1998 WW31) 1. Это первый двойной койпероид, открытый после Плутона, и одна из самых симметричных бинарных систем в Солнечной системе. Оба компонента очень близки по размерам: отношение поперечников 1,2 (размеры тел оцениваются в 100-150 км) и масс 1,74 предполагает сходство плотностей и структуры их поверхностей. Период их взаимного обращения составляет около 570 дней, орбита очень вытянутая с расстоянием в перицентре порядка 4 тыс. км и в апоцентре более 40 тыс. км. Суммарная масса объектов в 6 тыс. раз меньше массы системы Плутон-Харон.



друг вокруг друга. Хотя при разрушительном столкновении средняя относительная скорость разлета обломков, как правило, превышает общую скорость выброса при разрушении первичного тела и они в дальнейшем не будут гравитационно связаны, численное моделирование показало, что от 0,1% до 1% их общей начальной массы может в итоге войти в состав двойной системы. Последние открытия говорят о том, что выброшенные обломки могут сформировать кольцо вокруг «материнского» тела.

Ротационный распад. Иногда, если астероид сталкивается с заметно меньшим по размеру телом, это не приводит к разрушению, но вызывает увеличение скорости его вращения. При этом, если центробежные силы превысят определенную пороговую величину, объект со структурой «кучи щебня» и слабым гравитационным полем не сможет остаться цельным и распадется.

Полученный от удара момент импульса, пропорциональный скорости соударения, перейдет в энергию орбитального вращения. С другой стороны, передача достаточно большого момента с сохранением целостности ударяемого тела весьма маловероятна, особенно с учетом того, что обычная скорость соударения объектов главного пояса — около 5 км/с.

«Раскрутка» астероида может происходить и вследствие гравитационных эффектов при тесном сближении с планетой (особенно если астероид уже имеет вытянутую форму и предрасположен к распаду — такие объекты особенно «чувствительны» к приливному воздействию). Результатом также станет образование двойной или кратной системы.

Такой сценарий подходит для околоземных астероидов. Однако тот же процесс может быть ответственным и за распад «астероидных пар» с появлением двух и более гравитационно не связанных тел на самостоятельных гелиоцентрических траекториях. Учитывая сравнительно короткое время существования объектов на орбитах вблизи земной (несколько десятков миллионов лет) и их частые сближения с нашей планетой, несложно понять, что процессы формирования и распада двойных астероидов находятся в равновесии.

Рассматривается и другой сценарий ротационного распада, который может произойти вследствие так называемого YORP-эффекта.8 Он заключается в увеличении скорости вращения объектов неправильной формы под действием давления солнечного света. В результате такого эффекта скорость вращения астероида может возрасти настолько, что центробежная сила разорвет его на части.

Теория захвата. Сценарий образования бинарной системы за счет захвата малого астероида большим при сближении возможен, когда их относительные скорости невелики. Такие условия реализовывались главным образом в «молодые годы» Солнечной системы на ее окраинах. И сейчас там, достаточно далеко от Солнца, «обитают» транснептуновые объекты Пояса Койпера.<sup>9</sup> Их кинетическая

▼ Примерная схема эволюции астероида размером менее 10 км, имеющего структуру «кучи щебня». Постепенное увеличение скорости вращения под действием YORP-эффекта на каком-то этапе приводит к отрыву наиболее удаленной от центра масс части конгломерата и выходу ее на орбиту вокруг остальной части.





<sup>&</sup>lt;sup>8</sup> Аббревиатура «YORP-эффект» составлена из начальных букв фамилий ученых (Yarkovsky-O'Keefe-Radzievskii-Paddack), в разное время приложивших усилия к описанию воздействия светового давления на малые тела Солнечной системы.

<sup>9</sup> BΠB №1, 2010, cтp. 9

▼ Так предположительно может выглядеть двойной астероид, разорванный центробежными силами около миллиона лет назад. Если масса вторичного компонента составляет менее 60% первичного, он имеет немало шансов с течением времени «ускользнуть» в космическое пространство и начать двигаться по самостоятельной гелиоцентрической орбите.



энергия, пропорциональная квадрату орбитальной скорости, относительно мала — следовательно, для них оказывается возможным образование астероидных пар под действием сил гравитации.

#### Группы двойных астероидов

Околоземные астероиды. Считается, что основная часть астероидов, сближающихся с Землей, вероятнее всего, имеет структуру «груды обломков». Многие из них вращаются настолько быстро, что скорость их вращения близка к критической величине, при которой рыхлое тело может разделиться надвое. Кроме того, как показывают данные радарного зондирования, часть этих объектов имеет двудольную форму, т.е. они представляют собой так называемые контактные бинарные системы, в которых компоненты касаются друг друга.

Большинство двойных астероидов в околоземном пространстве являются системами с близко расположенными друг к другу компонентами, которые, скорее всего, образовались под влиянием YORP-эффекта.

На поверхностях планет земной группы и Луны уже найдено множество двойных кратеров — их структура указывает на то, что они возникли при падении подобных «двудольных» или тесных двойных объектов. Все это свидетельствует о широкой распространенности двойных астероидов в околоземном пространстве.

**Главный пояс.** Известные на данный момент двойные астероиды главного пояса демонстрируют широкое разнообразие, сильно отличаясь и по расстоянию

между компонентами, и по соотношению их размеров. Большое число этих компонентов, скорее всего, образовалось из осколков столкновений, позже «собравшихся» в отдельные тела. Очевидно, что столкновения играют большую роль в истории формирования главного астероидного пояса, поэтому «осколки-спутники» астероидов являются вполне ожидаемыми в этой области Солнечной системы. Тем не менее, многие из малых тел также могли быть образованы в результате YORP-эффекта.

Транснептуновые объекты и кентавры. Из примерно 1800 уже известных транснептуновых объектов, как уже упоминалось, 76 представляют собой бинарные системы, еще два — тройные. Большинство из них относится к так называемой «группе кьюбивано» — «классических» объектов Пояса Койпера. Название группы происходит от первого обнаруженного за пределами орбиты Нептуна астероида, получившего индекс 1992 QB1 (Плутон в то время находился ближе к Солнцу). Орбиты таких объектов характеризуются относительно малым эксцентриситетом, они не подходят близко к Нептуну и не пребывают с ним в резонансе, то есть их орбитальные периоды нельзя представить соотношением небольших целых чисел. Большинство известных спутников транснептуновых астероидов находятся на достаточно удаленных орбитах даже по сравнению с системой «Плутон-Харон». Тем не менее, сильные колебания кривой блеска некоторых из них дают основания предполагать возможность существования очень тесных пар.

Среди кентавров (немногочисленная группа объектов между орбитами Юпитера и Нептуна) известно два бинарных астероида. Недавно, в 2014 г., кентавры преподнесли астрономам сюрприз: у двух из них — Хирона (2060 Chiron) и Харикло (10199 Chariklo) — при наблюдениях покрытия ими далеких звезд были обнаружены системы колец. 10

#### Заключение

В настоящее время поиски двойных астероидов (в основном фотометрическими методами) ведутся весьма интенсивно. За последние десятилетия ученые достигли неплохих успехов в их изучении, собрав обширный массив кривых блеска и статистических данных. Тем не менее, пока мы имеем довольно скудное представление об этих объектах, несмотря на то, что они несут в себе очень важную информацию о процессах формирования Солнечной системы. Чем больше мы знаем о двойных и кратных астероидах, тем больше мы можем сказать о том, что представляли собой планеты на начальном этапе их формирования. Кроме того, нельзя забывать и о проблеме астероидной опасности: взаимодействие и распад таких объектов вносит элемент непредсказуемости в расчеты их траекторий, производимые для предупреждения столкновений с Землей, что делает весьма важным их дальнейшие исследования.

<sup>10</sup> ВПВ №4, 2014, стр. 17; №3, 2015, стр. 29



▲ Астероид Харикло, принадлежащий к группе кентавров (объектов, движущихся в пространстве между орбитами Юпитера и Нептуна), стал первым малым телом Солнечной системы, у которого были обнаружены кольца. На данный момент достоверная информация имеется о двух: они достаточно узкие, плотные и разделены небольшим промежутком. На рисунке показан их предположительный вид с близкого расстояния.

#### Новые радарные изображения астероидов

о результатам радарного зондирования с помощью 300-метрового радиотелескопа в Аресибо (Пуэрто-Рико)<sup>1</sup> и 100-метрового рефлектора американской Национальной радиоастрономической обсерватории (NRAO, Green Bank, West Virginia) астрономам удалось получить наиболее детальные радиоизображения поверхности малого тела Солнечной системы, на котором различимы детали размером около 10 м, что соответствует разрешению менее 4 м на пиксель. Этим телом стал астероид 2015 ТВ145, в последний день октября сблизившийся с Землей до расстояния 486 тыс. км.2 В качестве облучателя использовалась 70-метровая антенна в калифорнийском Голдстоуне.

Максимальный размер астероида, по данным радиолокации, достигает 600 м. Его форма, как и ожидалось, заметно неправильная — на синтезированных изображениях он напоминает голову какого-то сказочного великана. Отдельные яркие пятна, скорее

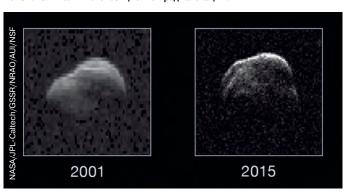


▲ Изображение астероида 2015 ТВ145, полученное 31 октября 2015 г.

всего, соответствуют крупным валунам, лежащим на поверхности «небесного камня». По словам руководителя программы радарных исследований малых тел Лэнса Беннера из Лаборатории реактивного движения (Lance Benner, JPL NASA, Pasadena, California), результаты сеансов съемки, проведенных 30 и 31 октября, существенно различаются, и их еще предстоит окончательно согласовать, попутно уточнив период вращения объекта вокруг своей оси - по предварительным данным, он составляет около трех часов.

2015 ТВ145 не относится к астероидам, представляющим серьезную угрозу для нашей планеты. В следующий раз он при-

▼ Слева: радарный снимок астероида 1998 WT24, сделанный специалистами NASA в декабре 2001 г. с помощью 70-метровой антенны в калифорнийском Голдстоуне. Справа: изображение того же астероида, полученное 11 декабря 2015 г. техникой многопозиционной радиолокации.



близится к нам в сентябре 2018 г. на расстояние около 38 млн км — это немного меньше минимально возможного расстояния между Землей и Венерой. Тем не менее, он включен в программу NASA по мониторингу подобных небесных тел с целью как можно более точного определения их орбит, реализуемую, в том числе, с участием астрономов-любителей.

Из последних достижений программы следует отметить успешную радиолокацию 400-метрового астероида 1998 WT24, пролетевшего 11 декабря 2015 г. в 4,2 млн км от Земли. Несмотря на зна-

чительно большее расстояние. ученым удалось получить его снимки с разрешающей способностью до 7.5 м на пиксель. Ранее он уже попадал «в позрения» калифорнийского радара: в декабре 2001 г., во время предыдущего тесного сближения, этот объект удалось отснять с разрешением 19 м на пиксель (тогда же были получены первые оценки его поперечника). Сравнение его самых ранних синтезированных изображений с современными наглядно иллюстрирует прогресс в технике космического радарного зондирования за минувшие 14 лет.

#### «Хаябуса-2» совершил гравиманевр

понский космический аппарат «Хаябуса-2», год назад запущенный с космодрома Танегасима, вышел на траекторию постепенного сближения с главной целью своей миссии — астероидом Рюгу (162173 Ryugu), пробы вещества которого он должен доставить на Землю. Об этом 14 декабря сообщило аэрокосмическое агентство Японии JAXA.

З декабря зонд пролетел на расстоянии 3090 км от Земли, воспользовавшись силой ее притяжения, чтобы в результате гравитационного маневра перейти на орбиту, позволяющую сблизится с выбранным астероидом. По данным наземных измерительных станций ЈАХА, маневр прошел успешно. В настоящее время «Хаябуса-2» движется со скоростью около 32,3 км/с, постепенно увеличивая ее за счет гравитации Солнца. В ходе пролета с помощью телескопической камеры ОNC-Т он осуществил фотосъемку Южного полушария нашей планеты (в том числе Антарктиды, очень редко фотографируемой «в целости»).

Встреча с астероидом, согласно планам миссии, должна состояться в июле 2018 г. В его окрестностях аппарат проведет

почти полтора года, после чего отправится обратно к родной планете и в декабре 2020 г. сбросит на Землю капсулу с образцами астероидного грунта. Общая стоимость проекта «Хаябуса-2» уже превысила 250 млн долларов.

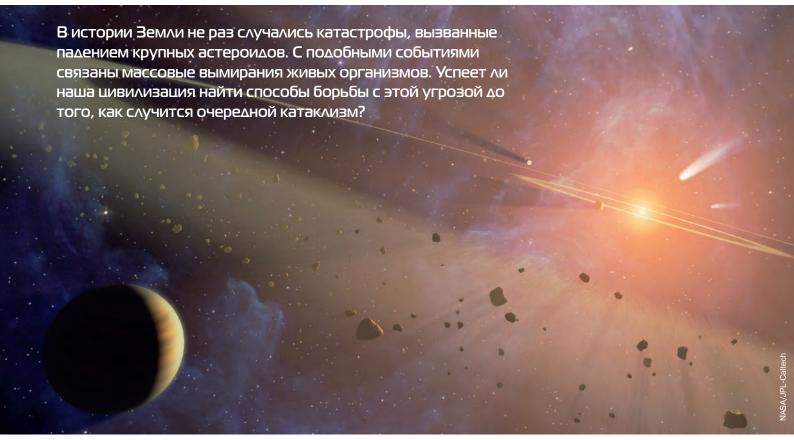


<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №1, 2006, стр. 5

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №10, 2015, ctp, 20

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №12, 2014, стр. 17

# Астероидная угроза цивилизации



Борис Жиляев, Доктор физ.-мат. наук, заведующий лабораторией быстропротекающих процессов в звездах Главная астрономическая обсерватория НАНУ, Киев

о-настоящему человечество осознало астероидную опасность в 1989 г., когда 300-метровый астероид Асклепий (4581 Asclepius) прошел на расстоянии около 700 тыс. км от нашей планеты — через ту область пространства, где она находилась всего шестью часами ранее.1 Если бы этот объект немного «поторопился», мы бы вполне могли пережить (или не пережить) очередную глобальную катастрофу...

В начале 2000 г. министр науки Великобритании лорд Сейнсбери (David John Sainsbury) объявил о создании целевой группы по потенциально опасным объектам (ПОО), сближающимся с Землей. Этой группе следовало внести предложения британскому правительству, касающиеся международной кооперации по вопросам ПОО, определить характер опасности, возможные риски и наметить дальнейшие действия. Целевая группа под председательством доктора Гарри Эткинсона, сэра Криспина Тикелла и профессора Дэвида Уильямса (Harry Atkinson, Crispin Tickell, David Williams) представила свой доклад Генеральному директору Британского национального космического центра в августе 2000 г. Этот доклад до сих пор остается наиболее актуальным трудом на тему астероидной опасности,

▲ Орбиты известных по состоянию на начало 2013 г. астероидов поперечником более 140 м, способных сближаться с Землей до расстояния менее 0,05 а.е. (7,5 млн км), в проекции на плоскость эклиптики.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №7, 2011, стр. 9

затрагивающим также характер возможных последствий столкновений астероидов и комет с Землей.

#### Что такое астероидная опасность

По состоянию на начало 2000 г. было известно около 800 астероидов, сближающихся с Землей. Их принято подразделять на три группы: те их них, орбиты которых пересекают земную, относят к семействам Аполлона и Атона (первые имеют периоды обращения больше года, вторые — меньше), а остальные, подходящие к земной орбите с «внешней» стороны, образуют семейство Амура. Все они являются потенциально опасными и теоретически рано или поздно, изменив свою траекторию под действием эффектов, описанных ниже, могут столкнуться с нашей планетой.

Оценки числа объектов различных размеров, сближающихся с Землей, могут быть сделаны либо путем прямых наблюдений с помощью наземных телескопов, либо исходя из подсчетов числа и размеров кратеров на Луне, планетах и спутниках планет Солнечной системы. Кометы могут увеличить число опасных объектов на несколько процентов. По состоянию на 2000 г. речь шла примерно о тысяче астероидов поперечником более километра и около 100 тыс. — размером более 100 м. Эти цифры за последующие 15 лет изменились не слишком существенно (естественно, в большую сторону).

Среди комет самыми опасными считаются долгопериодические — возвращающиеся к Солнцу каждые 200 и более лет. Их появления зачастую невозможно предсказать, а орбиты не удается вычислить с требуемой точностью. Комета может причинить намного больше вреда, чем астероид аналогичной массы, по той причине, что средняя скорость столкновения с Землей кометного ядра примерно вдвое больше, а значит, его кинетическая энергия (пропорциональная квадрату скорости) и соответственно разрушительная сила удара возрастет вчетверо.

Приведенные цифры рисуют картину в целом, давая слабое представление о конкретных событиях, связанных с конкретными астероидами. Следует уточнить само понятие потенциально опасного объекта. Дело в том, что орбиту малого тела Солнечной системы нельзя рассчитать с высокой точностью на большом интервале времени. Одной из главных причин этого являются возмущения, вызываемые гравитацией больших планет, а также негравитационные силы, отклоняющие астероид от пути, «предписанного» небесной механикой. Например, на вращающееся тело, освещаемое Солнцем, действуют трудно поддающиеся учету силы, связанные с испусканием квантов электромагнитного излучения (главным образом теплового) его неравномерно нагретой поверхностью. Эти силы невелики по величине, однако они вполне способны уводить объект с расчетной орбиты. В честь русского инженера Ивана Ярковского, впервые описавшего это явление в конце XIX века, такой механизм воздействия был назван эффектом Ярковского.<sup>2</sup> Именно он является основным источником неопределенностей при расчетах вероятностей столкновения опасных астероидов с Землей.

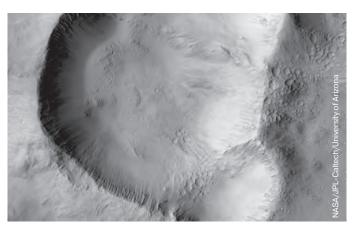
В настоящее время десятки телескопов ведут непрерывный мониторинг неба в поисках новых потенциально опасных объектов. Недавно запущенная европейская космическая обсерватория Gaia<sup>3</sup> способна следить примерно за 250 тыс. астероидов, имеющих блеск вплоть до 20-й звездной величины. Однако с достаточной уверенностью можно сказать, что современная техника позволяет обнаруживать, изучать и предсказывать поведение реально опасных объектов не более чем в 50% случаев.

#### Картины глобальных катастроф

Основными эффектами воздействия малых тел Солнечной системы на Землю при столкновениях с ней являются взрывные волны, океанические цунами, выбросы больших количеств твердого вещества в атмосферу, химические реакции атмосферных газов под воздействием высоких температур, а также инициированная столкновениями сейсмическая и вулканическая активность. Масштаб и последствия проявлений указанных факторов сильно зависят от размера потенциально опасного объекта.

▼ Лунный кратер Тихо диаметром 86 км. Изображение представляет собой мозаику из снимков, сделанных широкоугольной камерой американского зонда Lunar Reconnaissance Orbiter.





▲ Кратер необычной формы на марсианской равнине Элизиум (Elysium Planitia). По всей видимости, он образовался вследствие удара двойного или даже тройного астероида, более крупный компонент (или компоненты) которого имел размер порядка сотен, более мелкий — несколько десятков метров.

В процессе столкновения из-за высоких температур в ударной волне начинаются химические изменения. Может происходить окисление азота кислородом с образованием различных окислов азота, которые становятся источником кислотных дождей и разрушают озоновый слой, защищающий Землю от ультрафиолетового излучения Солнца.

В воздух поднимается огромное количество раскаленных частиц грунта, способных воспламенять любой горючий материал. Последующие пожары будут генерировать сажу и ядовитые пиротоксины (в первую очередь угарный газ). Твердые частицы

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №4, 2007, cтр. 20

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> BПВ №1, 2014, стр. 11; №11, 2015, стр. 4

могут оставаться в атмосфере на протяжении нескольких месяцев или — при особо мощных воздействиях — нескольких лет. Большое количество таких частиц приводит к ослаблению солнечного света, достигающего поверхности Земли. Наступает глобальное похолодание — так называемый феномен «ядерной зимы».4



 Озера Клируотер в Канаде образовались в результате падения двойного астероида.

Мы и поныне можем наблюдать следы минувших катастроф на Земле, планетах и спутниках планет Солнечной системы. 86-километровый лунный кратер Тихо с его знаменитой лучевой системой, сформированной из обломков, выброшенных при падении 10-километрового тела, и озера Клируотер (Clearwater Lakes) в Канаде диаметром 22 и 32 км — безмолвные свидетели подобных катастрофических событий. Канадские озера представляют собой следы столкновения двойного астероида с Землей 260 млн лет назад. Теоретические расчеты показывают, что более крупный кратер является результатом падения объекта размером около 1,7 км. Столкновение привело к масштабным разрушениям на участке суши размером с Францию, глобальным изменениям климата, многолетней «ядерной зиме», разрушению озонового слоя и уничтожению почти всех развитых форм жизни на планете.

Однако и сама Земля содержит в своих недрах не меньший разрушительный потенциал. Только в Тихоокеанском огненном кольце известно 526 вулканов. 5 Более трехсот из них извергались в исторические времена. Грандиозность вулканических явлений поражает воображение. Извержение вулкана Кракатау в Зондском проливе (Индонезия) в августе 1883 г. сопровождалось выбросами кусков раскаленной лавы на высоту до 50 км. Унесенный ветром вулканический пепел покрыл 2% территории земного шара. Самое мощное извержение вулкана Тамбора на индонезийском острове Сумбава в апреле 1815 г. выбросило в воздух около 100 кубических километров пепла. Выделившаяся энергия превысила 20 гигатонн (тысяч мегатонн) в тротиловом эквиваленте.

Одиночные вулканические извержения серьезной опасности для жизни на нашей планете не представляют. Однако трудно вообразить, что произойдет, если одновременно проснутся сотни вулканов. Столкновение Земли с большим астероидом может послужить спусковым механизмом, пробуждающим такую гиперактивность. Извержение сразу десятка вулканов, по мощности сравнимых с Кракатау, способно нанести непоправимый ущерб биосфере Земли. Не говоря уже о том, что существует намного более серьезная опасность пробуждения супервулканов<sup>6</sup> — малочисленных и малоизученных, но от этого не менее смертельных...

Падение крупного астероида также может вызвать массовые землетрясения. В земной коре за счет движения тектонических плит постепенно накапливаются упругие напряжения. Когда они достигают предела прочности горных пород, возникает разрыв. Накопившаяся энергия высвобождается, упругие волны достигают поверхности Земли. Часто такие события провоцируются внешними возмущениями — например, сизигийными приливами, когда приливное воздействие Солнца и Луны взаимно дополняется (поэтому большинство землетрясений происходит вблизи новолуний и полнолуний). Но причиной сдвига может стать и сильный удар. Таким образом, столкновение Земли с небесным телом способно вызвать глобальную катастрофу, которая может нанести серьезный ущерб обитателям нашей планеты. Масштабы бедствий зависят от размера и относительной скорости потенциально опасного объекта: десятикилометровый астероид, приближающийся к нам со скоростью 20-25 км/с, в состоянии привести к уничтожению всех высших форм жизни, возвращая Землю к временам, когда на ней только начали зарождаться живые организмы.

#### Расчет вероятностей столкновений

Дальнейшие расчеты базируются на данных проекта Near Earth Objects Program (NASA), содержащих сведения о 540 опасных астероидах, в том числе об их размерах и моментах будущих сближений на протяжении следующей сотни лет. Они позволяют оценить вероятность опасных столкновений Земли с объектами, приводящими к глобальным катастрофам, которые ограничивают сроки существования разумных форм жизни на нашей планете. В общем эти сроки укладываются в пределы 50-100 тыс. лет.

Ранее отмечалось, что выполнить точный расчет орбиты конкретного астероида на большом промежутке времени не представляется возможным по причинам, во-первых, сложности учета гравитационных возмущений со стороны планет Солнечной системы (а также карликовых планет и наиболее массивных астероидов), а во-вторых, из-за непредсказуемой динамики активности Солнца на этом промежутке времени, с одной стороны, вызывающей изменения величины эффекта Ярковского, с другой — влияющей на характер и плотность межпланетной среды. Последние два фактора, в общем, неизвестны и по-разному действуют на различные астероиды. Таким образом, вычисление точных орбит потенциально опасных объектов, а следовательно, и моментов столкновений с ними становится невозможным.

Для вычисления вероятности столкновения используется техника так называемых «виртуальных астероидов», моделирующих влияние притяжения планет на их номинальную траекторию. Орбиты этого роя, достигающего 100 тыс. и более объектов, интегрируются численно по времени вплоть до сближения с Землей на расстояние, сравнимое с ее радиусом. Вероятность столкновения для реального астероида определяется как доля виртуальных астероидов, претерпевших «столкновения», относительно их общего количества.

Расчет вероятности хотя бы одного столкновения при наличии группы независимых астероидов является сложной математической задачей. Здесь приводятся лишь результаты таких расчетов. Их сущность демонстрируется на примере одного астероида. Предположим, что опасный объект с вероятностью столкновения 5:10-6 приближается к Земле каждые два года. Легко понять, что должно произойти  $1/(5.10^{-6}) = 2.10^{5} - 200$  тыс. сближений, чтобы гаранти-

<sup>4</sup> Изначально такой сценарий рассматривался при анализе последствий крупномасштабных военных действий с применением ядерного оружия.

<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> BΠB №2, 2015, cтр. 28

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> BΠB №7, 2010, стр. 28; №8, 2010, стр. 26

рованно произошло одно столкновение. Умножая эту величину на периодичность сближений (два года), получим 400 тыс. лет. Это так называемая оценка времени ожидания столкновения.

Среди 540 опасных астероидов 17 имеют размеры больше 300 м, 13 — больше 400 м, 9 — больше 500 м и два — больше километра. В группе объектов поперечником свыше 500 м вероятность столкновения с Землей колеблется от  $10^{10}$  до  $10^{-6}$ . Астероиды размером свыше 400 м способны вызвать при падении катастрофу планетарного масштаба. Энергия их столкновений эквивалентна энергии взрыва порядка 2 гигатонн тротила.

Для группы астероидов размером больше 400 м, в которую, как уже было сказано, входит 13 объектов, согласно данным проекта Near Earth Objects Program, вероятность того, что произойдет одно столкновение, равна  $3,3\cdot10^3$ . Она относится к временному интервалу в 181 год (с 2018 до 2199 г.). Отсюда можно заключить, что интервал времени для реального столкновения составит  $181/3,3\cdot10^3 = 55$  тыс. лет.

Для группы астероидов размером больше 500 м этот показатель равен 1,15·10<sup>-6</sup> на временном интервале 98 лет. Реальное столкновение с ними, таким образом, произойдет на протяжении 85 млн лет.

#### Заключение

Как отмечают авторы проекта Near Earth Objects Program, долговременная экстраполяция орбит и неопределенности, вызванные планетными возмущениями, серьезно влияют на точность определения вероятностей столкновения — вплоть до порядка величин. Можно полагать, что приведенные выше интервалы времени для реализации реального столкновения тоже определяются с такой же точностью. Однако в любом случае эти интервалы можно рассматривать как время жизни высокоразвитых цивилизаций, отведенное для них природой.

Наиболее опасный астероид, имеющий обозначение 29075 (1950 DA), принадлежит к семейству Аполлона. Он пересекает орбиту Земли раз в 2,21 года. Опасное сближение прогнозируется на 2880 г. Рассчитанная вероятность столкновения равна 5·10-5. Формально оно может реализоваться на протяжении следующих 17 млн лет. Однако, как было сказано выше, одиночная оценка вероятности делается с точностью до порядка.

Поперечник астероида оценивается в 1,3 км, масса — в 2 млрд тонн, скорость столкновения достигнет 18 км/с, выделившаяся энергия будет эквивалентна взрыву 75 гигатонн тротила. Последствия такого столкновения фатальны для цивилизации из-за глобальных разрушений, глубоких и долговремен-

ных изменений условий окружающей среды, а также связанных с ними нарушений экологических систем.

Даже очень грубые оценки, приведенные здесь, позволяют заключить, что глобальные катастрофы, вызванные падениями астероидов, происходили на Земле многократно — возможно, десятки раз за всю историю планеты. После них она долго «приходила в себя», однако по прошествии миллионов лет земная жизнь снова расцветала. В конце концов, она эволюционировала до уровня появления разума... который, будем надеяться, в ближайшую сотню лет найдет надежный метод устранения «космических угроз» и сумеет им противостоять.

#### Постскриптум: «Великое молчание»

«Великое молчание Вселенной», также именуемое «парадоксом Ферми», остается камнем преткновения в проблеме внеземных цивилизаций. Парадокс состоит в том, что мы не наблюдаем технологических признаков их существования — несмотря на то, что возможное количество таких цивилизаций только в нашей Галактике оценивается десятками миллиардов. В качестве одной из причин, объясняющих парадокс Ферми, называется ограниченный срок существования разумных видов, не позволяющий им выходить на уровень межпланетных контактов. И одним из таких «ограничителей» может быть астероидная опасность.

К настоящему времени астрономам известно несколько десятков звезд, окруженных пылевыми дисками, которые можно считать приближенными аналогами или предшественниками пояса астероидов в Солнечной системе. Большинство этих звезд достаточно молоды, то есть их планетные системы находятся на стадии формирования, но вряд ли, учитывая универсальный характер планетообразования, при этом будет исчерпан весь материал дисков. Считается также, что вещества, необходимые для возникновения жизни — вода и органические соединения — попали на Землю при падениях комет и астероидов. Таким образом, то, чему жизнь обязана своим появлением, позже становится для нее серьезной угрозой. Можно предположить, что ограниченное время жизни цивилизаций, определяемое астероидной опасностью, является универсальным законом Вселенной. Во всяком случае, детальное изучение звезд, одновременно обладающих планетами и поясами более мелких тел (которые легко обнаруживаются по их инфракрасному излучению), уже заявлено в качестве важного пункта научных программ астрономических инструментов следующего поколения — как наземных, так и космических.

 $^{7}$  ВПВ №10, 2006, стр. 38; № 5, 2014, стр. 14; №9, 2015, стр. 24



# СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА. НОВОСТИ Вселенная, пространство, время

# Curiosity углубился в дюны

арсианские дюнные поля — одни из интереснейших объектов для исследований с помощью орбитальных и посадочных аппаратов. Они содержат много ценной информации о современных условиях на Красной планете и о том, как они менялись в относительно недавнем прошлом. Живописные дюны, часто внешне почти неотличимые от земных, уже неоднократно фотографировали с ареоцентрической орбиты,1 но марсоходы пока что могли исследовать их только с некоторого удаления, не углубляясь в «песчаные моря»: инженеры групп сопровождения опасались, что мобильные аппараты накрепко увязнут в песке.2 Такой эксперимент решено было провести с помощью

более мощного и совершенного ровера Curiosity, работающего на Марсе с августа 2012 г.<sup>3</sup> Впервые в истории изучения поверхности других планет ему удалось осуществить подъем по крутому сыпучему склону одной из дюн Баньоля (Bagnold Dunes), названных в честь британского генерала, который в 1932 г. совершил переход Ливийской пустыни и посвятил значительную часть своей жизни написанию научных трудов о перемещении песчинок под действием ветра.

Дюны Баньоля, как и все объекты исследований самого мощного на данный момент американского марсохода, расположены внутри кратера Гейла, возле северо-западного склона горы Шарп. С помощью каме-

- Общий вид поверхности марсианской дюны, получившей рабочее название «Высокая Дюна» (High Dune), был запечатлен камерой MastCam мобильной лаборатории Curiosity 27 ноября 2015 г. Она стала первым подобным образованием за пределами Земли, исследованным с близкого расстояния.
- ▼ Переходная зона между осадочной формацией, состоящей из более светлых древних окаменевших глин, укрытых слоистым песчаником, и дюнным полем на дне кратера Гейл хорошо видна на этом снимке камеры MastCam (Mast Camera), которая установлена на мачте марсохода Curiosity. Этому участку присвоили рабочее название «Проход Мариас» (Marias Pass).



<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №6, 2005, стр. 23

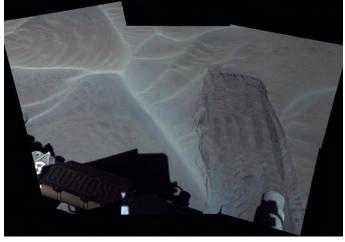
<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №6, 2006, cтр. 28

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> BΠB №8, 2012, стр. 12

ры MAHLI (Mars Hand Lens Imager), установленной на конце манипулятора, ровер сделал несколько микрофотографий песчаной поверхности, показавших большое разнообразие составляющих ее частиц - это говорит о том, что они были принесены из различных мест. Однако механизм транспортировки песчинок пока остается под вопросом, поскольку в большинстве своем они имеют слишком крупные размеры, чтобы их мог поднять и перенести на значительное расстояние даже самый сильный ураган из тех, которые бушуют на Красной планете в наше время.4 Скорее всего, ветровой перенос все же имел место, но в далеком прошлом — когда марсианская атмосфера была плотнее.

Впрочем, и сейчас атмосферные течения играют важную роль в эволюции марсианского ландшафта: судя по спутниковым снимкам, на протяжении земного года дюны Баньоля сдвигаются примерно на метр. Аналогичное объяснение имеет и отсутствие мелких песчинок на микроскопических снимках их постоянно уносит ветер (после чего они откладываются на более «спокойных» участках —

<sup>4</sup> BΠB №8, 2006, стр. 12; №8, 2007, стр. 22



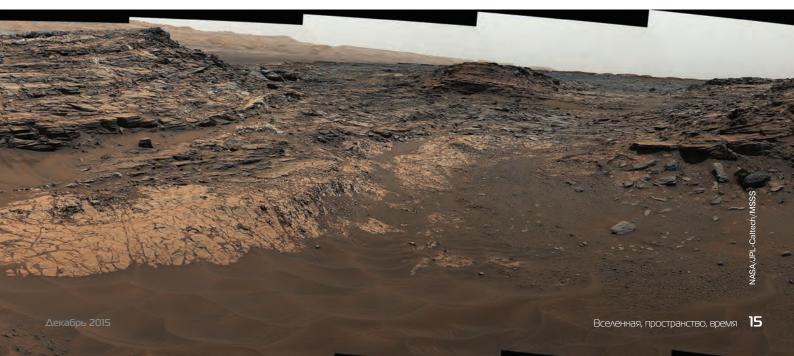
▲ След колеса марсохода, сфотографированный 27 ноября 2015 г. при помощи основной бортовой камеры MastCam. Его глубина указывает на небольшую плотность песка, что, в свою очередь, свидетельствует о высокой подвижности песчаных барханов.

например, в низменностях между дюнами).

Несмотря на то, что Curiosity пока успешно преодолевает сложный участок маршрута, сотрудники рабочей группы миссии соблюдают предельную осторожность. При прокладке курса они стараются учесть все возможные опасности, чтобы не допустить застревания ровера в песке. С другой стороны, мелкодисперсная песчаная почва имеет одно важное преимущество: ее можно загружать в бортовые анализаторы без предварительного дробления.



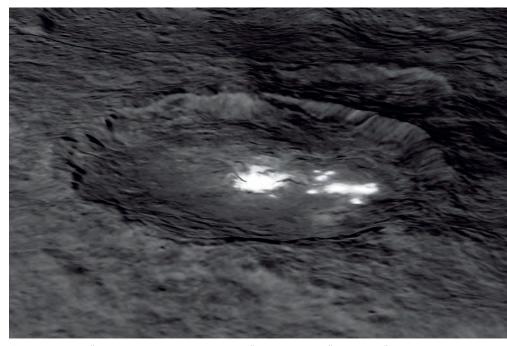
▲ Микроскопический снимок поверхности «Высокой дюны», сделанный специализированной камерой MAHLI ровера Curiosity 5 декабря 2015 г., на 1184-й сол (марсианский день) с момента начала его работы на Марсе, охватывает участок размером 3,6х2,7 см. Песок имеет достаточно крупные и ровные зерна, что особенно хорошо видно при ярком солнечном освещении.



# Самый близкий взгляд на Цереру

7 декабря 2015 г. американский космический аппарат Dawn перешел на новую рабочую орбиту вокруг карликовой планеты Церера (1 Ceres) высотой 385 км, что примерно равно высоте полета Международной космической станции.<sup>1</sup> На этой орбите, согласно планам миссии, он останется навсегда - по крайней мере, до тех пор, пока его не «собьет с курса» столкновение со случайным метеоритом или гравитационное возмущение от какого-то более крупного тела. На протяжении как минимум полугода зонд будет производить съемку поверхности крупнейшего объекта главного астероидного пояса с разрешением до 35 м на пиксель в видимом и инфракрасном диапазонах, а также регистрацию гамма-лучей, нейтронов и гравитационных аномалий.

Результаты анализа последних наблюдений аппарата опубликованы в двух номерах журнала Nature. Они наконец-то в некоторой мере проливают свет на природу загадочных ярких пятен, обнаруженных практически на всей поверхности карликовой планеты. Крупнейшее из них находится в кратере Оккатор (Occator). Авторы одной из публикаций высказали предположение, что эти особенности ландшафта представляют собой отложения соли — точнее, сложной смеси солей с преобладанием сульфата магния MgSO<sub>4</sub>.



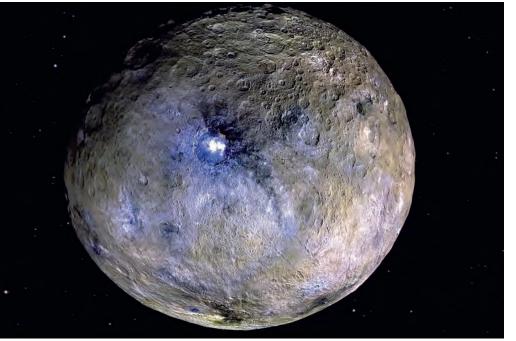
🛦 Перспективный вид кратера Оккатор, построенный по его цифровой трехмерной модели. На дне видны несколько светлых областей. Вблизи центра присутствует типичное образование «кратер в кратере» диаметром примерно 10 км и глубиной 0,5 км, содержащее белое вещество.

На поверхности Цереры уже найдено более 130 подобных светлых пятен, самые яркие из них отражают свыше 50% падающего света. Большинство этих образований связано с кратерами. Авторы исследования во главе с Андреасом Нэтью из Института Макса Планка по изучению Солнечной системы (Andreas Nathues, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Göttingen, BRD) отождествляют этот белый материал с разновидностью сульфата магния под названием «гексагидрит», в которой молекула соли связана с шестью молекулами воды. Анализируя изображения, полученные зондом ранее, ученые предполагают, что отложения этого соединения возникли в далекие исторические эпохи после испарения водяного льда. Его появление, в свою очередь, связано с мощными взрывными процессами, происходившими при столкновениях карликовой планеты с более мелкими астероидами и их обломками.

Пятна, сильно отличающиеся по разме-

<sup>1</sup> BΠB №12, 2008, стр. 4

▼ На этом мозаичном изображении Цереры условными цветами выделены участки с различным химическим составом поверхности. Диаметр кратера Оккатор, в котором расположено самое яркое пятно, состоящее в основном из солей магния, равен 92 км. Для составления мозаики использованы снимки, сделанные с расстояния около 4400 км.





Часть сотрудников группы сопровождения миссии Dawn предполагает, что Солнце, поднимаясь на максимальную высоту над кратером Оккатор, прогревает его дно, вызывая появление некоего подобия слабой пылевой дымки и следов испаряющейся воды. Эта дымка становится заметной только при взгляде «в профиль» (сбоку), как на представленном изображении.

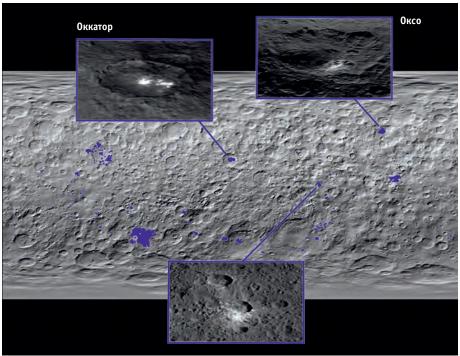


▲ На этом снимке карликовой планеты с разрешением 140 м на пиксель, сделанном 17 октября 2015 г. с высоты 1470 км, хорошо виден кратер Оксо (Охо) диаметром около 9 км, также характеризующийся наличием светлых выбросов. У его правого края заметна почти прямолинейная впадина — результат масштабного оползня, случившегося после образования кратера и вызвавшего проседание большой массы породы.

рам и яркости, распространены на поверхности Цереры практически повсеместно — это позволяет предполагать наличие глобального подповерхностного соленого океана или, по крайней мере, водоносного слоя (как вариант — слоя вечной мерзлоты). Сама поверхность в основном окрашена в темно-серый цвет, местами имеющий коричневатый оттенок. Ожидалось, что на ней могут быть отложения водяного льда или инея, но однозначных наблюдательных подтверждений этому пока нет.

Особо интересным объектом исследований является уже упомянутый кратер Оккатор диаметром чуть больше 90 км. Согласно недавно построенным трехмерным моделям, его центральная впадина размером около 10 км заглублена примерно на полкилометра. Темные полосы, пересекающие кратер, могут быть разломами коры карликовой планеты. Заметны также остатки центрального пика высотой до 0,5 км. Крутые стены кратерного вала, многочисленные террасы и оползни позволяют утверждать, что в данном случае мы имеем дело с одним из самых молодых образований Цереры: его возраст оценивается в 78 млн лет.

Интересно, что на некоторых снимках, сделанных под большими углами к вертикали, вблизи дна Оккатора просматриваются признаки диффузного тумана. Дымка лучше заметна после полудня (по ▼ Глобальная карта Цереры с указанием положения большинства из 130 известных областей повышенной яркости (выделены синим цветом). В основном они связаны с ударными кратерами. На трех крупномасштабных вставках показаны несколько участков поверхности, представляющих особый интерес для исследователей.



местному времени), отсутствуя на рассвете и закате. Это напоминает активность на поверхности кометы, где мельчайшие частицы пыли поднимаются с водяным паром. Однако причины появления дымки могут быть и несколько иными: в состав ярких отложений предположительно входят соли аммония, разлагающиеся при нагревании с выделением аммиака, но после охлаждения снова образующие кристаллическое вещество.

Такое предположение вполне уместно, исходя из того, что сотрудники группы сопровождения миссии Dawn, проанализировав полученные спектральные данные, нашли доказательства присутствия на Церере обогащенных аммиаком глин. Если это открытие удастся подтвердить, встанет вопрос о том, в какой области Солнечной системы сформировалась ближайшая к Солнцу карликовая планета. Наличие аммиачных соединений повышает вероятность того, что это произошло не в главном поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера, где она в настоящее время «обитает», а за пределами орбиты Нептуна, где значительно выше концентрация азота и соответственно его производных (в первую очередь аммиака).

«Темные» участки Цереры также оказались достаточно интересными: при сравнении спектров света, отраженного от них и от некоторых упавших на Землю метеоритов, ученые обнаружили определенное сходство, особенно выраженное в случае углистых хондритов (хотя в части спектральных диапазонов наблюдаются и существенные различия). Отмечается также тот факт, что массовое содержание воды в метеоритах данного класса составляет 15-20%, в то время как для карликовой планеты этот показатель достигает 30%. Возможно, она сохранила больше летучих веществ, или же в процессе формирования «вобрала» в себя больше воды из обогащенного летучими веществами протопланетного облака.

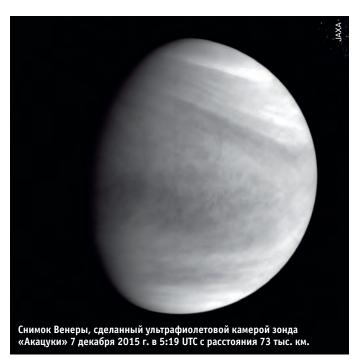
Исследование также показывало, что диапазон изменений дневных температур на Церере довольно велик — от 180 до 240 градусов Кельвина (-93...-33°С). Максимальные температуры, как и ожидалось, зарегистрированы в экваториальных областях, слишком теплых для того, чтобы водяной лед на поверхности сохранялся там в течение длительного времени. Наличие «открытого» льда вблизи полюсов пока не подтверждено.

# ТРЕТЬЯ ПЛАНЕТА ТЕЛЕСКОПЫ БИНОКЛИ МИКРОСКОПЫ Киев, ул. Нижний Вал, 3-7

# Япония покоряет «Утреннюю звезду»

ресс-служба Японского агентства аэрокосмических исследований (ЈАХА) сообщила, что 7 декабря 2015 г. космический аппарат «Акацуки» («Рассвет») все же удалось вывести на орбиту вокруг Венеры. Таким образом, он стал первой успешной миссией по изучению другой планеты, организованной специалистами Страны Восходящего Солнца. Межпланетный зонд «Нозоми», запущенный в 1998 г., хоть и побывал в окрестностях Марса. тем не менее, не смог выполнить научную программу.1

Маневр по выходу на планетоцентрическую орбиту начался еще 6 декабря в 23 часа 51 минуту по всемирному времени. После одновременного включения четырех двигателей малой тяги они проработали чуть больше 20 минут, уменьшив скорость аппарата настолько, что он оказался захваченным гравитацией Венеры и вышел на сильно вытянутую эллиптическую орбиту. Ее апоцентр находится на высоте около 440 тыс. км, перицентр — 400 км. Направление обращения соответствует вращению планеты вокруг своей оси (и обратно направлению ее орбитального движения), один оборот вокруг «Утренней звезды» зонд совершает за 13 суток 14 часов. В дальнейшем эта орбита будет эволюционировать из-за гравитационных



возмущений таким образом, что апоцентр постепенно опустится примерно до 300 тыс. км, а перицентр незначительно поднимется; ее наклон к плоскости венерианской орбиты возрастет с 3° до 25°.

«Акацуки» был запушен 20 мая 2010 г. в 21 час 58 минут по всемирному времени с космодрома Танегасима совместно с «космическим парусником» IKAROS.<sup>2</sup> Межпланетный перелет прошел успешно, однако на участке сближения с Венерой, где следовало произвести тормозной маневр, чтобы зонд остался в сфере притяжения планеты, произошел сбой его главного двигателя, отработавшего ме-

нее трети заданного времени.3 Аппарат остался на гелиоцентрической траектории, двигаясь по которой, он должен был снова вернуться к «Утренней звезде» через пять земных лет. За это время инженеры ЈАХА собирались восстановить нормальное функционирование двигательной установки, но в итоге они приняли решение использовать для торможения работоспособные двигатели малой тяги, в обычном режиме служащие для ориентации зонда в пространстве. Выбранная стратегия оказалась успешной. После небольшой предварительной коррекции и сброса избыточного ракетного топлива «Акацуки» все

<sup>3</sup> BПВ №12, 2010, стр. 35

же смог стать восьмым искусственным спутником Венеры – предыдущими были американские Pioneer Venus Orbiter и Magellan,4 советские «Венера-9», «Венера-10», «Венера-15» и «Венера-16».5 а также европейский Venus Express.6

Ученые уже приступили к тестированию научных инструментов аппарата - в частности, его камер, сделавших несколько фотографий планеты в различных спектральных диапазонах. Подготовительная фаза продлится четыре месяца. Полномасштабная исследовательская программа будет развернута в апреле 2016 г. Она рассчитана не менее чем на 225 суток (один венерианский год). В качестве основных целей миссии заявлено детальное изучение атмосферы Венеры, атакже съемка ее поверхности в инфракрасном диапазоне, частично проникающем сквозь толстый слой венерианских облаков. Специалисты надеются, что пятилетнее «сверхплановое» пребывание в космическом пространстве не повредило бортовому оборудованию зонда, изначально не рассчитанному на столь межпланетные длительные странствия. Пока что никаких существенных сбоев в его работе не зарегистрировано.

<sup>4</sup> BΠB №3, 2007, ctp. 36; №8, 2014,

#### **МИССИИ К ВЕНЕРЕ В ЗЕРКАЛЕ СТАТИСТИКИ**

За 58 лет космической эры для изучения «Утренней звезды» запущено 30 космических аппаратов. Из них 19 принадлежали СССР, 9 — США, по одному — Японии и Европейскому космическому агентству.

9 аппаратов исследовали планету с пролетных траекторий, в том числе 4 — в ходе выполнения гравитационных маневров на пути к Меркурию (Mariner 10, MESSENGER), Юпитеру (Galileo) и Сатурну (Cassini).

- 6 аппаратов по 3 советских и американских — проводили атмосферные исследования во время спуска до падения на поверхность.
- 2 межпланетных станции («Вега-1», «Вега-2») доставили в атмосферу аэростатные исследовательские зонды.
- 9 модулей осуществили мягкую по-

садку на венерианскую поверхность (8 советских и один американский из серии Pioneer Venus Multiprobe), 4 из них передали панорамные изображения окружающего ландшафта.

8 аппаратов исследовали Венеру, находясь на орбите вокруг нее. Самые успешные и длительные орбитальные миссии — Pioneer Venus 1 (NASA, 1978-1992 гг.), Magellan (NASA, 1989-1994 гг.), Venus Express (ESA, 2005-2015 гг.)

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №4, 2008, стр. 20

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №6, 2010, стр. 26

стр. 28 <sup>5</sup> BΠB №8, 2006, cтр. 20

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> ВПВ №12, 2005, стр. 37; №4, 2006, стр. 16; №1, 2008, стр. 4, №1. 2015, ctp. 20

# Мифические братья в объективе Cassini

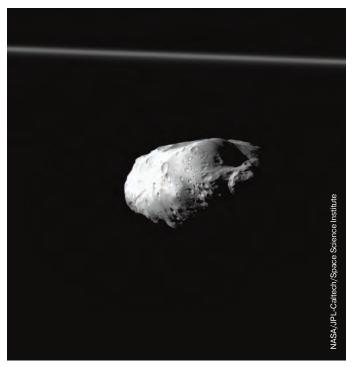
рометей и Эпиметей, в соответствии с древнегреческой мифологией, были братьями-титанами — сыновьями Япета и Асии (у этой пары было еще двое сыновей — Атлант и Менетий). Имя первого из них означает «думающий наперед», второго — «крепкий задним умом». Из всех шести упомянутых персонажей Прометей, несомненно, пользуется наибольшей известностью, поскольку, согласно мифу, он украл божественный огонь и отдал его людям, за что был приговорен богами к вечным мучениям.

Именами Прометея и Эпиметея названы два небольших спутника Сатурна — планеты, в окрестностях которой с лета 2004 г. работает космический аппарат Cassini. В его поле зрения эти луны попадали не так уж часто, поскольку они движутся по короткопериодическим орбитам (с большими полуосями соответственно 139 и 151 тыс. км), причем на той же орбите, что и Эпиметей, находится спутник Янус. На завершающем этапе своей миссии зонд пролетел мимо них на расстоянии немногим менее 40 тыс. км и сделал серию снимков с помощью узкоугольной камеры высокого разрешения.

Максимальный размер Прометея (135 км) превышает аналогичный параметр Эпиметея (130 км), однако последний имеет более правильную форму, больший объем и соответственно массу. Оба тела покрыты кратерами необычных форм, образованными, по-видимому, при столкновениях на небольших относительных скоростях. Прометей является «пастухом» сатурнианского кольца F, удерживая своим гравитационным воздействием его внутренний край. Аналогичным образом внешний край этого кольца «контролирует» 100-километровая Пандора.<sup>2</sup>

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

▼ Во время пролета 6 декабря 2015 г. Cassini обнаружил интересные особенности неровной поверхности Прометея — в частности, необычные продолговатые кратеры. Полученный с использованием бортовой узкоугольной камеры снимок пополнил серию уникальных изображений сатурнианских лун с максимально высоким разрешением, которое в данном случае достигает 220 м на пиксель. На приведенном снимке запечатлена тыльная по отношению к Сатурну сторона спутника (его противоположная сторона постоянно обращена к планете). Фотографирование производилось в видимом свете с расстояния примерно 37 тыс. км. Светлая полоса в верхней части снимка — кольцо F.



▼ Форма сатурнианского спутника Эпиметея (средний диаметр 116 км) ближе к сферической, но тоже достаточно неправильная. Во время сближения 6 декабря 2015 г. он был сфотографирован с рекордным для всей серии наблюдений этого небесного тела разрешением — 212 м на пиксель. На снимке запечатлена обращенная к Сатурну часть луны. Изображение получено узкоугольной камерой Cassini в поляризованном свете через зеленый светофильтр. В момент съемки расстояние до Эпиметея составляло около 35 тыс. км.



#### КРАТКАЯ ХРОНИКА МИССИИ CASSINI

Космический аппарат Cassini был запущен с космодрома на мысе Канаверал 15 октября 1997 г. с целью исследований Сатурна и системы его спутников. На крупнейший из них — Титан — 14 января 2005 г. совершил мягкую посадку спускаемый модуль Huygens (осуществивший межпланетный перелет вместе с Cassini).

1 июля 2004 г. зонд Cassini вышел на орбиту вокруг Сатурна, на которой он должен был проработать 4 года. По окончании этого срока его миссию продлили на 2 года, позже — еще на 3 года; финальная часть миссии завершится 15 сентября 2017 г. входом аппарата в атмосферу планеты. Перед этим, начиная с 30 ноября 2016 г., он совершит серию пролетов вблизи внешнего края сатурнианского кольца F, а после 22 апреля 2017 г. — внутри самого близкого к планете кольца, в 3-4 тыс. км от верхней границы ее облаков. Предполагается, что инженерам группы сопровождения удастся осуществить 22 таких пролета.

Решение уничтожить аппарат принято из соображений биологической безопасности: специалисты не исключают наличия на его деталях земных микроорганизмов, выживших после 20-летнего пребывания в космическом пространстве, которые могут представлять опасность для возможной жизни на некоторых спутниках Сатурна (в первую очередь на Титане и Энцеладе с их глобальными подповерхностными океанами).

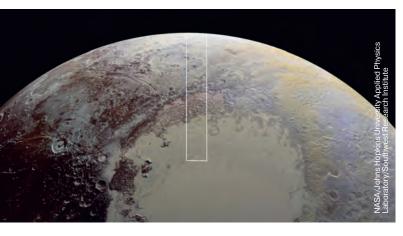
<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Согласно некоторым вариантам мифа, Пандора была женой Эпиметея

# Лучшие снимки Плутона

мериканский зонд New Horizons начал передачу фотографий карликовой планеты Плутон (134340 Pluto), 1 сделанных в момент наибольшего сближения с этим небесным телом, которое состоялось 14 июля 2015 г.<sup>2</sup> Разрешение некоторых снимков достигает примерно 75 м на пиксель, то есть на них различимы детали размером около 200 м - примерно с такой же детализацией видна Луна в достаточно крупные наземные телескопы (с апертурой более метра). Изображения по качеству в пять раз превосходят наилучшие снимки нептунианского спутника Тритона, полученные в ходе пролета аппарата Voyager 2 в 1989 г.<sup>3</sup> Они демонстрируют сложный рельеф плутонианской поверхности с большим количеством гор, ударных кратеров и гладких участков, покрытых ледниками с явными следами подвижек.

В ходе сближения камера LORRI (Long Range Reconnaissance Imager) получала детальные черно-белые изображения каждые три секунды, последовательно сканируя видимый диск Плутона, который в тот момент имел диаметр более 10° — в 21 раз больше лунного диска, наблюдаемого с Земли. В настоящее время эти снимки дополняются спектральными данными, переданными прибором Ralph/Multispectral Visual Imaging Camera (MVIC). Благодаря этому планетологи получат представление о цвете плутонианской поверхности и об основных особенностях ее состава.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> BΠB №3, 2006, стр. 30; №9, 2008, стр. 15



▲ Изображение северного полушария Плутона, составленное из снимков, сделанных камерой LORRI космического аппарата New Horizons непосредственно перед моментом максимального сближения 14 июля 2015 г. — с расстояний от 17 до 13 тыс. км. Информация о цвете плутонианской поверхности получена мультиспектральной камерой MVIC (Multispectral Visual Imaging Camera). Белым прямоугольником выделена полоса шириной около 80 км, представленная с более высоким разрешением.

▶ Наиболее детальная на данный момент мозаика участка плутонианской поверхности (южная часть полосы 80-километровой ширины с общего вида карликовой планеты), составленная из снимков, которые зонд New Horizons сделал за 15 минут до момента наибольшего сближения с Плутоном — с расстояния 17 тыс. км. Разрешение в пределах полосы меняется от 77 до 85 м на пиксель. Данные о цвете поверхности получены с разрешающей способностью около 630 м на пиксель. Внизу — северная часть ледника, укрывающего «Равнину Спутника» (так сейчас условно называют крупнейший светлый регион Плутона), в центре — горный массив «Аль-Идриси».

МЫ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ





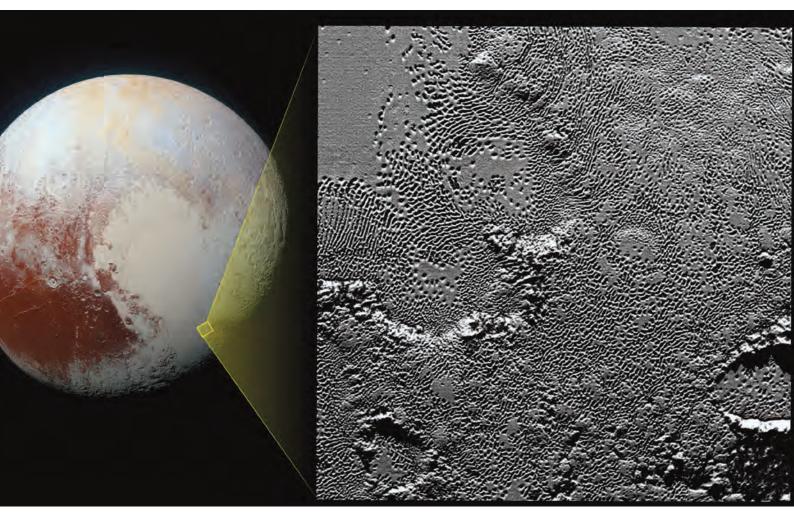




¹BΠB №9, 2013, стр. 24

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> ВПВ №1, 2004, стр. 26; №7, 2015, стр. 8; №8, 2015, стр. 4

21



▲ 3а 13 минут до момента наибольшего сближения с Плутоном камера LORRI зонда New Horizons сфотографировала южную часть «Равнины Спутника» с высоким разрешением. Расстояние до отснятого участка составило 15,4 тыс. км. Необычные детали поверхности азотно-метанового ледника, включающие большое количество продолговатых впадин глубиной в десятки метров, по мнению планетологов, возникли вследствие комбинации процессов растрескивания и последующей сублимации (испарения без перехода в жидкое состояние). Поскольку участок ледника со впадинами перекрывает ударные кратеры, заметные на снимке, исследователи сделали вывод, что эти структуры сравнительно молоды по меркам возраста Солнечной системы. Их изучение поможет лучше понять взаимодействие между разреженной газовой оболочкой карликовой планеты и укрывающими ее отдельные регионы отложениями летучих веществ.

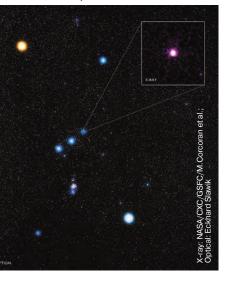


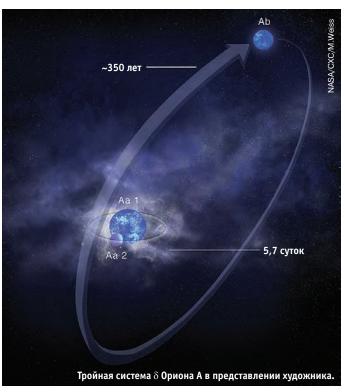
# Больше, чем просто звезда

озвездие Ориона, или Небесного Охотника<sup>1</sup> пожалуй, наиболее узнаваемое после Большой Медведицы, а его знаменитый «пояс», состоящий из трех звезд 2-й величины, относится к числу известнейших астеризмов (примечательных звездных групп, не получивших официального статуса созвездий). Самая западная звезда в поясе - для жителей Северного полушария она оказывается справа — имеет собственное имя Минтака, а по каталогу Байера обозначается греческой буквой «дельта» (б). Недавно были представлены интереснейшие результаты ее наблюдений, проведенных космическими рентгеновскими обсерваториями. Выяснилось, что этот объект на самом деле состоит из пяти компонентов. Первые два —  $\delta$  Ori A и  $\delta$  Ori B, имеющие блеск соответственно  $2.2^{m}$  и  $6.8^{m}$  — видны раздельно уже в небольшие телескопы, а чтобы увидеть слабый компонент δ Ori C. необходим инструмент с диаметром объектива не менее 30 см.

¹ BΠB №1, 2004, cтр. 40

▼ Снимок созвездия Ориона в оптическом диапазоне, сделанный наземным телескопом. На врезке: изображение в условном цвете, полученное космической обсерваторией Chandra в рентгеновских лучах. Размер поля зрения — 44х44 угловых секунд, что на расстоянии звезды соответствует четверти светового года.





Яркая звезда δ Ori A, выглядящая в телескопы одиночной. тоже представляет собой сложную тройную систему. Она включает очень тесную звездную пару, вращающуюся вокруг общего центра масс с периодом 5,7 суток (δ Ori Aa), и менее массивный спутник, совершающий полный оборот вокруг них более чем за 350 земных лет (δ Ori Ab). Как выяснилось, именно эта система является мощным источником рентгеновского излучения, причем его интенсивность также меняется каждые 5,7 дней.

В ходе взаимного обращения двух более массивных компонентов (один из них тяжелее Солнца в 25 раз, второй — примерно в десять) периодически наступает момент, когда они затмевают друг друга, то есть находятся на одной линии с наземными наблюдателями. Такие системы известны как «затменные двойные». Они дают астрономам возможность «взвесить» составляющие их звезды и определить их размеры. Переменность в рентгеновском диапазоне также стала важной частью информации о необычной группе светил, получивших обозначения  $\delta$  Ori Aa1 и  $\delta$  Ori Aa2.

Присутствие массивных звезд может иметь очень существенные последствия для их галактического окружения. Эти объекты настолько горячие и яркие, что выбрасывают в пространство мощные потоки вещества в форме заряженных частиц (звездные ветры), распространяющиеся очень далеко и влияющие на химические и физические свойства газа в областях пространства, которых они достигают. Во многом такие потоки определяют дальнейшую судьбу породивших их звезд, в конечном итоге взрывающихся как сверхновые, оставляя после себя сверхплотные объекты — нейтронную звезду<sup>2</sup> или черную дыру.

Откуда же в системе берется рентгеновское излучение?

Ответ на этот вопрос был получен после 139-часовой наблюдательной сессии рентгеновской обсерватории Chandra.<sup>3</sup> С ее помощью астрономы смогли проследить за тем, как более слабая звез-

да пары (δ Ori Aa2) блокирует различные области звездного ветра более массивной звезды, что помогло выяснить. какие из этих областей ответственны за возникновение высокоэнергетического лучения. Основная его часть, как оказалось, генерируется фронтами ударных волн при взаимных столкновениях быстро движущихся в этом ветре сгустков газа, выброшенных обоими светилами. Исследователи также обнаружили, что излучение отдельных атомов, определяемое по их характерным спектральным линиям, изменяется по мере вращения друг вокруг друга компонентов двойной системы. Следовательно, состав потоков вещества у каждой звезды заметно отличается.

Данные мониторинга в оптическом диапазоне, паралпроводившегося лельно телескопе MOST Канадского космического агентства,4 показали наличие признаков колебаний главной звезды из-за приливного взаимодействия между ней и вторичным компонентом. Анализ кривой блеска системы в видимом свете вместе с детальным анализом оптических и ультрафиолетовых спектров также были использованы для уточнения параметров двух звезд. Удалось объяснить некоторые обнаруженные ранее несоответствия между их измеренными параметрами и моделями, описывающими их эволюцию. Это особенно важно ввиду того, что δ Ori Аа является ближайшей к Солнцу массивной затменно-двойной системой. Ее можно использовать, образно говоря, в качестве ключа для лучшего понимания зависимости между характеристиками других звезд, полученными из оптических наблюдений, и свойствами звездного ветра, определяемыми по их рентгеновскому излучению.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №12, 2007, стр. 4; № 2, 2015, стр. 20 <sup>3</sup> BΠB №11, 2013, стр. 4

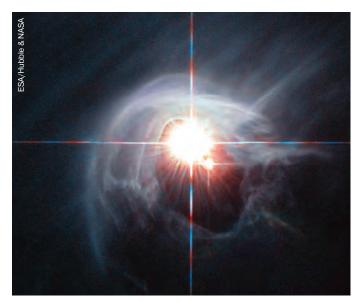
<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> BΠB №2-3, 2013, стр. 16

# Четырехкратная система в кольце пыли

а этом снимке звезды DI Хамелеона, сделанном космическим телескопом Hubble, видны два ярких объекта, светящих сквозь неровное кольцо из множества тонких пылевых волокон. На самом деле каждый из них представляет собой двойную звездную систему (таким образом, здесь мы имеем дело с четырехкратной звездой), а удивительная ажурная оболочка — ни что иное, как остатки газово-пылевого облака, из которого она образовалась. Эта система еще очень молода — ее возраст не превышает 10 млн лет — и пока не успела своим излучением рассеять в пространстве вещество, не вошедшее в состав звезд и их возможных планетоподобных спутников.

Другим следствием молодости системы оказывается тот факт, что все ее члены, строго говоря, не являются звездами: в их недрах еще не начались термоядерные реакции синтеза гелия из водорода, обеспечивающие энерговыделение светил главной последовательности (к которым относится, к примеру, наше Солнце). Компоненты системы DI Хамелеона пока что светят благодаря гравитационному сжатию и излучают в основном в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра. Подобные объекты относятся к классу так называемых звезд Хербига, названных в честь американского астронома Джорджа Хербига (George Howard Herbig), изучавшего их большую часть своей научной карьеры.

Важную роль в этом впечатляющем взаимодействии пыли и звезд играет темное пылевое облако Хамелеон I — одно из трех облаков, входящих в состав большой области звездообразования, известной как «комплекс Хамелеона». Четыре протозвезды движутся сквозь него в направлении, обозначенном более плотной и яркой частью светящейся оболочки: она «сминается» при



столкновении с частицами вещества темного облака.

Молодость системы DI Хамелеона не является чем-то необычным для этой области пространства: в ее ближайших окрестностях (на расстоянии 500-540 световых лет от Солнца) расположено еще немало молодых светил, а также «звездных яслей», в которых они рождаются. Фактически это один из ближайших комплексов активного звездообразования, расположенный к нам почти втрое ближе знаменитой Большой Туманности Ориона<sup>2</sup> — неудивительно, что он стал одним из наиболее интересных объектов для изучения процессов формирования звезд.

 $^{1}$  ВПВ №6, 2014, стр. 5; №11, 2015, стр. 8

<sup>2</sup> BПВ №11, 2007, стр. 4; №9, 2014, стр. 4

# Переменная Киля

еременная звезда AG Киля (НD 94910) — одна из ярчайших звезд Млечного Пути. Правда, невооруженным глазом ее увидеть невозможно: во-первых, она находится от нас очень далеко — на расстоянии около 20 тыс. световых лет. Во-вторых, основная часть ее излучения приходится на ультрафиолетовый диапазон, к которому человеческий глаз нечувствителен, и вдобавок эта часть спектра почти полностью поглощается земной атмосферой. Космический телескоп Hubble сфотографировал AG Киля еще в 2008 г., однако ее изображения после обработки были опубликованы лишь недавно.

Необычная звезда относится к редкому классу «ярких голубых переменных» (Luminous Blue Variable — LBV). Такие светила в единицу времени излучают в сотни тысяч и даже миллионы раз больше энергии, чем наше Солнце. Часть ученых считает, что на самом деле это просто достаточно короткая стадия эволюции горячих массивных звезд,

предшествующая их превращению в так называемые звезды Вольфа-Райе, которые светят еще ярче, вдобавок активно рассеивая свое вещество в окружающее пространство. Они «выгорают» за несколько десятков тысяч лет и взрываются как сверхновые, обогащая межзвездную среду тяжелыми химическими элементами — продуктами «взрывного» термоядерного синтеза. 3

Впрочем, на данном этапе своего короткого жизненного пути AG Киля тоже теряет свое вещество весьма активно, генерируя постоянные мощные потоки заряженных частиц (звездный ветер), уносящихся от нее со скоростью до 2000 км/с. На этом снимке они видны как неровные «лучи», расходящиеся во все стороны от центрального светила. Сталкиваясь с атомами и молекулами газов, неравномерно распределенных в непосредственном окружении звезды, они формируют необычные ажурные структуры, иногда похожие на кометы с длинными хвостами. Эти структуры



излучают в широком диапазоне электромагнитного спектра (но в основном – в его высокоэнергетической части).

Фотографирование производилось Планетной камерой широкого поля WFPC2. Большой белый диск в центре снимка, конечно же, не является истинным диском звезды, а результатом дифракции электромагнитных волн на элементах оптической системы телескопа. Такую же природу имеют и четыре ярких разноцветных «луча», расходящихся от звезды под прямыми углами друг к другу.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BПВ №4, 2008, стр. 23; № 8, 2015, стр. 19

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> BΠB №5, 2008, стр. 8; №6, 2014, стр. 8

# Новый термин в тезаурусе планетологии

руппа астрономов под руководством Стивена Кейна из Университета Сан-Франциско (Stephen Kane, San Francisco State University, California) предложила выделять в планетных системах специфический регион околозвездного пространства, который они назвали «зона Венеры». Планеты, находящиеся в этой зоне, скорее всего, не смогут иметь на поверхности физические условия, пригодные для существования на них жизни земного типа — по образцу того, как эти условия отсутствуют на «нашей» Венере.

Проведенное исследование позволит определить, какие планеты, обнаруживаемые в архивах наблюдений специализированного космического телескопа Kepler.1 следует считать аналогами Земли и отнести к первоочередным кандидатам для дальнейших поисков на них возможных маркеров органической жизни. Информация о распространенности «венероподобных» объектов в различных регионах Млечного Пути поможет лучше понять, почему эволюция земной атмосферы в итоге привела к появлению условий, значительно отличающихся от венерианских (хотя на начальных этапах своей истории обе планеты, судя по многим имеющимся данным. были очень похожими).

Обсерватория Kepler используется для поиска экзопланет — планет за пределами нашей Солнечной системы. Особенно ученых интересуют представители данной категории объектов, находящиеся в «Зоне Жизни» области пространства вокруг родительской звезды, в которой физические условия способствуют постоянному присутствию на поверхности (либо в неглубоких подпочвенных слоях) воды в жидком состоянии. Главными идентификационными критериями в этих поисках остаются размеры и масса экзопланет в сравнении с аналогичными параметрами Земли. По этим параметрам их условно делят на два класса — «Супер-Земли» и «Мини-Земли». Проблема заключается в том, что размер не является основной определяю-

▲ Расположение «зоны Венеры» — области пространства вокруг звезды, в которой планеты, скорее всего, будут иметь атмосферные условия у поверхности, близкие к существующим на Венере. Размеры зоны определяются количеством энергии, получаемой планетой от центральной звезды.

щей характеристикой физических условий: даже в окрестностях Солнца мы знаем две планеты (Земля и Венера), где эти условия кардинально отличаются, хотя по массе и диаметру они достаточно близки.

Стивен Кейн с коллегами из Пенсильванского университета и Годдаровского исследовательского центра в Мэриленде в качестве такого ключа-идентификатора используют «солнечный поток» — общее количество энергии, получаемой планетой от центральной звезды. Используя этот параметр, ученые вычисляют внутреннюю и внешнюю границы «зоны Венеры»: первая определяется расстоянием от светила, на котором планетная атмосфера за несколько миллионов лет будет полностью «сдута» его излучением, вторая - расстоянием, на котором получаемая энергия способствует насышению атмосферы парниковыми газами (водяной пар, углекислый и сернистый газ). В нашей Солнечной системе эта граница расположена немного ближе к нашему светилу, чем орбита Земли, но через пару миллиардов лет из-за постепенного «разогрева» Солнца она удалится от него,

а это может привести к тому, что жизнь на нашей планете станет невозможной. $^2$ 

Если астрономы, обрабатывающие наблюдения телескопа Керler, обнаружат планету, размеры которой сопоставимы с земными, но величина получаемого ею звездного излучения соответствует «зоне Венеры», она будет с большой долей вероятности отнесена к классу «венероподобных» объектов, потенциально не подходящих на роль очага биологической жизни. Космические обсерватории будущего позволят ученым получать данные об атмосферах этих экзопланет и классифицировать их более уверенно, определяя количество и состав возможных парниковых газов.

Дальнейшие исследования будут в основном направлены на выяснение того, каким образом содержание углерода в газовой оболочке планеты влияет на положение границы «зоны Венеры». Эта информация также может оказаться весьма полезной в контексте изучения истории нашей Солнечной системы.

<sup>2</sup> BΠB № 10, 2007, cтр. 40





**поро.** Яков Перельман, Емельян Игнатьев. 5 минут на размышление: Лучшие головоломки советского времени

Умение решать самые разные проблемы необычным, оригинальным способом не появляется само собой. Нужна тренировка, и самый лучший способ такой тренировки — решать головоломки, наподобие представленных в этой книге. Их отличие от школьных задач как раз и состоит в том, что их решение, как правило, нестандартное — не то, что первым приходит в голову. В процессе его поисков человек учится выходить за границы проблемы и подходить к ней с необычной стороны. В книге собраны самые лучшие, проверенные временем головоломки, по которым учились мыслить еще наши отцы и деды.

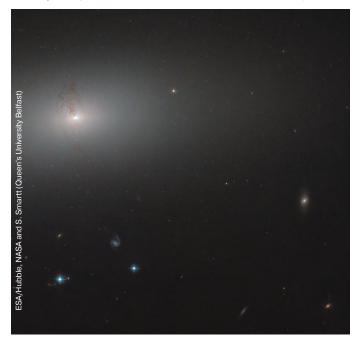
Полный перечень книг, наличие, цены www.3planeta.com.ua или по телефону (067) 215-00-22

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> ВПВ №3, 2009, стр. 13; №2-3, 2013, стр. 12

# Сквозь звездную дымку

одобно маяку в тумане, свет яркого ядра галактики NGC 2768 на этом снимке космического телескопа Hubble с трудом пробивается сквозь белесую дымку, густеющую по направлению от периферии к центру этого «звездного острова». В правой и нижней части снимка видно множество далеких галактик фона.

NGC 2768 представляет собой эллиптическую систему, расположенную на расстоянии около 72 млн световых лет в направлении



созвездия Большой Медведицы. Ее интегральный блеск примерно равен звезде 10-й величины, то есть в условиях чистого незасвеченного неба ее можно наблюдать в телескопы с диаметрами объективов более 10 см. Это гигантский сгусток сотен миллиардов звезд, в котором доминирует четко выраженная яркая центральная область, где находится сверхмассивная черная дыра. Именно она ответственна за то, что ядро галактики остается активным: там формируется раскаленный до миллионов градусов аккреционный диск (материал которого падает на черную дыру), а вдоль его оси в противоположные стороны с околосветовыми скоростями выбрасываются два высокоэнергетических потока вещества — так называемые джеты. В данном случае они имеют симметричную S-образную форму; правда, заметить их можно только на изображениях, получаемых радиотелескопами.

Темные волокна пыли, формирующие призрачный диск, практически перпендикулярный большой оси галактического эллипса, свидетельствуют о сложной истории этой звездной системы, которая, вероятно, является продуктом столкновения одной или нескольких достаточно крупных галактик. Благодаря ее необычным характеристикам в астрономических каталогах NGC 2768 классифицируется как сейфертовская — по имени американского астронома, первооткрывателя галактик с активными ядрами Карла Сейферта (Carl Seyfert). 1

Приведенное комбинированное изображение получено Усовершенствованной обзорной камерой ACS с использованием четырех фильтров: одного — для ближнего инфракрасного диапазона, центрированного на длину волны 814 нм, и трех — оптического диапазона (658 нм, 555 нм и 435 нм).

¹ ВПВ № 6, 2010, стр. 5

# Молодая эллиптическая галактика

сключительно симметричная галактика NGC 3610, находящаяся на расстоянии порядка 70 млн световых лет в направлении созвездия Большой Медведицы, была открыта 8 апреля 1793 г. знаменитым английским астрономом Уильямом Гершелем (William Herschel) и вначале классифицирована как эллиптическая. Но в 1990 г. астрономы установили, что внутри обширного гало скрывается плоский диск - одна из основных отличительных особенностей спиральных звездных систем. Поэтому иногда ее классифицируют как пекулярную линзовидную галактику.

Окружающее поле представленного снимка, сделанного космическим телескопом Hubble, демонстрирует множество других галактических форм: спиральные, неправильные, эллиптические, галактики с баром (перемычкой) в центральных

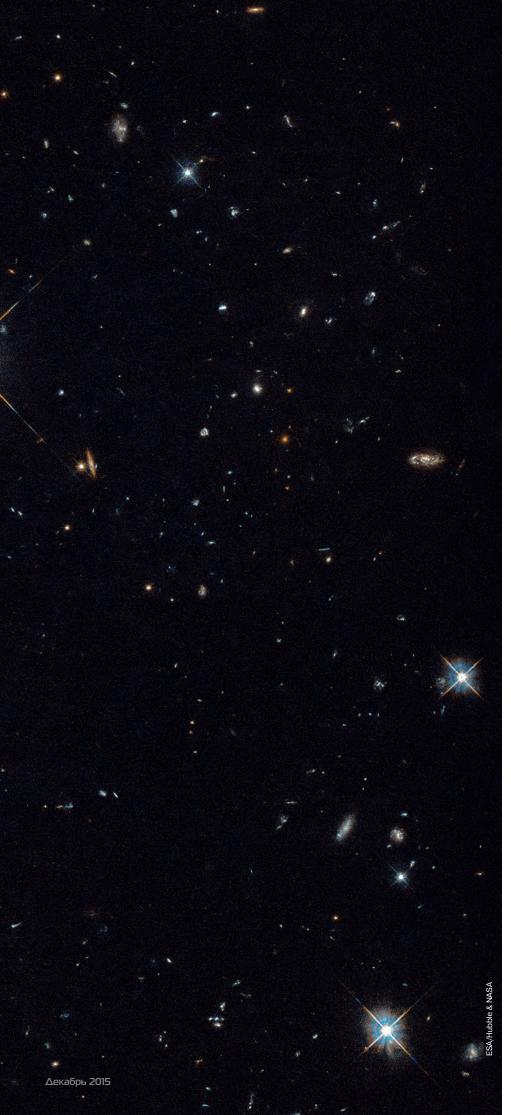
областях. На самом деле почти каждая яркая точка на этом изображении представляет собой далекий «звездный остров», а немногие присутствующие звезды четко различимы благодаря наличию расходящихся от них четырех дифракционных лучей.

своеобразной Причина структуры NGC 3610 заключается в истории ее формирования. Считается, что в эпоху «зрелости» все галактики напоминают по форме наш Млечный Путь: они имеют плоские диски и спиральные рукава, характеризующиеся высокими темпами звездообразования, что, в свою очередь, обеспечивает их большую яркость. Эллиптические галактики — в некотором смысле более хаотичные объекты — являются результатом слияния двух или более звездных систем. Во время таких слияний внутренняя структура исходных галактик разрушается. Тот



факт, что NGC 3610 все еще демонстрирует остатки некоторой упорядоченности в виде светлого диска, означает, что ее формирование, по космическим меркам, завершилось совсем

недавно. Согласно последним оценкам, ее возраст составляет около 4 млрд лет. Ее наблюдения очень важны при изучении ранних этапов эволюции эллиптических галактик.



## Большое космическое танго

дивительная галактика, имеющая обозначение 2MASX J16270254+4328340 (или LEDA 3087775) и удаленная от нас примерно на 500 млн световых лет, на снимке космического телескопа Hubble выглядит хаотическим сгустком звезд с явно выраженным уплотнением в центре. Такая необычная структура связана с тем, что этот объект на самом деле демонстрирует завершающий этап слияния двух звездных систем — своеобразного «галактического танго», сопровождающегося формированием одной крупной эллиптической галактики и выбросами большого количества светил далеко за ее пределы в виде протяженных «хвостов» и «петель».

Трансформация сливающихся галактик уже вступила в стадию, когда период активного звездообразования, инициированного взаимодействием их межзвездного вещества на ранних этапах столкновения, подходит к концу. На протяжении этого периода были исчерпаны почти все «запасы» галактического газа, оставив сформировавшуюся систему практически «стерильной» — в ней уже не могут рождаться новые звезды.

После полного завершения процессов слияния звездное население возникшей галактики постепенно «покраснеет»: наиболее горячие и массивные белые звезды за несколько миллионов или десятков миллионов лет израсходуют свое водородно-гелиевое термоядерное «горючее» и взорвутся как Сверхновые, желтые звезды типа Солнца (и немного менее массивные оранжевые звезды) просуществуют миллиарды лет, после чего сбросят внешнюю оболочку и превратятся в медленно остывающие белые карлики, а через десятки миллиардов лет такая же участь ожидает и большинство звездоподобных объектов этой системы, относящихся к категории красных карликов.

LEDA 3087775 является членом довольно обширного скопления, в состав которого входит более 250 галактик. Скопление, видимое в созвездии Геркулеса, имеет индекс Abell 2151. Приведенное изображение получено с помощью Камеры широкого поля WFC3 орбитальной обсерватории с помощью двух светофильтров оптического диапазона, центрированных на длины волн 438 нм и 625 нм.

# Активное звездообразование в М94

ебольшое северное созвездие Гончих Псов необычно богато объектами каталога Мессье - там их имеется целых пять, и четыре из них относятся к категории галактик. Одна из этих галактик имеет обозначение M94 (NGC 4736). Она находится на расстоянии около 15 млн световых лет, а ее видимый блеск достигает 9-й звездной величины, то есть на достаточно темном небе она вполне доступна небольшим телескопам.

Галактика была обнаружена французским астрономом Пьером Мешеном (Pierre Méchain) 22 марта 1781 г. и каталогизирована Шарлем Мессье всего два дня спустя. Астрономы считают, что М94 имеет массу, соответствующую примерно 60 млрд масс Солнца, то есть она в 3-4 раза легче нашего Млечного Пути. Ее поперечник почти вдвое меньше — порядка 60 тыс. световых лет. Интересной осо-



бенностью этой системы является слабое внешнее кольцо, расположенное на расстоянии около 30 тыс, световых лет от центра галактики, но при этом содержащее около четверти ее массы.

На снимке хорошо заметно это кольцо. внутри которого весьма интенсивно форми-

руются новые звезды. Отдельные «блестки» в нем представляют собой скопления молодых ярких светил. Благодаря таким деталям данная структура называется «кольцом звездообразования». Причиной ее возникновения, скорее всего, являются так называемые волны плотности. Они распространяются в направлении от галактического центра, эффективно сжимая газ и пыль во внешних областях галактики на том расстоянии от ядра, где возникает так называемый внутренний резонанс Лимбланда. Сжатие инициирует фрагментацию и последующий гравитационный коллапс разреженных газовых облаков в более плотные сгустки. Часть из них продолжает сжиматься под действием собственной силы тяжести до тех пор, пока температура и давление не станут достаточно высокими для начала термоядерных реакций, определяющих рождение новых звезд.

#### Запущен зонд LISA



вропейское космическое агентство  $(ESA)^1$ осуществило запуск экспериментального аппарата для отработки технологий регистрации гравитационных волн, предсказанных Общей теорией относительности Эйнштейна.2 Зонд LISA Pathfinder массой 1910 кг был запущен 3 декабря 2015 г. с космодрома Куру во Французской Гвиане с помощью носителя легкого класса Vega<sup>3</sup> и направлен в точку

- <sup>1</sup> BΠB №9, 2012, стр. 20
- <sup>2</sup> BΠB №6, 2015, cτp. 10

Лагранжа L₁ системы «Земля-Солнце».4 На нем установлена прецизионная система ориентации DRS (Disturbance Reduction System), разработанная специалистами Лаборатории реактивного движения NASA (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, California).5

Bce попытки зарегистрировать гравитационные волны наземными инструментами пока заканчивались безуспешно. Если это удастся с использованием космических аппаратов, ученые получат в свое распоряжение важную информацию о первых минутах жизни нашей Вселенной и ее дальнейшей эволюции.

- <sup>3</sup> BПВ №9, 2012, стр. 27
- <sup>4</sup> BΠB №8, 2010, cтр. 5
- <sup>5</sup> BΠB №12, 2014, cтр. 8

#### Исследователь темной материи

овый космический аппарат для исследований темной материи запущен в Китае. 17 декабря 2015 г. в 8 часов 12 минут по местному времени (0:12 UTC) с космодрома Цзюцюань стартовала ракета «Чанчжэн 2D» («Великий Поход 2D) со спутником «Вуконг», ранее известным как DAMPE (Dark Matter Particle Explorer — исследователь частиц темной материи). Позже спутник был выведен на солнечно-синхронную орбиту высотой 500 км с наклонением 97,4°.

Среди научных инструментов космического аппарата - наиболее чувствительные

приборы для регистрации частиц, когда-либо отправлявшиеся за пределы атмосферы. Они включают в себя сцинтилляционный детектор, кремниево-вольфрамовый трекер, счетчик нейтронов и висмут-германиевый калориметр. Их основная задача - исследование электронов и гамма-излучения, а также построение спектра космических лучей. Свое название спутник получил в честь Сун Вуконга - «Обезьяньего короля» из китайских сказок, обладавшего сверхъестественными способностями.



#### **4D CITYSCAPE TIME PUZZLE**

4D-паззлы воспроизводят образы самых больших городов нашей планеты с масштабными моделями зданий не только в трех измерениях, но и в четвертом — времени. Все сооружения вставляются в отверстия на

традиционном 2D-паззле, представляющем собой макет городских улиц. В каждый комплект также входит постер, помогающий воссоздать историю развития города в хронологической последовательности. www.shop.universemagazine.com



# «Чеширский кот» улыбается Эйнштейну

то лет назад, в ноябре 1915 г., Альберт Эйнштейн (Albert Einstein) опубликовал свою Общую теорию относительности — одно из важнейших научных достижений прошлого века. В числе главных выводов этой теории — тот факт, что материя своей гравитацией искривляет пространство. Это проявляется, в частности, в том, что массивное тело может вызывать наблюдаемое изменение направления распространения лучей света от далекого объекта. Первым впечатляющим подтверждением теории стали фотографии полного солнечного затмения 29 мая 1919 г., во время которого из-за отклонения лучей света от прямой вследствие гравитационного воздействия Солнца изображения далеких звезд фона сместились точно на рассчитанный угол. С тех пор обнаружено много других проявлений данного эффекта, известного как «гравитационная линза». Являясь более чем просто космической иллюзией, он предоставляет астрономам уникальный способ изучать чрезвычайно далекие галактики и их скопления с помощью доступных на данный момент наблюдательных технологий.1 Если бы эффект гравилинзирования отсутствовал, изучение весьма удаленных слабых объектов было бы невозможным — они оставались бы недоступными даже для самых мощных телескопов.

Последние результаты наблюдений группы галактик «Чеширский кот», видимой в созвездии Большой Медведицы и удаленной от нас почти на 4 млрд световых лет, демонстрируют, как столетие спустя после появления теории Эйнштейна предсказанные ею эффекты позволяют делать новые открытия. Скопление, в каталогах имеющее обозначение J1038+4849, получило такое неофициальное название из-за внешнего сходства с улыбающейся кошачьей мордочкой. Детали снимка в форме вытянутых дуг представляют собой изображения далеких галактик. Приходящий от них свет испытал воздействие силы тяготения и направление его распространения было искривлено очень большой массой, основная часть которой приходится на темную материю, детектируемую только благодаря ее гравитационному влиянию на излучение и движение видимых объектов.<sup>2</sup>

В исследованной системе масса, отвечающая за эффект гравилинзирования, сосредоточена вокруг двух гигантских галактик — «глаза кота» — и одной звездной системы поменьше, видимой как его «нос». Несколько дуг почти круглого «лица» возникли в результате гравитационного линзирования четырьмя другими фоновыми галактиками, находящимися от нас еще дальше.

Каждый из «глаз кота» представляет собственную локальную группу галактик. Благодаря спектральным данным, полученным в ходе наблюдений на 8-метровом телескопе Gemini North (обсерватория Мауна Кеа, Гавайские острова), удалось узнать, что эти две группы несутся навстречу друг другу со скоростью более

130 км/с. Снимки космической рентгеновской обсерватории Chandra<sup>3</sup> демонстрируют распределение в их окрестностях горячего газа с температурой около миллиона градусов. Наличие такого «газового кокона» свидетельствует о том, что оба галактических кластера уже находятся в стадии столкновения между собой. Этот же инструмент предоставил доказательства того, что левый «глаз» содержит в ядре сверхмассивную черную дыру, активно поглощающую материю из своих окрестностей.

Астрономы полагают, что в течение примерно миллиарда лет оба «глаза» полностью сольются, сформировав при этом один гигантский «звездный остров». После этого «Чеширский кот» превратится в так называемую «ископаемую группу» (fossil group) - скопление, содержащее одну гигантскую эллиптическую галактику, а также несколько намного более мелких и слабых ее спутников. Изучение подобных групп дает возможность лучше понять свойства и поведение галактических кластеров, поскольку, как сейчас считается, они могут представлять собой важную промежуточную стадию эволюции, через которую проходят почти все скопления галактик.

Изображение кластера «Чеширский Кот» с дугами гравитационного линзирования получено Планетной камерой широкого поля WFPC2 космического телескопа Hubble с использованием трех светофильтров видимого диапазона. Суммарная экспозиция составила 19 часов 30 минут.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> BПВ №7, 2006, стр. 18



Комбинированный снимок скопления SDSS J1038+4849. Розовым цветом отображено рентгеновское излучение, сфотографированное спутником Chandra. Остальными цветами представлено изображение, полученное телескопом Hubble в оптическом диапазоне. Размер поля зрения — 1,3 угловой минуты, что на расстоянии скопления соответствует приблизительно 1,5 млн световых лет.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №7, 2006, стр. 18

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №10, 2005, ctp. 6; №11, 2006, ctp. 4; №10, 2010, ctp. 4

### Впечатляющие радиогало спиральных галактик

сследование спиральных галактик, наблюдаемых с ребра (у которых главная плоскость галактического диска практически совпадает с направлением на наблюдателя), показало, что обширные гало из космических лучей и магнитных полей, простирающиеся выше и ниже их дисков, встречаются гораздо чаще, чем считалось ранее.

им. Карла Янского (Very Large Array — VLA) для изучения 35 таких галактик, находящихся на расстояниях от 11 млн до 137 млн световых лет. Исследователи воспользовались новыми «способностями» VLA, которые этот уникальный инструмент получил по завершении десятилетнего проекта модернизации, что позволило обнаружить гораздо более сла-

из канадского Королевского университета в Кингстоне (Judith Irvin, Queen's University, Kingston, Canada), астрономы давно уже знали о существовании подобных ореолов. Но использование всей мощи модернизированного массива VLA и современных методов обработки полученных изображений подтвердило, что они представляют собой гораздо более распространенное явление среди спиральных галактик, чем считалось ранее.

Спиральные звездные сиподобные стемы. нашему Млечному Пути, в подавляющем большинстве состоят из звезд, газа и пыли, сосредоточенных в плоском вращающемся диске. Основная часть видимого излучения и радиоволн, улавливаемых телескопами, исходит от перечисленных объектов. Поэтому изучение окружающей среды в окрестностях таких дисков (в первую очередь по обе стороны от их плоскости) было достаточно сложной задачей.

Чтобы увидеть, как далеко простирается в пространстве типичное галактическое 
гало, астрономы масштабировали снимки 30 галактик 
таким образом, чтобы они 
имели одинаковый видимый 
размер, после чего участник 
исследования Джайян Инглиш (Jayanne English) из Университета Манитобы в Канаде 
объединила их в одно изобра-

жение. Результат оказался впечатляющим: выяснилось, что космические лучи и магнитные поля не только пронизывают сам галактический диск, но и выходят далеко за пределы его плоскости. Полученное изображение, по словам ученых, подтверждает предсказание о наличии у галактик таких обширных ореолов, сделанное еще в 1961 г.

Соавтор исследования Тереза Вигерт (Theresa Wiegert) подчеркивает, что изучение обнаруженных радиотелескопами гало может предоставить ценную информацию о широком наборе физических явлений — таких, как скорость звездообразования в галактическом диске, потоки вещества от взрывов сверхновых, а также о характере и происхождении магнитных полей галактик.

Наряду с докладом о полученных результатах, группа астрономов также выложила в открытый доступ первую серию специализированных изображений, синтезированных на основе данных массива VLA, сделав их доступными для других исследователей. Команда уже завершила серию наблюдений с радиотелескопами массива - нынешние работы ученых основаны на анализе первого набора снимков. Окончательные результаты проекта помогут ответить на многие нерешенные вопросы эволюции галактик.



▲ Составное изображение «обобщенной» спиральной галактики, видимой с ребра, демонстрирует ее радиогало, возникающее при взаимодействии быстродвижущихся заряженных частиц с галактическим магнитным полем. Большая серо-синяя область, похожая на облако дыма, представляет собой результат объединения 30 гало различных галактик, зарегистрированных антенным массивом VLA. В центре изображения приведен снимок звездной системы NGC 5775 в видимом диапазоне, полученный космическим телескопом Hubble.

Международная команда астрономов из Канады, США, Германии, Нидерландов и Австралии использовала Большой массив радиотелескопов

бое радиоизлучение, чем удавалось зарегистрировать до сих пор.

По словам руководителя проекта Джудит Ирвин

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ КНИГА



**К**065. Крис Хэдфилд. Руководство астронавта по жизни на Земле. Чему научили меня 4000 часов на орбите Крис Хэдфилд — канадский астронавт и бывший летчик-испытатель, который провел в космосе почти 4000 часов — считается одним из самых опытных и популярных астронавтов в мире. Его знания о космических полетах и умение рассказать о них интересно и увлекательно не имеют себе равных. Его видео в Интернете бьют рекорды просмотров.

Однако эта книга не только о том, что представляет собой полет в космос и жизнь на орбите. Это история человека, который мечтал о космосе с девяти лет и смог реализовать свою мечту, хотя, казалось бы, шансов на это не было никаких. Это настоящий учебник жизни для тех, у кого есть мечта и стремление ее реализовать.

Из книги вы узнаете, как выглядят жилые модули МКС, что изучают космонавты перед полетом, чем они питаются на орбите, какие навыки необходимы в космосе и почему они могут оказаться полезными в повседневной жизни на Земле.

«Очень человеческий взгляд на космос... Безвоздушное пространство безжалостно и жестоко. Впрочем, жизнь на Земле тоже нелегка. Искренняя и забавная книга мистера Хэдфилда расширяет наши представления о том, как процветать в обоих этих мирах». — The Wall Street Journal

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

### Cygnus состыковался с МКС

рузовой корабль Cygnus «Deke Slayton II», разработанный и эксплуатируемый частной компанией Orbital Sciences (OSC), 9 декабря в 11 часов 18 минут по всемирному времени пристыковался к надирному порту модуля Unity американского сегмента Международной космической станции. Стыковка была осуществлена при помощи манипулятора Canadarm2. Корабль доставил на МКС полезный груз общей массой 3200 кг - это почти на тонну больше его обычной нагрузки. За счет этого OSC частично компенсирует потери в ходе предыдущего неудачного запуска, когда 28 октября 2014 г. ракета-носитель Antares взорвалась вскоре после отрыва от стартовой позиции.  $^{1}$ 

По той же причине в этот раз для вывода «грузовика» на околоземную орбиту была использована ракета Atlas V (вариант 401) корпорации United Launch Alliance, стартовавшая с площадки SLC-41 космодрома на мысе Канаверал 6 декабря в 21:44:57 UTC. Предполагается, что этот же носитель будет использован для запуска следующего корабля Cygnus, намеченного на март 2016 г. После этого OSC собирается возобновить полеты доработанной модификации ракеты Antares.

<sup>1</sup> BΠB №11, 2014, cтр. 34



▲ Процесс стыковки грузового корабля Cygnus с модулем Unity.

Грузы, доставленные на МКС, включают в себя продукты питания, материалы для научных экспериментов, реактивный рюкзак SAFER для работы в открытом космосе, пару очков Microsoft HoloLens, а также 18 микроспутников, которые в дальнейшем должны быть запущены с борта орбитального комплекса.

#### Экипаж МКС-44 вернулся на Землю

пускаемый аппарат пилотируемого транспортного корабля «Союз ТМА-17М» с российским космонавтом Олегом Кононенко, астронавтом NASA Челлом Линдгреном (Kjell Lindgren) и представителем Японии Кимия Юи 11 декабря 2015 г. в 16 часов 18 минут по московскому времени (13:18 UTC) совершил посадку в казахстанской степи, в 121 км северо-восточнее города Жезказган. Все операции по спуску с орбиты и приземлению прошли штатно.

Экипаж «Союза ТМА-17М», стартовавшего 23 июля 2015 г. с космодрома Байконур, участвовал в работе 44/45-й длительной экспедиции на МКС, проведя за пределами земной атмосферы 142 дня. За это время члены экипажа выполнили обширную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, поддерживали работоспособность станции и осуществляли ее модернизацию, а также сопровождали стыковку с орбитальным комплексом японского грузового корабля HTV-5 «Конотори», пилотируемого корабля «Союз ТМА-18М»<sup>2</sup> и американского частного «грузовика» Cygnus CRS Orb-4.



<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №8, 2015, стр. 33



# «Союз ТМА 19-М»: первый британец в космосе

илотируемый транспортный корабль «Союз ТМА 19-М», стартовавший с космодрома Байконур 15 декабря 2015 г. в 14 часов 3 минуты по московскому времени (11:03:10 UTC), доставил на МКС участников длительной экспедиции 46/47, в том числе космонавта ESA Тимоти Пика (Timothy Nigel Peake), ставшего первым гражданином Великобритании мужского пола, который поднялся на околоземную орбиту.1

Командир корабля Юрий Маленченко — один из самых опытных российских космонавтов: еще в 1994 г. он успел побывать на станции «Мир» и уже четырежды летал на МКС. 22

<sup>1</sup> Первой представительницей Великобритании в космосе стала Хелен Шарман (Helen Sharman), в мае 1991 г. побывавшая на советской станции «Мир» декабря на околоземной орбите он встретил свой 54-й день рождения. Третий член экипажа — представитель NASA Тимоти Копра (Timothy Lennart Kopra). В его космической карьере этот полет стал вторым.<sup>2</sup>

Перелет «Союза ТМА-19М» к МКС осуществлялся по ускоренной четырехвитковой схеме. Его стыковка со станцией состоялась через шесть с половиной часов после старта (в 17:33 UTC) и производилась в ручном режиме из-за сбоя в автоматической системе управления «Курс». Тем не менее, все операции сближения и причаливания прошли без особых проблем, за исключением 10-минутной задержки. Корабль предположительно пробудет в составе орбитального комплекса до июня 2016 г.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №9, 2015, cтр. 33

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №7, 2009, стр. 20

# ЗВЕЗДНАЯ ПЫЛЬ ОЛЕГА БРЫЗГАЛОВА



 Этот участок небесной сферы площадью около квадратного градуса, расположенный в части зодиакального созвездия Овна, лежащей вблизи главной плоскости нашей Галактики. показывает, насколько «запылено» межзвездное пространство. В правой половине снимка находится голубая пылевая отражательная туманность, которая окружает яркую звезду, занесенную в каталог как Ван ден Берг 16 (vdB16). Темные туманности, не имеющие «подсвечивающих» звезд, раскинулись по всему полю зрения. Они могут скрывать только что сформировавшиеся светила и молодые протозвезды, недоступные оптическим телескопам, но видимые в инфракрасном диапазоне. Фотографирование производилось 17-18 ноября 2015 г. на обсерватории «Рожен» (Болгария). Телескоп-рефлектор А&В 10" (f/3,8), монтировка WS-180, камера QSI-583wsg. Сложено восемь 15-минутных экспозиций без фильтра и 14 снимков через голубой, зеленый и красный фильтры





Комплекс отражательных пылевых туманностей в приполярной области созвездия Цефей с неофициальным названием «Танец демонов», сфотографированный в ноябре 2015 г. на обсерватории «Рожен». Рефлектор A&B 10" (f/3.8), монтировка WS-180, камера QSI-583wsg, RGB-фильтры Baader Planetarium. Изображение является результатом компьютерного сложения 35 экспозиций: 20 без фильтра (продолжительностью 15 минут каждая) и 15 снимков, сделанных через голубой, зеленый и красный фильтры (выдержка от 300 до 450 секунд).

 Тусклая туманность, видимая на этом изображении, подсвечивается не отдельной звездой, а фоновым светом всех ближайших звезд Млечного Пути. Поэтому красноватая кайма на границе облака — это не свечение ионизированного водорода, наблюдаемое в спектральной линии  ${\sf H}\alpha$ (656,3 нм), а излучение пылевых частиц, к которым поступает больше света окрестных звезд. Фотографирование производилось в октябре-ноябре 2015 г. на обсерватории «Рожен» с помощью техники, указанной в комментарии к предыдущему снимку.



# Телескопы ОПЕЗОЛ

Виях, когда для покупателя особенно важна умеренная цена товара и, вместе с тем, не хочется в угоду цене отказываться от привычного качества, на первое место выходят торговые марки, быстро адаптирующиеся к запросам рынка. Именно такой маркой и является Отедоп — новый бренд телескопической оптики на рынке Украины.

Немецкая компания Omegon уже много лет специализируется на производстве широкого и разнообразного ассортимента продукции, учитывая новейшие разработки в области оптических приборов, представляя на рынке высококачественные телескопы, бинок-

ли и микроскопы с большим разнообразием аксессуаров.

Особое внимание TM Omegon уделяет любительской астрономии, где качество оптики зачастую решает, получит пользователь удовольствие от своего хобби или разочаруется в нем.

Качество для марки Omegon остается самым важным требованием. Стремление компании создавать качественную продукцию в соответствующих ценовых диапазонах подкреплено достаточно жестким производственным контролем. Все продукты подвергаются строгому осмотру, тестирование осуществляется в соответствии с конкретными оптическими и механическими критериями качества.

Мы предлагаем Вам ознакомиться с продукцией компании Отведоп, 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.

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

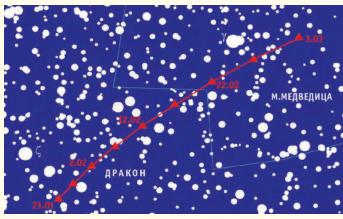
Подробные обзоры телескопов, микроскопов и биноклей Omegon, а также других торговых марок читайте в следующих номерах нашего журнала.

# Небесные события февраля

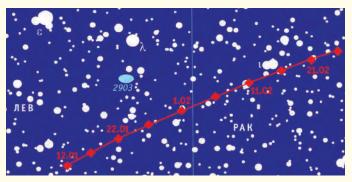
#### ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ.

Меркурий. 7 февраля самая маленькая планета достигнет наибольшей западной элонгации, удалившись на небе от Солнца на 25,5°. Тем не менее, из-за небольшого наклона эклиптики к горизонту по утрам весной в средних широтах Северного полушария, увидеть Меркурий в этом появлении будет довольно сложно. Впрочем, в середине месяца тем, кто попытается это сделать, поможет яркая Венера: на протяжении нескольких дней угловое расстояние между двумя внутренними планетами составит чуть больше 4°. Условия для их наблюдений в феврале в целом неблагоприятны.

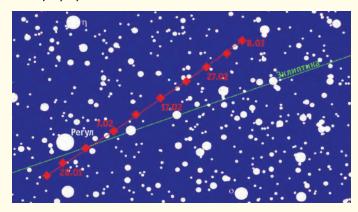
Марс, приближаясь к конфигурации противостояния, становится все ярче, на его диске можно заметить все больше деталей даже в сравнительно небольшие телескопы (с диаметром объектива от 80 мм и выше). Верхнюю кульминацию Красная планета проходит задолго до рассвета. Юпитер также «готовится» к оппозиции, которая произойдет в начале марта, поэтому условия его видимости близки к оптимальным — он восходит вскоре после наступления вечерних сумерек и кульминирует сразу после полуночи. Инструменты с апертурой 60 мм и выше покажут основные детали юпитерианского диска (две темных экваториальных облачных полосы); чтобы рассмотреть более мелкие подробности, потребуются как минимум 130-миллиметровые телескопы. Галилеевы



▲ Видимый путь кометы PanSTARRS (C/2014S2) в январе-феврале 2016 г.



▲ Видимый путь астероида Гармония (40 Harmonia) в январе-феврале 2016 г.



▲ Видимый путь астероида Астрея (5 Astraea) в январе-марте 2016 г.

спутники, как обычно, без труда видны даже в бинокли с 8-кратным увеличением.

**Сатурн** к моменту начала утренних сумерек поднимается над горизонтом уже достаточно высоко, но условия для его наблюдений сложно назвать благоприятными. Тем не менее, разворот сатурнианских колец хорошо заметен в телескопы и бинокли

с 60-миллиметровыми объективами. Вполне четко в эти инструменты виден и крупнейший спутник планеты Титан.

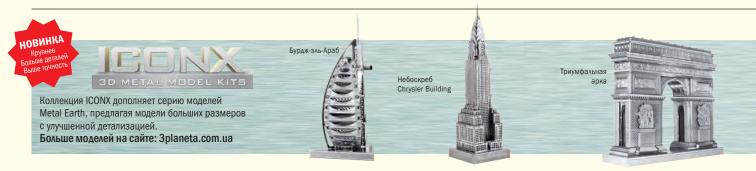
Уран, наоборот, наблюдается непродолжительное время по вечерам, сразу после наступления темноты. Какие-либо детали на его диске невозможно разглядеть даже в мощные телескопы. Нептун в начале месяца полностью скроется в сумерках, а 28 февраля вступит в соединение с Солнцем, все это время оставаясь недоступным для наблюдений.

#### ПРОТИВОСТОЯНИЯ АСТЕРОИДОВ.

100-километровая ния (40 Harmonia) - объект главного пояса со сравнительно светлой поверхностью - пройдет конфигурацию оппозиции 4 февраля, находясь примерно на среднем расстоянии от Солнца. Ее видимый блеск при этом ненамного превысит 10ю звездную величину. Намного удачнее ожидаются условия сближения с астероидом Астрея (5 Astraea), противостояние которого произойдет 15 февраля, всего через две недели после прохождения перигелия. Яркость этого небесного тела окажется выше 9-й величины. Астероид будет двигаться по созвездию Льва, западнее его самой яркой звезды Регула.

#### ВСПЫХНУВШАЯ КОМЕТА.

В конце февраля пройдет на минимальном расстоянии от Земли комета, открытая в июне 2014 г. в ходе патрулирования неба на телескопе PanSTARRS 1 обсерватории Халеакала (остров Мауи Гавайского архипелага) и получившая обозначение C/2014S2.



Это «минимальное расстояние» окажется довольно большим и почти вдвое превысит средний радиус земной орбиты. Строго говоря, и к Солнцу эта «хвостатая звезда» близко не подходила — перигелий она прошла еще 9 декабря 2015 г., сблизившись с нашим светилом до 2.1 а.е. (314 млн км). Долгое время комета была слабым объектом, недоступным небольшим любительским телескопам, но в октябре ее блеск неожиданно вырос, а в декабре ее уже активно наблюдали астрономы-любители Северного полушария, для которых она стала незаходящим объектом. В первые месяцы нового года C/2014S2 по-прежнему будет находиться сравнительно недалеко от Полярной звезды, имея при этом блеск около 9-й звездной величины (однако следует учесть, что прогнозы яркости таких «вспыхивающих» комет обычно ненадежны).

#### ОБЪЕКТЫ ДАЛЬНЕГО KOCMOCA.

В феврале около полуночи в наших широтах высоко над горизонтом поднимаются две группы галактик в созвездии Льва (сначала М95, М96 и М105. позже - М65-66. о которых упоминалось в обзоре небесных событий февраля год назад1). Однако не менее примечательно в этом плане слабое созвездие Гончих Псов, где расположена звездная система М51, у которой впервые была открыта спиральная структура, и несколько более слабых галактик, в каталоге Мессье имеющих индексы М63 (известна под названием «Подсолнух»<sup>2</sup> и предположительно принадлежит к группе М51), М94 и М106. У первой

#### **ЦИФРОВАЯ ВЕРСИЯ ЖУРНАЛА**

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



www.3planeta.com.ua



из них видимый блеск немного превышает 8-ю звездную величину, у остальных лежит в диапазоне 8,5-9<sup>m</sup>, поэтому чистом незасвеченном небе они вполне доступны инструментам с объективами диаметром 60-130 мм. Более мощные телескопы покажут некоторые подробности структуры галактических рукавов.

Шаровое звездное скопление МЗ принадлежит нашей Галактике и относится к крупнейшим из подобных объектов: оно содержит свыше полумиллиона звезд. Несмотря на огромное расстояние (около 34 тыс. световых лет), его интегральный блеск превышает

предел видимости невооруженным глазом. Скопление нетрудно найти даже в небольшой бинокль примерно на середине условной прямой между звездой а Гончих Псов и Арктуром (α Волопаса).

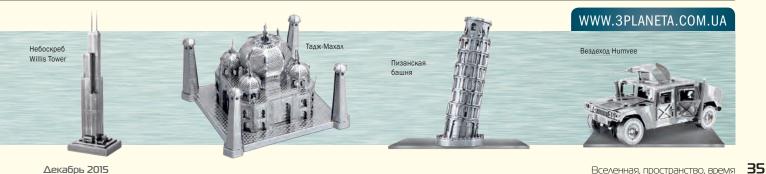
Из объектов южного полушария небесной сферы, кульминирующих в наших широтах невысоко над горизонтом, упомянуть галактику NGC 3115 в созвездии Секстанта. Она относится к классу линзовидных и удалена от нас на 32 млн световых лет. При яркости немного слабее 9-й величины для ее наблюдений требуются инструменты с апертурой более 100 мм.

#### КАЛЕНДАРЬ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ (ФЕВРАЛЬ 2016 Г.)

- 3:28 Луна в фазе последней четверти  $11^{\rm h}$  Луна (Ф=0,47) в 2° севернее Марса (0,8<sup>m</sup>)
- $10^{\rm h}$  Луна ( $\Phi$ =0,29) в 8° севернее Антареса ( $\alpha$  Скорпиона, 1,0<sup>m</sup>)  $19^{\rm h}$  Луна ( $\Phi$ =0,25) в 3° севернее Сатурна (0,5<sup>m</sup>)
- Астероид Гармония (40 Harmonia, 9,7<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,352 а.е. (202 млн км) от Земли
- $6^{h}$  Луна ( $\Phi$ =0,07) в 3° севернее Венеры (-4,0<sup>m</sup>)  $17^{\rm h}$  Луна ( $\Phi$ =0,05) в 3° севернее Меркурия (0,0<sup>m</sup>)
- 4<sup>h</sup> Меркурий (0,0<sup>m</sup>) в наибольшей западной элонгации (25°33')
- 8 14:40 Новолуние
- 10  $0^h$  Луна ( $\Phi$ =0,03) в 1° севернее Нептуна (8,0 $^m$ )
- 11  $3^h$  Луна ( $\Phi$ =0,09) в перигее (в 364357 км от центра Земли)
- 12 16<sup>h</sup> Луна (Ф=0,21) в 2° южнее Урана (5,9<sup>m</sup>)
- 13 5<sup>h</sup> Меркурий (-0,1<sup>m</sup>) в 4° восточнее Венеры (-4,0<sup>m</sup>) 19-21<sup>h</sup> Луна ( $\Phi$ =0,32) закрывает звезду  $\xi^1$  Кита (4,3<sup>m</sup>). Явление видно в Беларуси, Украине, Молдове, странах Балтии, европейской части РФ (кроме Южного Урала) Максимум блеска долгопериодической переменной звезды RR Скорпиона (5,9<sup>m</sup>)
- 15 7:45 Луна в фазе первой четверти

- Астероид Астрея (5 Astraea, 8,8<sup>m</sup>) в противостоянии, в 1,095 а.е. (164 млн км) от Земли
- Максимум блеска долгопериодической переменной R Близнецов (6,5<sup>m</sup>)
- 16 8<sup>h</sup> Луна ( $\Phi$ =0,62) в 1° южнее Альдебарана ( $\alpha$  Тельца, 0,8<sup>m</sup>) Максимум блеска долгопериодической переменной R Кассиопеи (6,2<sup>m</sup>)
- 22 12<sup>h</sup> Луна (Ф=1,00) в 3° южнее Регула (α Льва, 1,3<sup>m</sup>) 18:20 Полнолуние
- $3^h$  Луна ( $\Phi$ =0,98) в 2° южнее Юпитера (-2,4<sup>m</sup>)
- 26 22<sup>h</sup> Луна ( $\Phi$ =0,85) в 4° севернее Спики ( $\alpha$  Девы, 1,0<sup>m</sup>) Комета PanSTARRS (C/2014S2 PanSTARRS, 9<sup>m</sup>) в 1,829 а.е. (274 млн км) от Земли
- 27  $3^h$  Луна ( $\Phi$ =0,84) в апогее (в 405382 км от центра Земли)  $20-22^h$  Луна ( $\Phi=0.77$ ) закрывает звезду к Девы ( $4.2^m$ ) для наблюдателей Восточного Казахстана и азиатской части РФ (кроме Западной Сибири и севера Дальнего Востока)
- 28 16<sup>h</sup> Нептун в верхнем соединении, в 1° южнее Солнца
- 19<sup>h</sup> Луна (Ф=0,61) в 3° севернее Марса (0,3<sup>m</sup>)

Время всемирное (UT)



<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> BΠB №12, 2014, стр. 36

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> BΠB №10, 2015, cтр. 17

#### **ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ**



36 Вселенная, пространство, время www.universemagazine.com



# ПОЗНАЕМ ОКРУЖАЮЩИЙ МИР

рамках научно-просветительского проекта «Вселенная. пространство, время» и международной программы UNAWE (About Universe Awareness — «Знакомство со Вселеной») 9 октября во Львове для учащихся специализированной школы №45 редакцией журнала «Вселенная, пространство, время» и сотрудниками магазина «Третья планета» была организована выездная лекция, посвященная знакомству со звездным небом. Проводить ее помогали львовские астрономы-любители. Мероприятие вызвало большой интерес — его посетило более трехсот учеников и их родителей. Огромное впечатление на присутствующих произвела экскурсия по ночному небу и последующие наблюдения небесных объектов в телескопы.

7 декабря 2015 г. во Львове заведующим секцией проекта, основателем и руководителем киевского Музея Фантастики и Космонавтики.

коллекционером Юрием Шевелой были проведены три мероприятия: познавательный мастер-класс «Космический амулет наших предков» в школе №45 и две лекции на тему «Животные в космосе» — в Институте геодезии Национального университета «Львовская Политехника» и спортивно-туристическом клубе «Манівці».

Мастер-класс проводился для младших школьников. Дети с интересом слушали рассказ про древнюю историю нашей планеты и ее связь с космосом, об океане Тетис и его обитателях. Не так уж и просто представить, что на месте большей части Европы когда-то был океан. Повествование сопровождалось демонстрацией окаменелостей - отпечатков аммонитов, зубов доисторических акул, окаменевших фрагментов древесины, ростров белемнитов.

Одно дело — узнавать древнюю историю Земли по учебникам, и совсем другое — самому прикоснуться к остаткам существ, которым более 65 млн лет. На заре человечества рождалось множество легенд об окружающем нас мире. Древние люди, так же, как и мы, находили окаменелости причудливых форм на берегах рек и в толще отвесных прибрежных утесов. Они наделяли эти находки магической силой, верили в их лечебные свойства и делали из них амулеты. В ходе занятия дети освоили процесс их изготовления с использованием самых простых приспособлений. Все участники мастер-класса ушли со своими амулетами, сделанными собственноручно.

Лекция «Животные в космосе» оказалась интересной и взрослым и детям. Большинство людей знает клички двух собак, побывавших в космосе — Белка и Стрелка. Немногие вспомнят, что первой в космос полетела собака Лайка. Но она, к сожалению, живой на Землю не вернулась...

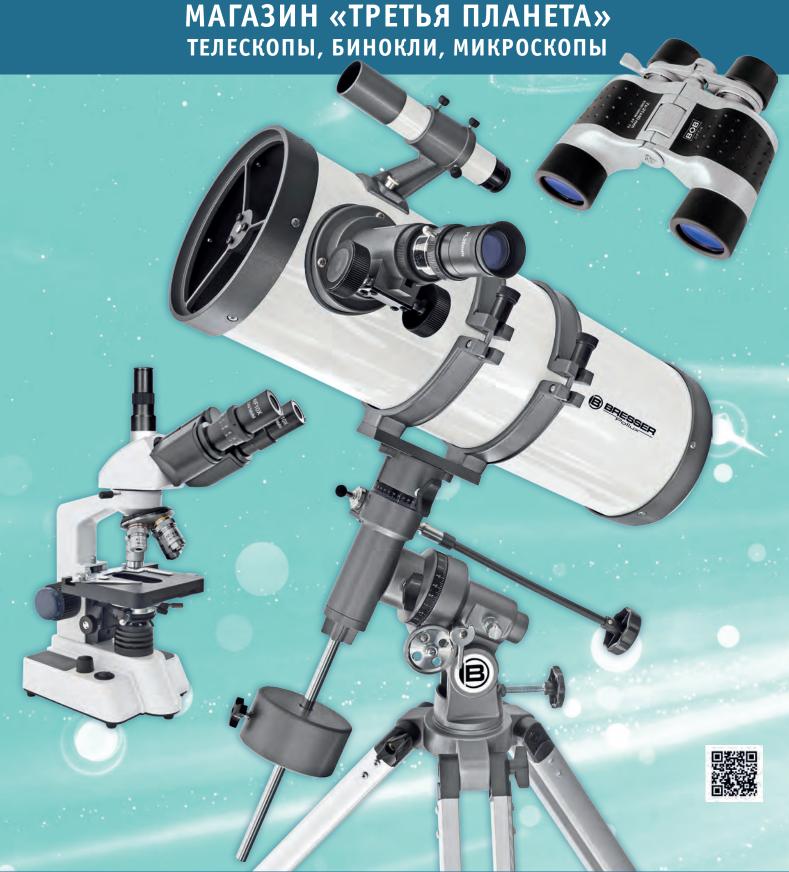


Однако и до, и после упомянутых первопроходцев на границу космоса и околоземные орбиты поднимались другие собаки (и не только собаки), прокладывая путь человеку. Дорога к звездам была нелегкой, как и любая дорога в неведомое. Она была полна проб и ошибок, где ценой оплошности нередко становилась жизнь. И часто своими жизнями жертвовали «братья наши меньшие». Мы не должны их забывать.

Как студенты и преподаватели «Львовской политехники», так и молодежь, посещающая спортивно-туристический клуб, восприняли лекцию с большим воодушевлением. История космонавтики интересует многих, особенно ее малоизвестные эпизоды. Даже те, кто уже хорошо разбирается в затронутой теме, желает знать еще больше. И это неудивительно: чем глубже мы познаем окружающий мир - тем лучше понимаем, сколько в нем еще неизведанного.



38 Вселенная, пространство, время www.universemagazine.com



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



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

Оптическая система: рефлектор Ньютона

Максимальное полезное увеличение, крат: 300 Минимальное полезное увеличение, крат: 21 Проницающая способность, зв.вел.: 13,40 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 2х