ВПВ
№12 (102) 2012

ВСЕЛЕННАЯ
пространство ✦ время

Научно-популярный журнал

Туманные тайны Титана

"Кактус" для мягкой посадки

К 45-летию создания ЦНИИ РТК

Аппараты GRAIL упали на Луну

ASG
AUTO STANDARD GROUP

4 820094 000 01 00102

ВСЕЛЕННАЯ ПРОСТРАНСТВО + ВРЕМЯ №12 2012

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Совсем недавно мы с вами благополучно пережили очередной "конец света", ставший в итоге лишь поводом для застолий и анекдотов. На этом фоне как-то затерялась 9-я годовщина выхода в свет первого номера журнала "Вселенная, пространство, время". В современном информатизированном мире это уже довольно солидный возраст (особенно для "бумажного" издания), и редакционный коллектив, согласитесь, вправе считать это лишним доказательством вашего уважения к нам и интереса к нашим материалам, за что мы вам, конечно же, глубоко благодарны.

Поздравляем вас с наступающим 2013 годом и желаем, чтобы он стал годом новых достижений — как на нелегком пути познания окружающего мира, так и на жизненном пути каждого из вас. Оставайтесь с нами!

Редакция

ПРИГЛАШАЕМ ВСЕХ ЖЕЛАЮЩИХ

КЛУБ "ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ"

11 января состоится собрание Научно-просветительского клуба "Вселенная, пространство, время".
Место и время проведения: Киевский Дом ученых НАНУ, 18:30, Белая гостиная.
Адрес: ул.Владимирская, 45-а, ст. метро "Золотые ворота". Тел. для справок: 050 960 46 94.

На собрании будет представлен доклад

"Невидимые составляющие нашей Вселенной — темная материя и темная энергия: вызов физике XXI столетия"

Решение "нерешаемых" проблем физики в рамках классической механики, термодинамики, теории электромагнитного поля в первой половине XX столетия привело к созданию теории относительности, квантовой механики, ядерной физики и физики элементарных частиц, составляющих основу современной научной картины мира. Однако, решив старые и уже забытые проблемы, физики столкнулись с новыми, еще более сложными вызовами, связанными с установлением физической природы скрытых составляющих нашей Вселенной: темной материи и темной энергии. Это в одинаковой степени важно для построения как единой теории фундаментальных взаимодействий и частиц, так и теории строения и эволюции Вселенной. Оказавшись в числе наиболее горячих тем ведущих научных журналов мира, "темная проблема" имеет все шансы стать ключевой для физики и космологии нового века.
В докладе пойдет речь об истории открытия темной материи и темной энергии, современных представлениях о них и методах их изучения, о прошлом и будущем нашей Вселенной.
Докладчик: доктор физико-математических наук, директор Астрономической обсерватории Львовского национального университета имени Ивана Франко **Богдан Степанович Новосядлый.**

После выступления можно будет задать любые вопросы и обсудить затронутую тематику.

РЕДАКЦИЯ РАССЫЛАЕТ ВСЕ ИЗДАННЫЕ НОМЕРА ЖУРНАЛА ПОЧТОЙ

Заказ на журналы можно оформить:
– по телефонам:
В Украине: (067) 501-21-61, (050) 960-46-94.
В России: (495) 544-71-57, (499) 252-33-15
– на сайте universemagazine.net,
– письмом на адрес киевской или московской редакции.
При размещении заказа необходимо указать:

- номера журналов, которые вы хотите получить (обязательно указать год издания),
- их количество,
- фамилию, имя и отчество, точный адрес и почтовый индекс,
- e-mail или номер телефона, по которому с Вами в случае необходимости можно связаться.

Журналы рассылаются без предоплаты наложенным платежом. Оплата производится при получении журналов в почтовом отделении. Общая стоимость заказа будет состоять из суммарной стоимости журналов по указанным ценам **и платы за почтовые услуги.** Информацию о наличии ретрономеров можно получить в киевской и московской редакциях по указанным выше телефонам.

Цены на журналы без учета стоимости пересылки:

	в Украине	в России
2003-2004 гг.	2 грн.	30 руб.
2005	4 грн.	30 руб.
2006	5 грн.	40 руб.
2007	5 грн.	50 руб.
2008	6 грн.	60 руб.
2009	8 грн.	70 руб.
2010	8 грн.	70 руб.
с №3 2010	10 грн.	70 руб.

БИБЛИОТЕКА ЖУРНАЛА "ВСЕЛЕННАЯ, ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ"



Формат 210x145 мм.
Мягкий переплет, 64 стр. с илл.
Цена — 30 грн.

КОСМИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТИВ
Рассекреченные, малоизвестные и трагические страницы истории космонавтики
Сборник статей

Дорога человечества к звездам не состояла из одних успехов. Покорители космоса познали и горечь неудач — правда, о них средства массовой информации упоминали намного реже, а некоторые подробности, в свое время надежно укрытые под грифом «Совершенно секретно», стали известны широкой публике сравнительно недавно.

ЦЕНА МЕЧТЫ
Сборник рассказов

Научная фантастика продолжает оставаться одним из наиболее популярных литературных жанров. Даже не пытаясь сопротивляться предпочтениям наших читателей, редакционный коллектив «Вселенной…» принял решение собрать под одной обложкой часть рассказов, публиковавшихся в журнале. Надеемся, что это не последний подобный сборник, и читатели еще не раз будут иметь возможность освежить в памяти наши страницы, а также ознакомиться с произведениями, по тем или иным причинам не опубликованными в журнальном варианте.

ЖИЗНЬ ВО ВСЕЛЕННОЙ
Где искать и как найти
Сборник статей

Сборник статей посвящен теме жизни во Вселенной. Жизнь на нашей планете многообразна в своих проявлениях. Она существует в самых экстремальных условиях. Она весьма «живуча» — все авторы представленных статей не сомневаются что она может существовать в безграничном космосе, на планетах вокруг звезд, на их спутниках, и наверняка — на уровне микромира… Только как ее найти и идентифицировать? В представленных статьях содержится больше вопросов, чем дается ответов. Но таковы пути познания…

Книги библиотеки журнала «Вселенная, пространство, время» представляют собой тематические сборники, составленные на основе статей, увидевших свет на страницах нашего периодического издания. В сборники могут быть включены также ранее не публиковавшиеся материалы и новые редакции уже напечатанных статей.

КНИГИ МОЖНО ЗАКАЗАТЬ В НАШЕЙ РЕДАКЦИИ:

В УКРАИНЕ
- по телефонам: (093) 990-47-28; (050) 960-46-94
- На сайте журнала http://wselennaya.com/
- по электронным адресам: uverce@wselennaya.com; uverce@gmail.com;
- в Интернет-магазине http://astrospace.com.ua/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции: 02097, г. Киев, ул. Милославская, 31-б, к.53.

В РОССИИ
- по телефонам: (499) 253-79-98; (495) 544-71-57
- по электронному адресу: elena@astrofest.ru
- в Интернет-магазинах http://www.sky-watcher.ru/shop/ в разделе «Книги, журналы, сопутствующие товары» http://www.telescope.ru/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции: г. Москва, М. Тишинский пер., д. 14/16

Руководитель проекта,
Главный редактор:
Гордиенко С.П., к.т.н. (киевская редакция)
Главный редактор:
Остапенко А.Ю. (московская редакция)

Заместитель главного редактора:
Манько В.А.

Редакторы:
Рогозин Д.А., Ковальчук Г.У.

Редакционный совет:

Андронов И. Л. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице--президент Украинской ассоциации любителей астрономии

Вавилова И.Б. — ученый секретарь Совета по космическим исследованиям НАН Украины, вице-президент Украинской астрономической ассоциации, кандидат ф.-м. наук

Митрахов Н.А. — Президент информационно-аналитического центра Спейс-Информ, директор информационного комитета Аэрокосмического общества Украины, к.т.н.

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

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

Черепащук А.М. — директор Государственного астрономического института им. Штернберга (ГАИШ), академик РАН

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

Гордиенко А.С. — Президент группы компаний "AutoStandardGroup"

Дизайн: Гордиенко С.П., Богуславец В.П.

Компьютерная верстка: Богуславец В.П.

Художник: Попов В.С.

Отдел распространения: Крюков В.В.

Адреса редакции:
02152, г. Киев,
ул. Днепровская набережная, 1-А, оф.146.
тел.: (044) 295-02-77
тел./факс: (044) 295-00-22
e-mail: uverce@gmail.com
uverce@ukr.net

сайт: universemagazine.com

Распространяется по Украине
и в странах СНГ
В рознице цена свободная

Подписные индексы
Украина — 91147
Россия —
12908 — в каталоге "Пресса России"
24524 — в каталоге "Почта России"

Учредитель и издатель
ЧП "Третья планета"

© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время — №12 декабрь 2012

Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.
Тираж 8000 экз.

Ответственность за достоверность фактов в публикуемых материалах несут авторы статей
Ответственность за достоверность информации в рекламе несут рекламодатели
Перепечатка или иное использование материалов допускается только с письменного согласия редакции.
При цитировании ссылка на журнал обязательна.

Формат — 60x90/8
Отпечатано в типографии
ООО "Слон", Киев, ул. Бориспольская, 15.
т. (044) 592-35-06

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

Издается при поддержке Международного Евразийского астрономического общества, Украинской астрономической ассоциации, Национальной академии наук Украины, Государственного космического агентства Украины, Информационно-аналитического центра "Спейс-Информ", Аэрокосмического общества Украины



Mike Malaska 2010

СОДЕРЖАНИЕ

№12 (102) 2012

Солнечная система

Туманные тайны Титана 4
Анатолий Видьмаченко, Владимир Манько, Сергей Гордиенко
- *Атмосфера и облака*
- *Поверхность и недра*
- *В поисках основы жизни*

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

На Весте найдены странные овраги 17

Ледяное прошлое Марса в горах Нереиды 18

"Близнец" Curiosity полетит на Марс в 2020 г. 19

Новые ударные кратеры на Марсе 19

На Марсе найден обломок речного дна 20

Аппараты GRAIL упали на Луну 22

Китайский зонд впервые сблизился с астероидом 24

Вселенная

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Телескоп NuSTAR зарегистрировал вспышку в центре Галактики 25

Hubble разглядел следы столкновения галактик 26

Космический телескоп Spitzer увидел свет одиноких звезд 27

История космонавтики

"Кактус" для мягкой посадки 28
К 45-летию создания ЦНИИ РТК
Александр Железняков

Космонавтика

ИНФОРМАЦИЯ, СООБЩЕНИЯ

Беспилотный шаттл отправился в третий полет 33

Следующий полет "Дракона" отложен на месяц 33

Северная Корея вступила в "космический клуб" 34

Любительская астрономия

Небесные события февраля 35

Галерея любительской астрофотографии 38

Фантастика

Поймать удачу 39
Майк Гелприн

Книги 42





Туманные тайны Титана

NASA/JPL

Анатолий Видьмаченко
доктор физ.-мат. наук, заведующий отделом физики тел Солнечной системы Главной астрономической обсерватории НАН Украины, г. Киев

Владимир Манько
Сергей Гордиенко
журнал «Вселенная, пространство, время»

Титан — крупнейший спутник Сатурна, второй по размеру спутник планеты Солнечной системы (после юпитерианской луны Ганимеда[1]) и один из двух, диаметр которого превышает диаметр самой маленькой «большой» планеты — Меркурия.[2] Правда, его масса почти в два с половиной раза меньше, поскольку, в отличие от каменистого Меркурия с железным ядром, Титан состоит в основном из водяного льда, а его сравнительно небольшое ядро — по-видимому, из силикатных пород.

Честь открытия Титана принадлежит голландцу Христиану Гюйгенсу (Christiaan Huygens), который в 1655 г. увидел его в свой «воздушный телескоп», сконструированный из однолинзового объектива, закрепленного на свободно вращающемся рычаге, и окуляра, привязанного к этому рычагу длинным шнуром. 50-кратного увеличения оказалось достаточно, чтобы рассмотреть диск Сатурна, его кольца и слабую звездочку, «сопровождавшую» планету в ее движении по небу. Спутник стал 13-м известным науке телом Солнечной системы (считая собственно Солнце). Как ни странно, на протяжении почти двух столетий он оставался безымянным. Только в 1847 г. Джон Гершель (John Herschel) — сын Уильяма Гершеля — предложил называть членов сатурнианской «семьи» в честь титанов из древнегреческой мифологии.

В настоящее время благодаря данным, передаваемым межпланетной станцией Cassini,[3] Титан является самым изученным спутником другой планеты. Кроме того, он пока остается единственным объектом за пределами главного пояса астероидов, на поверхность которого совершил посадку автоматический разведчик — европейский зонд Huygens.[4]

Накопление знаний о Титане в «докосмическую» эпоху происходило медленно. По наблюдениям покрытий им удаленных звезд было установлено, что спутник обладает достаточно плотной атмосферой, состоящей в основном из азота; в дальнейшем методом спектрального анализа в ней был выявлен метан (CH_4) — простейший углеводород. Кстати, в то время считалось, что Титан крупнее Ганимеда: его диаметр оценивался в 5260 км.

[1] ВПВ №3, 2005, стр. 14
[2] Диаметр Меркурия равен 4880 км, его масса составляет $3{,}302\times10^{23}$ кг — ВПВ № 5, 2004, стр. 16
[3] ВПВ №4, 2004, стр. 24; №4, 2008, стр. 14
[4] ВПВ №2, 2005, стр. 2; №3, 2005, стр. 20



Титан — самый большой спутник Сатурна, единственный спутник с плотной атмосферой и одно из двух тел Солнечной системы (считая нашу Землю), достоверно имеющее и твердую, и жидкую поверхность.

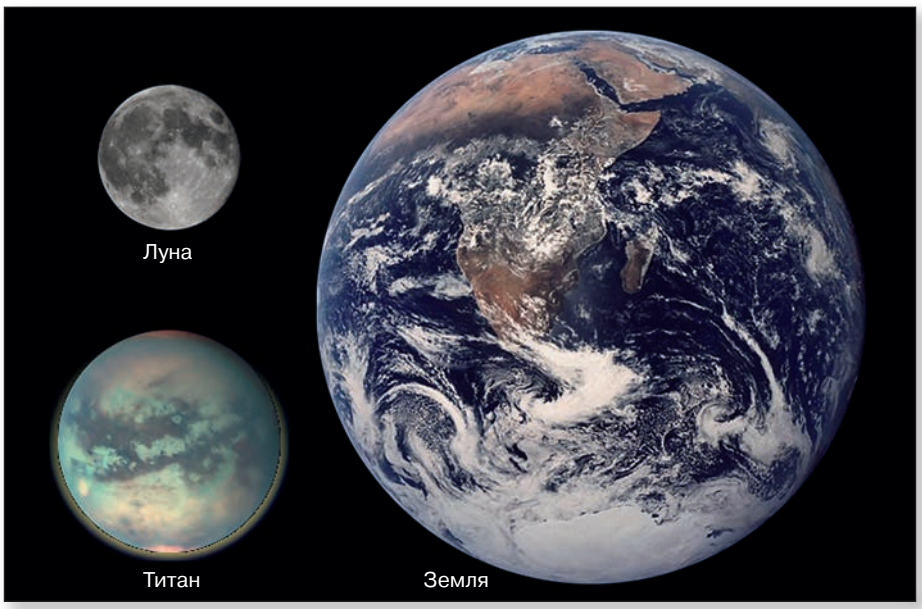
Основываясь на данных радарного зондирования, полученных КА Cassini, художник Майкл Кэрролл (Michael Carroll) изобразил короткий, но мощный ливень жидкого метана, выпавший в горах в районе Дуги Хотея (Hotei Arcus). Эта местность находится на границе между широкой долиной и горным массивом, простирающимся к югу и востоку. Вытянутые структуры, хорошо отражающие излучение радара и поэтому выглядящие яркими, скорее всего, являются высохшими руслами, которые во время ливня были заполнены текущей жидкостью. В долине русла заканчиваются возле дольчатой формации, возможно, представляющей собой нагромождение льда, возникшее в ходе извержения криовулкана. Не исключено, что такие извержения насыщают титанианскую атмосферу метаном, содержащимся в недрах спутника. Примерные координаты центра изображения — 28° южной широты, 78° западной долготы.

К сожалению, рассмотреть детали титанианского диска на огромном расстоянии с помощью наземных телескопов не представлялось возможным. К тому же быстро выяснилось, что они скрыты от наблюдателей густой атмосферной дымкой оранжевого цвета. Именно она и стала причиной первоначальных завышенных оценок размера небесного тела: астрономы измеряли диаметр не твердой поверхности, а плотного внешнего аэрозольного слоя. Состав красно-оранжевого «тумана» длительное время оставался неизвестным, но в 90-е годы прошлого века нечто подобное удалось синтезировать в лабораторных условиях. В экспериментальной установке смесь азота с метаном активировали электрическими разрядами, после чего на стенках сосуда появилась коричневая пленка с такими же отражательными свойствами, как у «оранжевых облаков» Титана. Она была названа «толин» (от греческого θολός — «нечистый»). Ее основными компонентами являются углеводороды со сложными молекулами, содержащими несколько двойных связей. Судя по всему, на Титане она образуется в результате фотохимических реакций под действием ультрафиолетового излучения Солнца.

Как и в случае практически всех планет Солнечной системы, новый этап исследований Сатурна и его лун наступил после появления возможности запуска автоматических межпланетных станций. Первой такой станцией, сфотографировавшей Титан со сравнительно небольшого расстояния, стал американский космический аппарат Pioneer 11.[5] Правда, детальных исследований спутника он не производил. Более продуктивным оказался Voyager 1, пролетевший в 4 тыс. км от поверхности Титана и выполнивший наблюдения затмения им Солнца в видимом и ультрафиолетовом диапазонах, а также эксперименты по радиопросвечиванию титанианской атмосферы, которые, совместно с данными об уровне теплового излучения, позволили построить ее температурный профиль. Оказалось, что у поверхности она «нагрета» примерно до 90 K (–183°C), на высоте около 45 км — до 70 K, а далее начинается рост температуры: вначале медленный (до ~140 K на высоте 90 км), затем — достаточно быстрый. При этом в верхних слоях атмосферы температура вечернего лимба равна 176±20 K, утреннего — 196±20 K.

Однако детали поверхности попрежнему оставались недоступными для изучения. «Подобраться» к ним смог только космический телескоп Hubble.[6] С помощью его планетной камеры широкого поля (WideField/

[5] ВПВ №3, 2006, стр. 27
[6] ВПВ №10, 2008, стр. 4



Сравнительные размеры Земли, Луны и Титана.

Planetary Camera 2) в октябре 1994 г. астрономы произвели фотографирование Титана в ближнем инфракрасном диапазоне — на длинах волн от 0,85 до 1,05 мкм. В результате вблизи экватора и в средних широтах, где прозрачность дымки для этого диапазона оказалась достаточно высока, были обнаружены протяженные области с заметно отличающейся отражательной способностью. Подтвердилось предположение о том, что период вращения спутника вокруг оси равен его орбитальному периоду, то есть он постоянно повернут к Сатурну одной стороной.

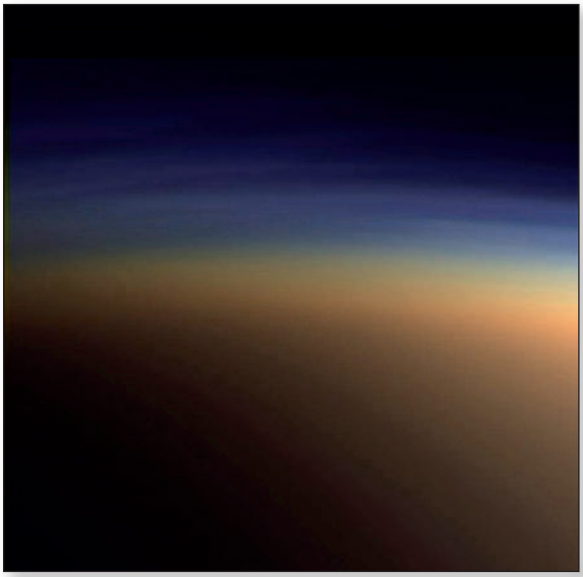
В октябре 1995 г. наблюдения Титана средствами внеатмосферной астрономии продолжились. Удалось получить более детальные снимки его поверхности, в инфракрасных спектрах были найдены линии поглощения, характерные для ацетилена C_2H_2, этилена C_2H_4, этана C_2H_6, синильной кислоты HCN, а также, возможно, пропана C_3H_8 и метилацетилена C_3H_4. Hubble зарегистрировал небольшие короткопериодические изменения блеска спутника (их причина до сих пор неясна) и измерил отражательную способность различных его регионов. Оказалось, что северная полярная область имеет более высокую яркость на длине волны 350 нм, южная — на 900 нм, а в диапазоне 600-700 нм их яркость примерно одинакова.

Наконец, с лета 2004 г. Титан находится «под постоянным наблюдением» европейско-американского аппарата Cassini, при каждом пролете производящего радиолокацию поверхности спутника и определение характеристик его газовой оболочки, которая является, безусловно, самой интересной его особенностью, делающей его уникальным в своей категории.

Атмосфера и облака

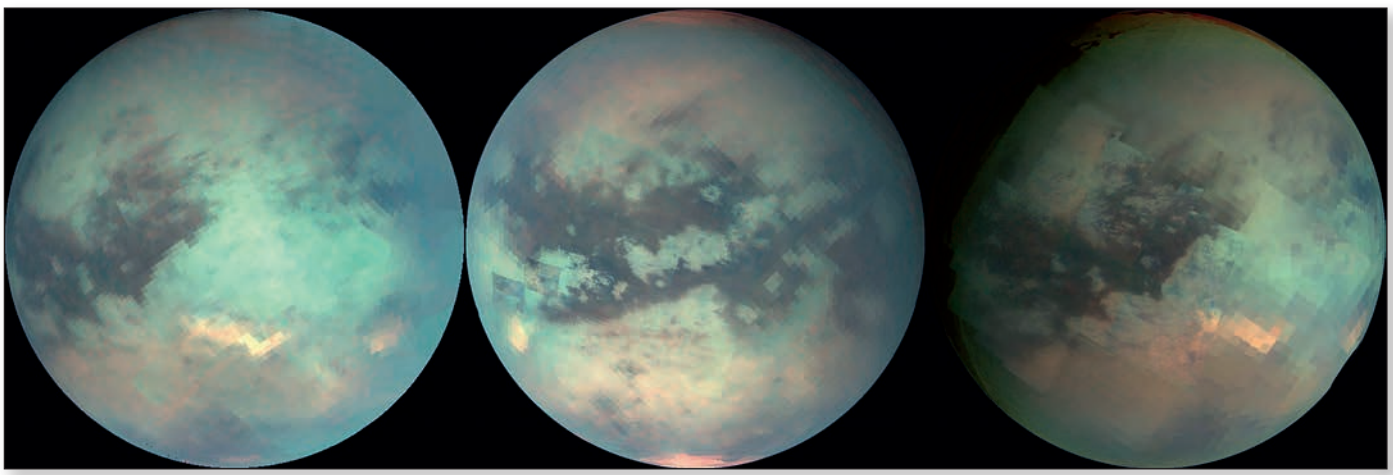
Благодаря анализу изображений, полученных первым искусственным спутником Сатурна, ученые убедились в том, что, кроме почти равномерно распределенной над поверхностью Титана оранжевой дымки, в его атмосфере имеются облака, состоящие, по-видимому, из мелких кристаллов замерзшего метана и этана. В частности, в районе южного полюса они находятся на высоте более 15 км.

Зонд Huygens, более двух часов опускавшийся на парашютах после завершения аэродинамического торможения (которое, в свою очередь, началось на высоте 1270 км), все это время проводил эксперименты по изучению атмосферы. В результате было установлено, что в ее верхних слоях концентрация азота равна 98,4%, а метана — 1,6%, причем доля последнего вблизи поверхности возрастает до 5%. В незначительных количествах обнаружены более сложные углеводороды (этан, пропан, ацетилен), а также инертные газы (аргон, гелий), моноксид и диоксид углерода, дициан и цианоацетилен. На стадии спуска был зарегистрирован толстый слой аэрозольных частиц на высоте от 23 до 25 км. Косвенно о его наличии свидетельствует то, что детали поверхности стали четко различимы лишь после того, как Huygens снизился до 18 км. Температура в начале спуска составляла 70,5 K (–202,65°C), на по-



Слоистая структура атмосферы Титана в натуральных цветах.

Три мозаичных изображения, составленных по результатам съемки космического аппарата Cassini в видимом и инфракрасном диапазонах во время пролетов 28 октября 2005 г. (слева), 26 декабря 2005 г. (в центре) и 15 января 2006 г. (справа). Условные цвета соответствуют длинам волн: 1,6 мкм — голубой, 2,01 мкм — зеленый, 5 мкм — красный.
Во время декабрьского пролета Cassini «увидел» полушарие Титана, противоположное тому, которое было повернуто к нему в октябре и январе. Хорошо заметно наличие необычно яркой облачной системы в южной полярной области, проявившейся в декабре 2005 г., но отсутствовавшей перед этим и вскоре пропавшей, что свидетельствует о высокой атмосферной динамике в этом регионе. Дымка над северным полюсом на длине волны 5 мкм в декабре также была заметно ярче. На октябрьских и январских изображениях заметна другая яркая деталь — область Туи (Tui Reggio), расположенная немного южнее экватора и получившая прозвище «шеврон». По многим признакам это слой инея, состоящего из водяного льда (возможно, с примесью углекислого газа), который сконденсировался из продуктов криовулканического извержения.



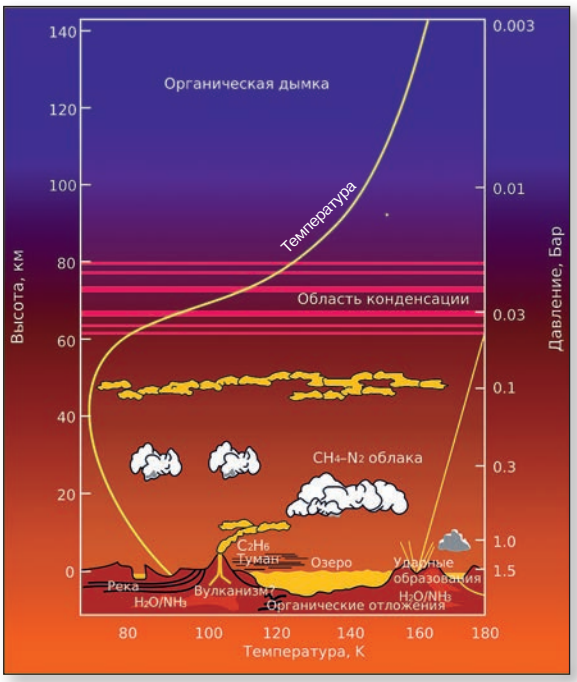
NASA/JPL/University of Arizona

верхности — 93,65±0,25 K (–179,5°C) при давлении 1,467 бар.

Кроме того, был определен изотопный состав атмосферного азота. Оказалось, что соотношение $^{15}N/^{14}N$ на Титане втрое превышает наблюдаемое на Земле и вшестеро больше соответствующего показателя Юпитера (считается, что именно на этой планете изотопы сохранились практически в «первобытном» состоянии). Возможно, аномально высокое содержание тяжелого изотопа азота в титанианской газовой оболочке связано с какими-то катастрофическими процессами, имевшими место в сравнительно недалеком прошлом. Неожиданностью стало обнаружение изотопа аргона с атомной массой 40. Его наличие может свидетельствовать об активности криовулканов, извергающих смесь водяного льда и жидкого аммиака из недр спутника.

Температурный минимум (тропопауза) в атмосфере Титана находится на высоте около 44 км при температуре 70 K и давлении 0,11 бар. Выше расположена стратосфера — область, где температура растет с высотой. На отметке 250 км она достигает 186 K, а дальше опять начинает падать (до 140 K на высоте 1500 км над поверхностью). Солнечный ветер, заряженные частицы магнитосферы Сатурна и космические лучи ионизируют титанианскую атмосферу, образуя ионосферу. По данным зонда Huygens максимум ионной концентрации приходится на высоту 60 км.

При спуске направление ветра менялось дважды — в 6 км и примерно в 700 м от поверхности. Считается, что эти две отметки в атмосфере очень важны для понимания процессов ее циркуляции. По одной из моделей первый поворот обусловлен разницей температур между северным и южным полушариями, второй — происходит на границе между нижней и верхней частью комплекса циркуляционных потоков, которые, двигаясь от южного полюса к северному и обратно, составляют так называемую «ячейку Хэндли» и являются основной причиной нагревания атмосферы. На телах с малой скоростью вращения вокруг оси эти ячейки могут иметь весьма значительные размеры.

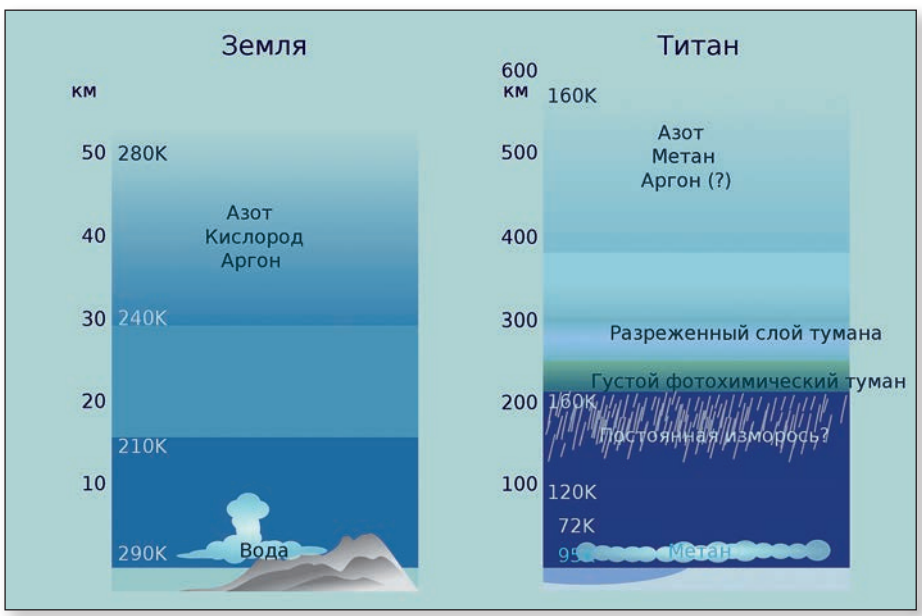


NASA/JPL

Графики, показывающие температуру, давление и другие особенности климата Титана. Дымка, содержащаяся в атмосфере, приводит к более сильному остыванию ее низких слоев, а парниковый эффект, создаваемый метаном, вызывает повышение температуры у самой поверхности.

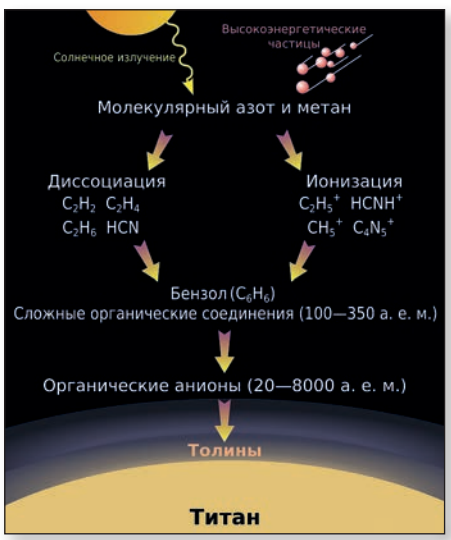
Основываясь на существующих моделях «метанооборота» на Титане, можно предположить, что облачная активность имеет сезонный характер. В каждом полушарии она продолжается примерно 25 лет, после чего на 4-5 лет наступает «затишье» (орбитальный период Сатурна длится 29,5 земных лет, и столько же занимает полный цикл смены времен года на планете и ее спутниках). И хотя модуль Huygens и КА Cassini зарегистрировали наличие метановых облаков на высотах от 25 до 30 км, а также влажных метановых облаков на высотах 15-25 км, однако их протяженность не была определена. Вероятнее всего, в настоящее время атмосфера Титана находится в постоянной циркуляции: огромные массы теплого газа движутся из южного

Схема, показывающая сравнительные особенности газовых оболочек Титана и Земли. Благодаря слабой гравитации и низкой температуре спутника титанианская атмосфера почти в 10 раз «толще» земной (давление у поверхности на Титане в ~1,5 раза больше, чем на Земле).

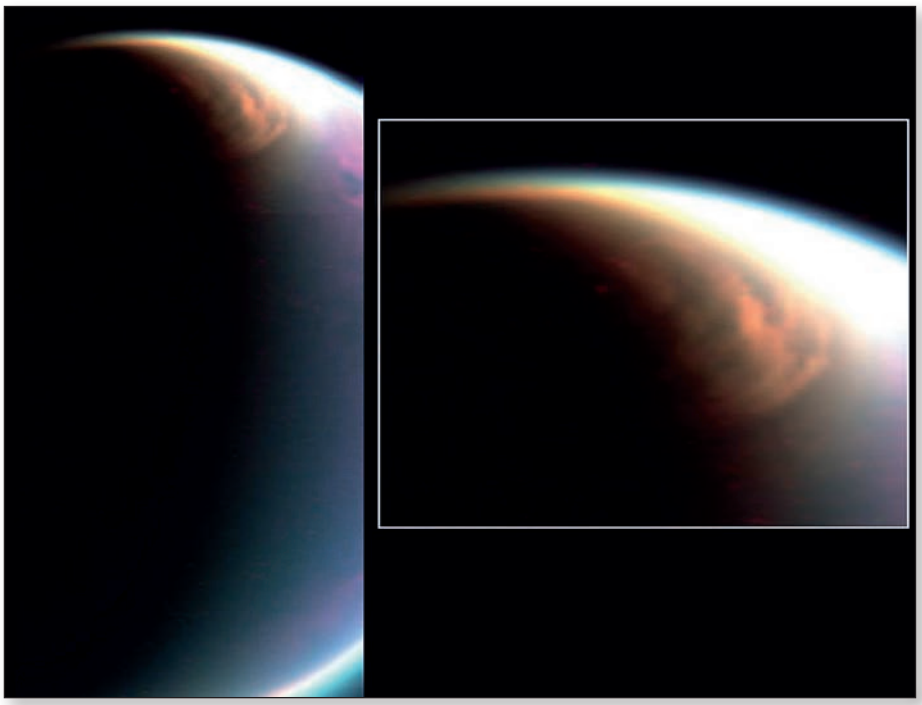


NASA/JPL

Толины — сложные органические молекулы, аналоги которых, возможно, сыграли важную роль в возникновении земной жизни — по-видимому, образуются в атмосфере Титана на значительно больших высотах, чем считалось ранее.

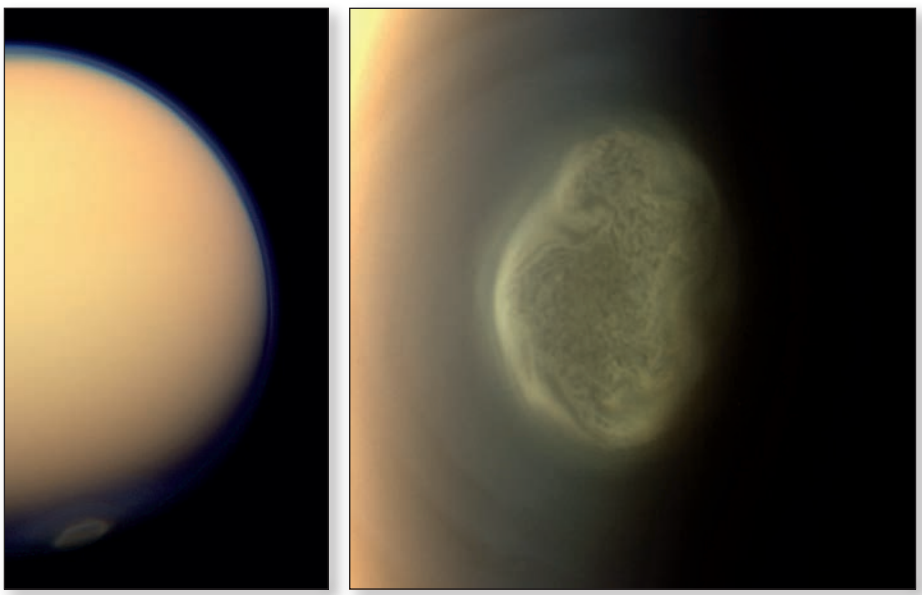


NASA/JPL



NASA/JPL/University of Arizona/LPGNantes

На этом составном изображении, полученном КА Cassini 29 декабря 2006 г. с расстояния 90 тыс. км, запечатлена обширная облачная система в окрестностях северного полюса Титана. Она простиралась до 62-го градуса широты на всех долготах, доступных наблюдениям. Ее существование предсказывалось моделями атмосферной циркуляции. Облака, возможно, являются источником жидкости, которая заполняет многочисленные озера в северном титанианском полушарии, открытые с помощью радиолокации. Цвета условные (голубой соответствует длине волны 2 мкм, зеленый — 2,7 мкм, красный — 5 мкм)



NASA/JPL-Caltech/Space Science Institute University of Arizona/LPGNantes

В ходе пролета 27 июня 2012 г. Cassini сфотографировал южный полярный вихрь Титана в близких к натуральным цветах. Собственно южный полюс расположен вблизи центра правого снимка.

Когда Cassini в 2004 г. прибыл в систему Сатурна, в северном полушарии планеты и ее спутников была зима, часть приполярных широт вообще не освещалась Солнцем. Но его лучи «доставали» до сгущений тумана в титанианской атмосфере на больших высотах. В августе 2009 г. на севере Титана наступила весна, а на юге началась осень. В настоящее время уже южная приполярная область спутника погружается во тьму. Скорее всего, с этим связано и формирование южного полярного вихря. Новые, более детальные изображения стали возможными благодаря увеличению наклона орбиты Cassini к экватору Сатурна в рамках новой миссии Solstice («Солнцестояние»). Съемка велась узкоугольной камерой с расстояния 484 тыс. км в видимом диапазоне спектра через красный, зеленый и голубой фильтр. Разрешение — около 3 км на пиксель.

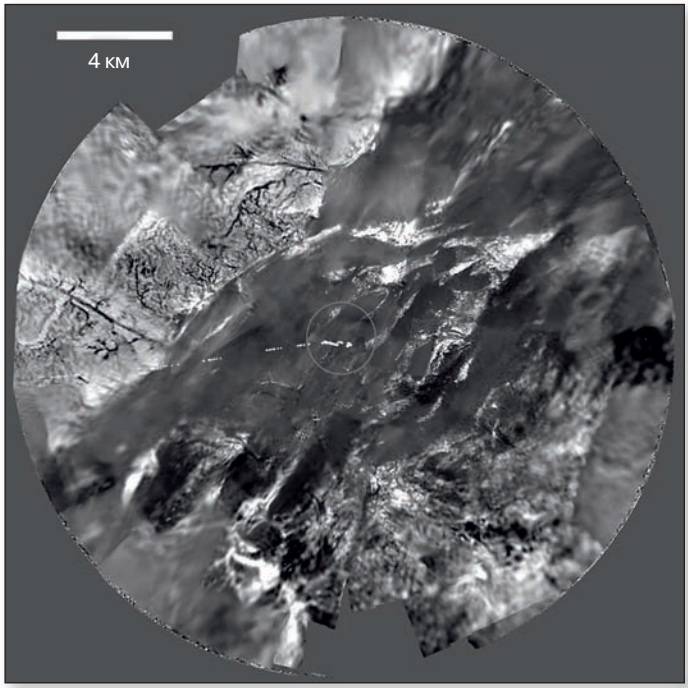
Ученые полагают, что на новых снимках видны открытые конвективные ячейки. В таких ячейках газ опускается по центру и поднимается по краям, образуя облака. Поскольку увидеть более глубокие атмосферные слои пока не удается, сложно сказать, какие механизмы приводят к их возникновению.

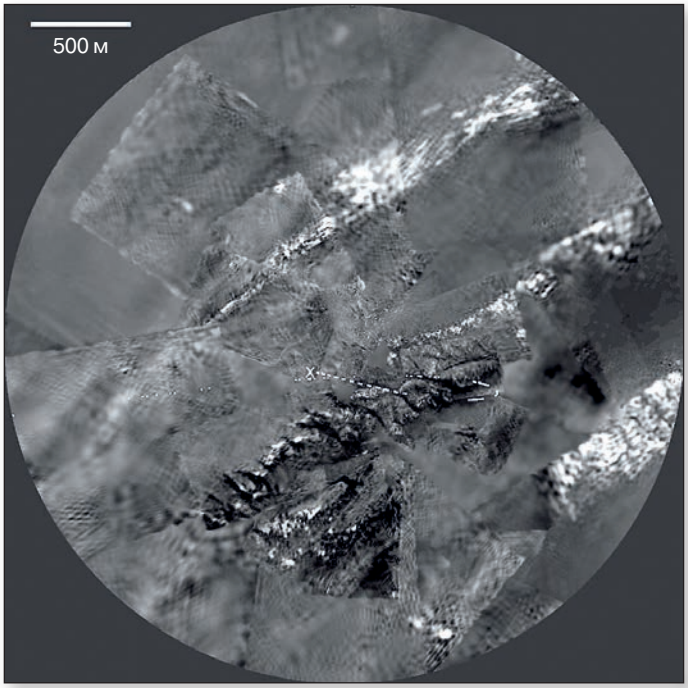
полушария к северному полюсу, возвращаясь обратно уже в приповерхностных слоях, а температура падает в направлении с юга на север (где в момент посадки зонда была зима). Отмечалась также разница в давлении между полушариями из-за различий в условиях нагрева поверхности — южное полушарие в тот момент было повернуто к Солнцу. Измерения скорости ветра при спуске зонда показали, что на высоте 120 км она составляла около 120 м/с, на отметке 60 км резко упала и в пределах последних 7 км не превышала нескольких метров в секунду, позволив модулю снижаться практически вертикально. Направление ветра у поверхности (с запада на восток) совпало с направлением вращения Титана вокруг своей оси.

Титанианские сутки почти в 16 раз длиннее земных, поэтому, при всем сходстве многих атмосферных процессов и управляющих ими механизмов, изучение «местных» особенностей и создание компьютерных моделей циркуляции показали, что система ветров на спутнике Сатурна довольно существенно отличается от наблюдаемой на Земле. Это открытие очень важно с точки зрения сравнительной планетологии, так как позволяет изучать в сравнительном аспекте совершенно другую климатическую систему.

Метановые облака в тропосфере Титана очень динамичны: они возникают буквально за полчаса в результате подъема атмосферных масс до тропопаузы, проливаются дождем и затем рассеиваются в течение следующего часа. Иногда появляются облака из этанового снега — например, одно такое облако наблюдалось зимой в северном полушарии между 51-й и 68-й широтой на всех видимых долготах.

Вопрос о том, каким образом у Титана, масса которого даже меньше, чем у юпитерианского спутника Ганимеда (при том, что последний имеет лишь следы газовой оболочки), сохранилась столь мощная атмосфера, пока не имеет однозначного ответа. Частично этот факт объясняется его более низкой температурой — кинетическая энергия большинства атомов и молекул атмосферных газов оказывается недостаточной для преодоления слабой гравитации. Однако их «утечка» все равно происходит в заметных объемах, в первую очередь

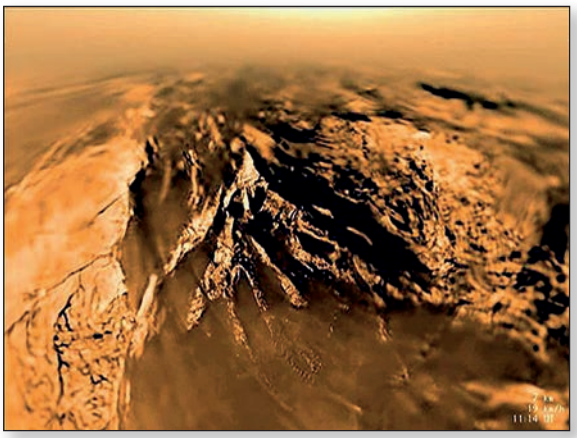




ESA/NASA/JPL/University of Arizona

ESA/NASA/JPL/University of Arizona

Изображения поверхности Титана, полученные прибором Descent Imager/ Spectral Radiometer с борта посадочного модуля Huygens во время спуска в атмосфере 14 января 2005 г.



ESA/NASA/JPL/University of Arizona

из-за взаимодействия атмосферы с магнитосферой Сатурна, проявляющейся в виде газового облака шириной до 80 тыс. км, тянущегося вслед за Титаном вдоль его орбиты. Соответственно должен существовать и некий источник ее пополнения — либо же остается предполагать, что на самом деле она возникла не так давно. То же самое справедливо и в отношении титанианского метана: расчеты показывают, что его запасы в атмосфере спутника должны были бы под действием ультрафиолетового излучения Солнца распасться на водород и нелетучие соединения в течение всего лишь 10 млн. лет.

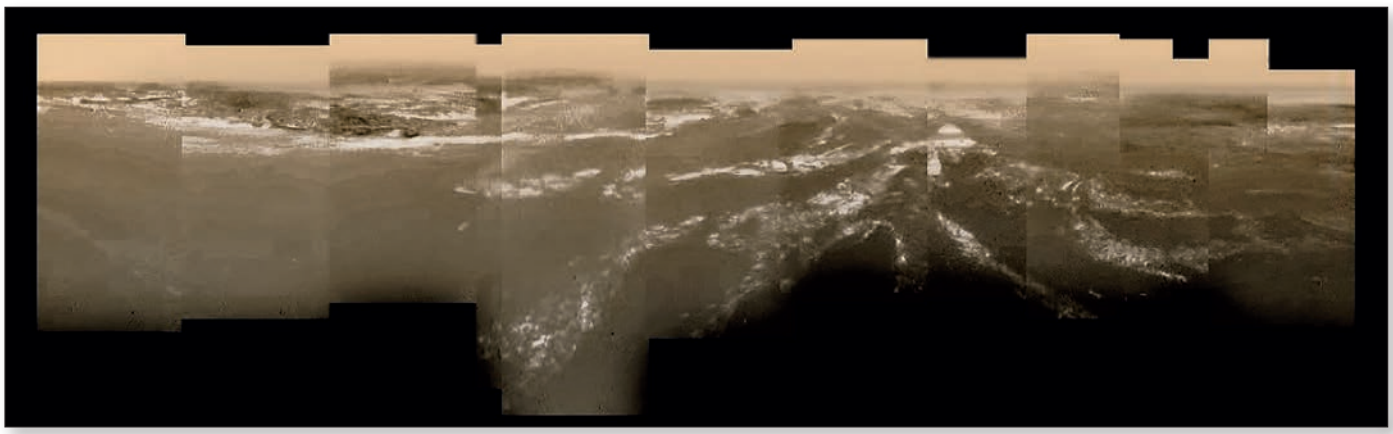
Поверхность и недра

Кроме орбитального телескопа Hubble, изображения Титана в ИК-диапазоне с деталями поверхности получили в 2003 г. крупнейшие наземные телескопы — Keck на обсерватории Мауна Кеа (Гавайские острова)[7] и Очень Большой Телескоп Европейской Южной обсерватории (VLT ESO) в Чили.[8] Но больше всего информации о топографии спутника содержится на снимках, которые передает орбитальный модуль KA Cassini. На них можно разглядеть и некоторые подробности строения облаков. Кроме того, радаром Cassini было просканировано примерно 60% северного полярного региона (ограниченного 60-й широтой) и немного меньшая область вокруг южного полюса Титана.

Фотографии, полученные во время спуска зонда Huygens, охватывали небольшую часть поверхности, однако на них исследователи уви-

[7] ВПВ №4, 2007, стр. 4
[8] ВПВ №10, 2012, стр. 15

«Пробив» слой плотной дымки, аппарат Huygens, снижающийся в атмосфере Титана, сфотографировал с высоты ландшафт, внешне очень похожий на некоторые участки поверхности Земли. Правда, на его снимках не оказалось ни одного из метановых озер, открытых позже в результате радиолокации. Цвета условные.



ESA/NASA/JPL/University of Arizona



A. D. Fortes/UCL/STFC

Возможная модель внутреннего строения Титана, построенная с учетом данных зонда Cassini. Согласно этой модели недра спутника полностью дифференцированы, то есть разделены на плотное ядро и более легкие мантию и кору. Ядро состоит из смеси льда и скалистых пород, его окружает глобальный подповерхностный океан жидкой воды. В мантии выделяется слой льда высокого давления ближе к ядру и внешняя оболочка, примыкающая к водяному слою.
Аппарат Cassini условно изображен в ходе пролета сквозь верхние слои атмосферы Титана. Вверху (слева направо) — Солнце, Рея и Сатурн. Модель разработана Домиником Фортесом из Лондонского Университетского колледжа (Dominic Fortes, University College London)

дели ландшафт, удивительно напоминающий земной: холмы, долины, речные русла с многочисленными извилистыми притоками... Все признаки указывали на наличие процессов ветровой и жидкостной эрозии, аналогичных тем, которые постоянно протекают на нашей планете. Только если «у нас» водные потоки размывают силикатные породы, то на Титане в качестве твердых базовых пород выступает водяной лед, а роль «воды» играют жидкий метан и этан. Фотометрические измерения показали, что облака и «оранжевый туман» пропускают к поверхности лишь около 10% падающего на них солнечного света. Освещенность в месте посадки зонда составляла около 0,1% освещенности в солнечный полдень на Земле, примерно соответствуя ранним земным сумеркам.

На снимках Cassini, сделанных с большого расстояния, отчетливо заметны кратерообразные ударные структуры (хоть и в значительно меньшем количестве на единицу площади, чем на других спутниках Сатурна и Юпитера), горные хребты, тектонические разломы, множество непонятных темных и ярких пятен... Одна такая особенно крупная светлая область в северном полушарии получила название Ксанаду (Xanadu).[9] Поскольку она имеет плоскую поверхность, часть ученых склонна считать ее морем жидкого метана.

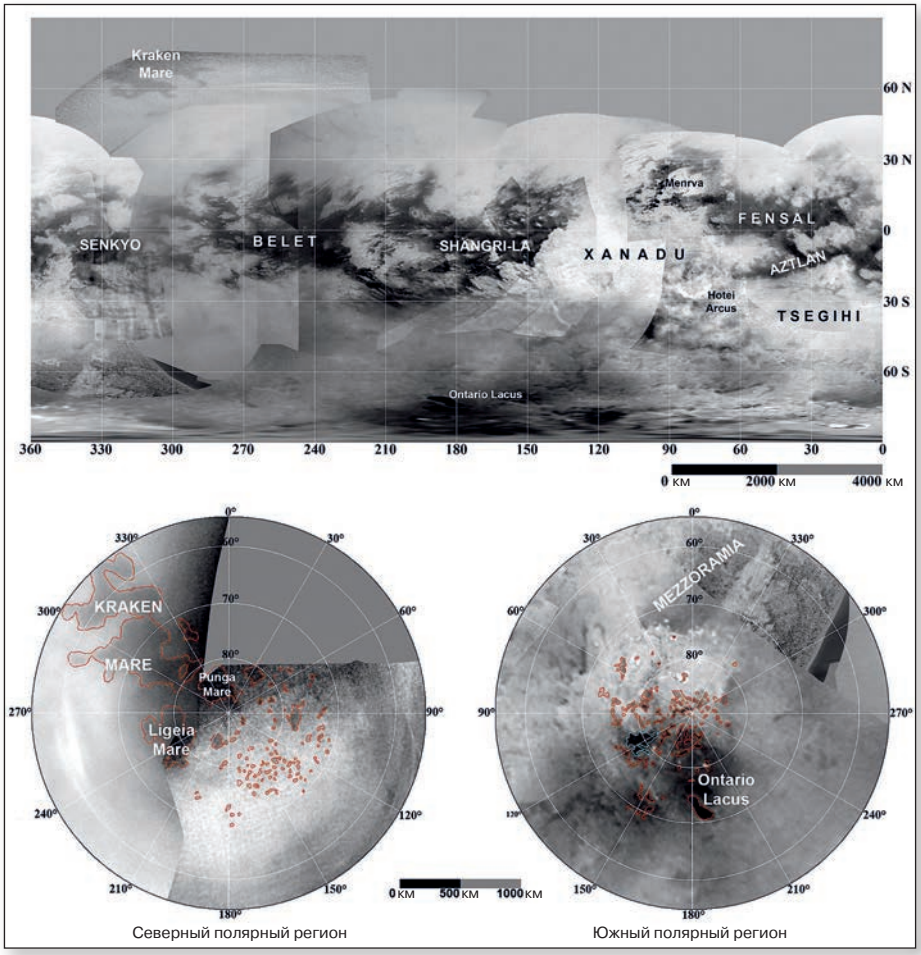
Малое число ударных кратеров сразу навело исследователей на мысль об интенсивной эрозии поверхности Титана, равно как и о постоянной тектонической активности. Свидетельством последней может быть наличие трех параллельных горных хребтов. Предполагается, что они возникли при столкновении нескольких движущихся в разные стороны участков ледяной коры спутника. В средних широтах четко просматриваются два ярких пятна. Большее из них расположено южнее экватора (Tui Reggio), максимум его яркости приходится на длину волны 5 мкм. Вероятно, оно имеет вулканическое происхождение и является результатом извержения воды или раствора углекислого газа. Тщательные исследования этого образования показали, что его западная граница за 3 месяца изменила свои очертания — видимо, благодаря «свежим» извержениям.

Темные участки на изображениях, полученных в ходе радиолокации Титана, по аналогии с Луной были названы «морями», но прошло еще некоторое время, прежде чем удалось однозначно доказать, что они действительно представляют собой резервуары жидких углеводородов. На самом деле плохими «отражателями» радиоволн могут быть и сильно пористые породы (или, например, снежные сугробы). Поэтому окончательный ответ дала обработка данных полугодовых наблюдений с использованием инфракрасного спектрометра, согласно которым в спектрах одного из озер выявили полосы поглощения, характерные для смеси примерно 10% жидкого этана и 90% метана, хотя идентификации последнего сильно мешал метановый

Общие характеристики Титана

Дата открытия	1655 г.
Среднее расстояние от центра Сатурна	1 221 870 км
Экваториальный радиус	2576 км (0,4037 земного радиуса)
Масса	$1{,}35\times10^{23}$ кг (2,6% земной)
Плотность	1,88 г/см^3
Ускорение свободного падения на поверхности (экватор)	1,352 м/с^2
Вторая космическая скорость	2,639 км/с
Период обращения вокруг Сатурна и своей оси (длительность суток)	15,94542 земных суток
Средняя скорость орбитального движения	5,58 км/с
Эксцентриситет орбиты	0,0288
Наклон к плоскости экватора Сатурна	0,33°
Яркостная температура	94 K
Состав атмосферы	азот N_2, метан CH_4, этан C_2H_6
Давление у поверхности	1,467 бар
Среднее альбедо	0,22

[9] ВПВ № 12, 2005, стр. 28

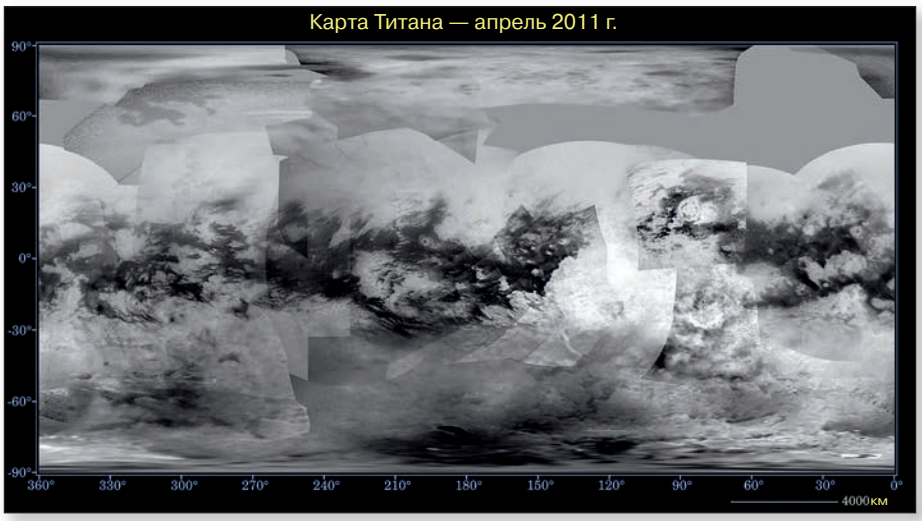


Карта поверхности Титана, составленная с учетом данных Cassini, включая детальную съемку северного полушария спутника в августе 2008 г. Эти данные предоставили исследователям весомые доказательства в пользу того, что темные участки на радарных изображениях являются озерами жидких углеводородов.
Цветные линии в приполярных областях отмечают границы участков с различным альбедо (отражательной способностью) — возможные береговые линии. Голубым цветом нанесены детали, которые заметно изменились в течение года, прошедшего между двумя наблюдательными сессиями. Верхняя карта построена в простой цилиндрической проекции. Атмосферное поглощение не позволило в полной мере отобразить приполярные регионы, отснятые позже и показанные отдельно: слева внизу — северная полярная область от +55° до +90° широты, справа внизу — южная полярная область от –55° до –90° широты. Различные снимки, использованные при синтезе изображения, имеют разрешение от нескольких метров до десятков километров на пиксель.

«туман». Извилистая форма русел также указывает на то, что они прорезаны потоками жидкости.

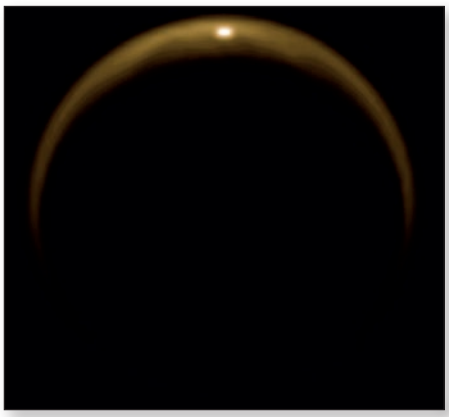
Титанианские моря и озера сильно отличаются по размеру (от 1 км^2 до 100 тыс. км^2); на обследованной территории, занимающей более 70% поверхности спутника, найдено четыре сотни озер, причем площадь большинства из них превышает 26 тыс. км^2. Самый крупный резервуар получил название «Море Кракена» — по имени гигантского морского чудовища из норвежских мифов. Его длина достигает 1200 км, площадь поверхности — 400 тыс. км^2. Обнаружены также впадины, имеющие четкие очертания, но заполненные жидкостью лишь частично, или же совсем «сухие». Они могут свидетельствовать в пользу масштабных циркуляционных процессов на Титане. 15 темных областей не демонстрируют следов эрозии, напоминая земные вулканические кальдеры.

Основная часть «водоемов», зарегистрированных до 2008 г., находилась в северных широтах (выше 60° с.ш.). В это же время в южной приполярной области было обнаружено всего одно большое озеро (протяженностью около 230 км)[10] и три более мелких, а также много высохших впадин, похожих по форме на «северные» озера. Причиной такого различия сейчас принято считать смену титанианских сезонов. Предполагается, что в 2023 г., когда в южном полушарии спутника будет конец зимы, а в северном — конец лета, распределение озер и морей претерпит кардинальные изменения. Нагрев северной полярной области приведет к их ис-



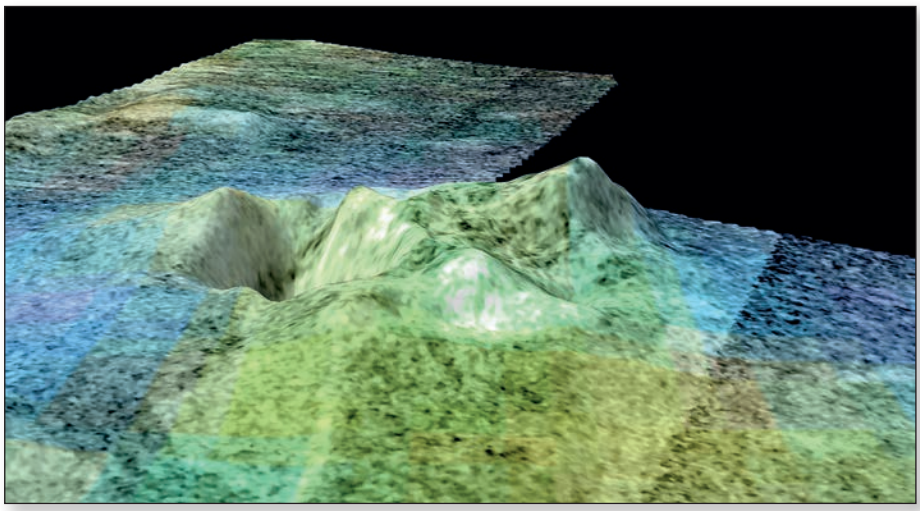
Глобальная цифровая карта Титана, построенная по данным съемки Cassini через фильтр, центрированный на волну 938 нм (ближний ИК-диапазон). Из-за сильного рассеяния света в атмосфере спутника на его поверхности отсутствуют тени, поэтому его рельеф можно изучать только радиолокацией и сопоставлением ее результатов с отражающей способностью отдельных участков.
Масштаб карты — 4 км на пиксель, реальная разрешающая способность, приближающаяся к этой величине, достигается только у центра изображения (на 180° западной долготы) и в большинстве приэкваториальных областей. В худшем качестве изображено полушарие, повернутое вперед по ходу орбитального движения спутника (особенно в районе 120° з.д.), еще хуже отображаются приполярные регионы — особенно северный, который Солнце начало освещать лишь в 2009 г. Последние данные, использованные для построения карты, получены в апреле 2011 г. В качестве базовой фигуры Титана принята сфера радиусом 2575 км. В дальнейшем эта фигура будет уточняться.

[10] ВПВ №7, 2005, стр. 29



NASA/JPL/University of Arizona/DL

Визуально-инфракрасный картирующий спектрометр VIMS аппарата Cassini случайно сфотографировал солнечный блик на поверхности Моря Кракена (Kraken Mare). Этот снимок стал решающим доказательством наличия жидкости на Титане.



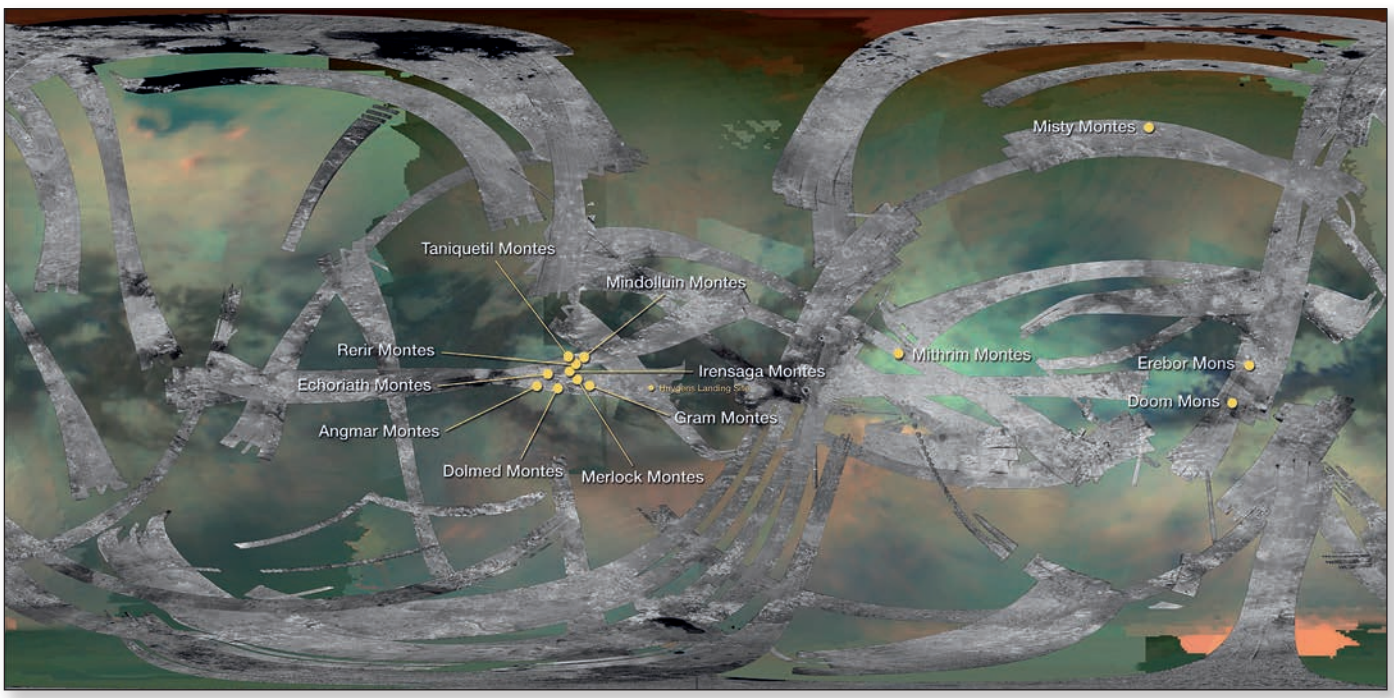
Участок под названием Sotra Facula, по мнению ученых, является наилучшим примером криовулкана на Титане. Радар показывает здесь наличие двух пиков более чем километровой высоты и комплекс впадин свыше 1,5 км глубиной. С вершин спускаются характерные «пальцеобразные» потоки застывшей ледяной лавы; вероятнее всего, они имеют толщину менее сотни метров. На приведенном изображении для большей выразительности вертикальный масштаб увеличен в 10 раз по сравнению с горизонтальным. Условными цветами показан различный состав поверхностных материалов, определенный по данным спектрометра Cassini: голубовато-белый цвет соответствует наличию сравнительно чистого водяного льда, желтовато-белый — льду со значительной примесью органических соединений. Второй «набор» цветов отражает высоту местности относительно среднего уровня Титана. Дюны выглядят голубыми, поскольку находятся в низинах (ВПВ №1, 2011, стр. 18).

парению, переносу избытка газообразного метана к южному полюсу и его выпадению там в виде дождей, которые зальют низменности. Вблизи северного полюса могут сохраниться лишь остатки моря Кракена в виде нескольких озер скромных размеров.

В морях Титана не может быть айсбергов: плотность твердых углеводородов больше, чем жидких (в отличие от водяного льда, который легче воды), поэтому, кристаллизуясь, они сразу опускаются на дно.

Большинство возвышенностей в горных районах Титана имеют высоты порядка 120 м; самый высокий пик достигает 1930 м. Морфология некоторых кратерных структур напоминает ударные кратеры на каменистых телах. Как уже было сказано, их немногочисленность свидетельствует о сравнительной молодости поверхности. Кратеры распределены достаточно неоднородно: в области Ксанаду их плотность примерно вдвое больше средней, а в экваториальных областях — заметно ниже. Незначительный их избыток обнаружен в полушарии спутника, направленном вперед по ходу орбитального движения. К ударным структурам относят кратер Ксе (с диаметром 29 км, валом высотой 300-500 м, плоским

На этой карте, построенной по данным визуально-инфракрасного спектрометра VIMS и радара космического аппарата Cassini, обозначено расположение титанианских гор с указанием их названий, утвержденных Международным астрономическим союзом (IAU). Эта организация приняла решение называть их в честь гор Средиземья — фантастической местности из романов Джона Толкина (John Ronald Reuel Tolkien).



NASA/JPL-Caltech/University of Arizona/USGS



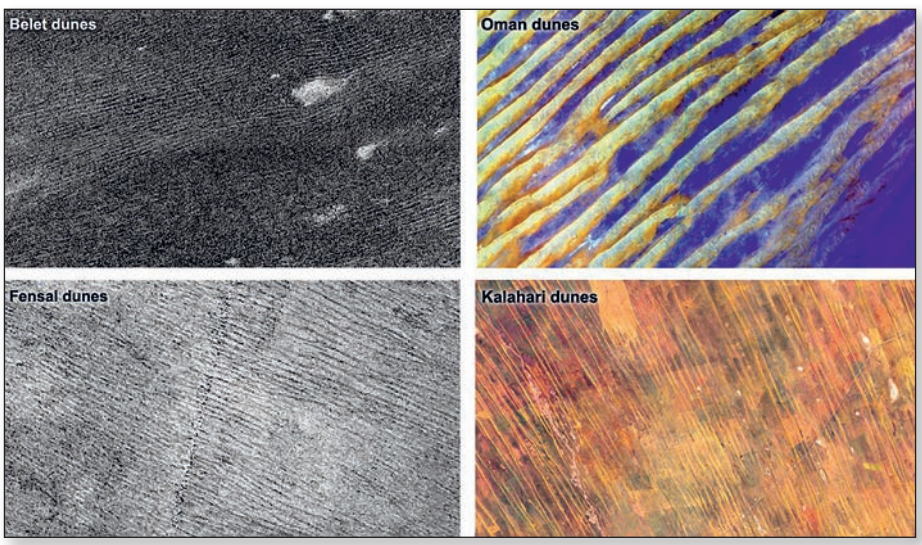
NASA/JPL-Caltech/ASI

На снимках Cassini, полученных в ходе последнего, 87-го по счету пролета возле Титана (север вверху), ученые обнаружили обширную систему метановых потоков, напоминающую бассейны земных рек. Это первый случай обнаружения подобной системы за пределами Земли. Изображения были получены 26 сентября 2012 г. Речная долина пересекает северную полярную область спутника и впадает в Море Лигеи (Ligeia Mare), одно из трех больших морей, лежащих в окрестностях северного полюса. Длина русла достигает 400 км.

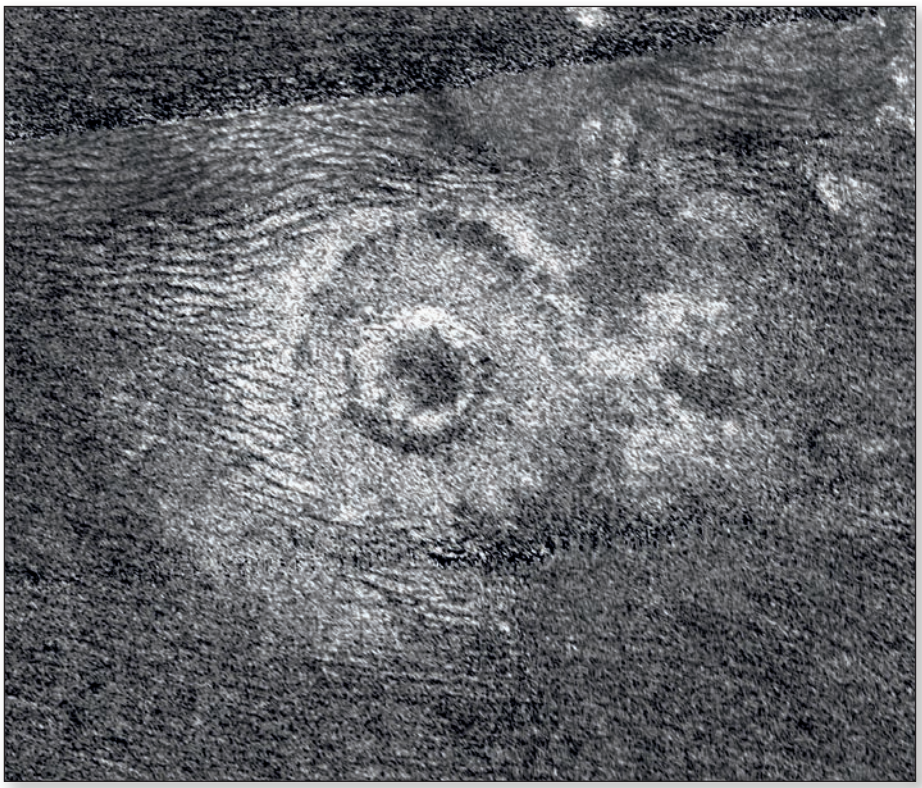
На то, что река на всем протяжении заполнена жидкостью, указывает слабое отражение от ее поверхности лучей радара Cassini (что характерно для гладких поверхностей). Жидкость состоит из смеси метана и этана — это удалось подтвердить с помощью бортового спектрометра космического аппарата еще в 2008 г. при исследованиях озера Онтарио (Ontario Lacus) вблизи южного полюса Титана. Русло реки образует несколько извилин, но в целом она следует одному сравнительно ровному разлому титанианской ледяной коры, как и большинство других рек, впадающих в южную часть Моря Лигеи.

дном, центральным пиком и радиальными выбросами вещества), Синлап (диаметр 80 км, внутренний вал — кольцо диаметром около 40 км) и Менрва (диаметр 440 км, восточная часть вала поднимается почти на 300 м, дно находится на 500 м ниже окружающей поверхности, а центральная область возвышается на 450 м над дном).

Панорама, которую передал вскоре после посадки аппарат Huygens, демонстрирует микрорельеф в виде разбросанных округлых камней. Поперечник наиболее крупного из них достигает 15 см. Эти камни со сглаженными контурами напоминают гальку, «обкатанную» при длительном пребывании в потоке жидкости. Скорее всего, они состоят из водяного льда, который в условиях сильного холода по твердости становится похож на камень. Жидкостью же, вероятно, является сконденсированный метан. Поверхность Титана напоминает губку, покрытую тонкой пленкой пока не идентифицированного вещества, по своим физическим свойствам напоминающего глину или влажный песок. Такими свойствами могут обладать нелетучие высокомолекулярные со-



Размеры и форма дюн на Титане варьируются в зависимости от широты местности, на которой они расположены, и ее высоты относительно среднего уровня. На возвышенностях или ближе к северному полюсу — например, в регионе Фенсал (Fensal), представленном на снимке слева внизу — они, как правило, тоньше и находятся на большем расстоянии друг от друга, а промежутки между ними покрыты тонким слоем углеводородного «песка». Похожая картина наблюдается в пустыне Калахари на границе ЮАР и Намибии — одном из самых сухих мест Земли. Дюны низменного региона Белет (Belet), изображенные в левом верхнем углу, заметно шире, с более толстым «покрывалом» мелкодисперсного материала между ними. Они больше похожи на барханы пустынь Омана, Йемена и Саудовской Аравии, где выпадает достаточно много осадков. Эти различия планетологи объясняют эллиптичностью орбиты Сатурна, благодаря которой лето в южном полушарии Титана короче и теплее, чем в северном полушарии, за счет чего последнее не испытывает столь интенсивного испарения метана, смачивающего частицы «песка» и затрудняющего их перенос ветром. Изображение региона Фенсал получено радаром Cassini 28 октября 2005 г., региона Белет — 10 апреля 2007 г. Снимки приведены к одному масштабу. Ширина дюн (темные полосы) составляет 1-2 км, светлые промежутки между ними имеют ширину от 1 до 4 км. В области Фенсал они занимают относительно большую площадь, поэтому она выглядит более яркой (ВПВ №2, 2012, стр. 22).

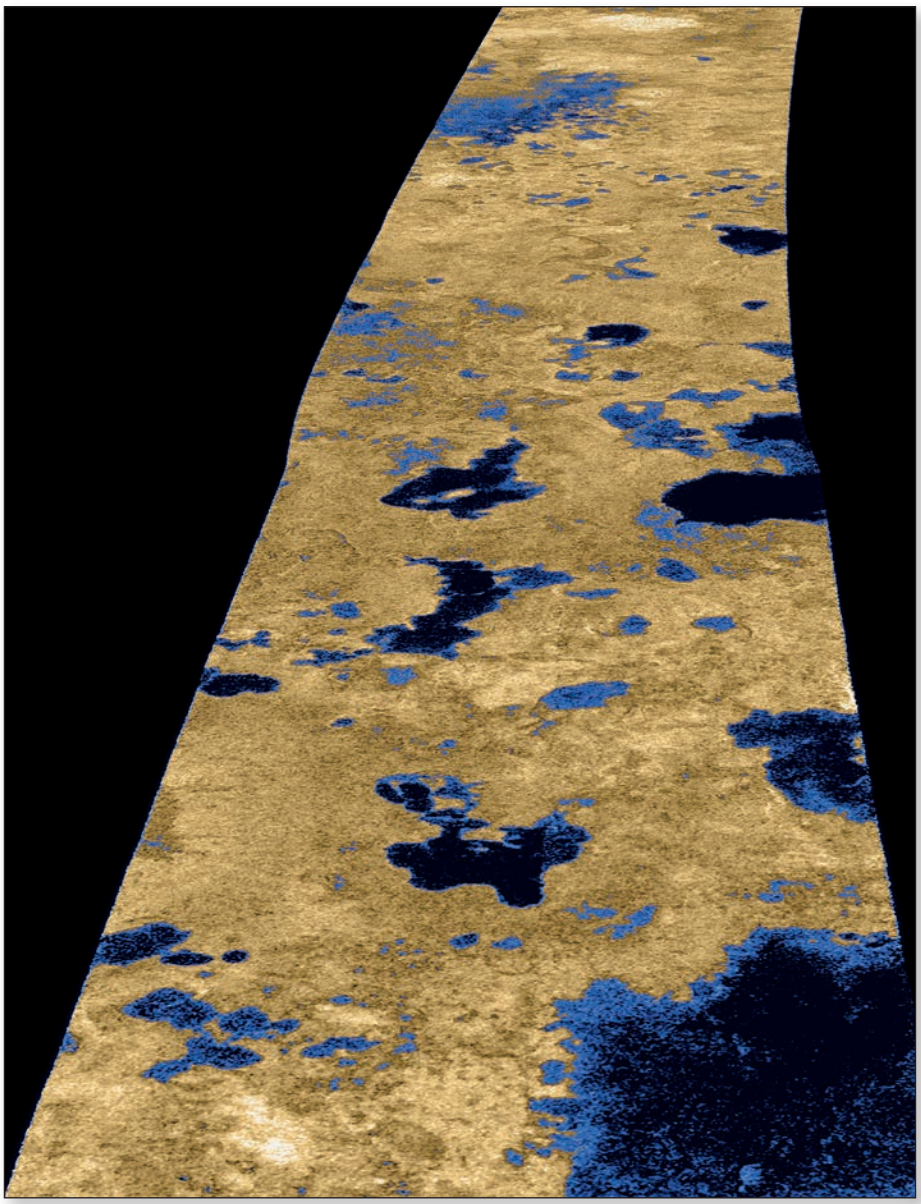


NASA/JPL-Caltech, and NASA/GSFC/METI/ERSDAC/JAROS and U.S./Japan ASTER Science Team

Ударные кратеры встречаются на Титане редко. До недавнего времени таковых там было известно только 7, поэтому еще один такой объект, который обнаружили на радарных снимках Cassini, сделанных 21 июня 2011 г., закономерно привлек внимание ученых. Новый кратер имеет диаметр около 40 км и окружен широкой «короной» выбросов, которые возникли при столкновении с поверхностью тела, образовавшего ударную структуру. «Корона» простирается на 15-20 км от кратерного вала. На радарных снимках она выглядит яркой. Эта особенность, а также крутые внутренние склоны, напоминают два других «свежих» титанианских кратера — Синлап (Sinlap), впервые заснятый в феврале 2005 г., и Кса (Ksa), обнаруженный в сентябре 2006 г. Последний, правда, имеет яркий центральный пик. Центр приведенного изображения лежит вблизи точки с координатами 12° с.ш. и 45° з.д., размеры отснятого участка — 242×257 км, разрешение — 350 м на пиксель.

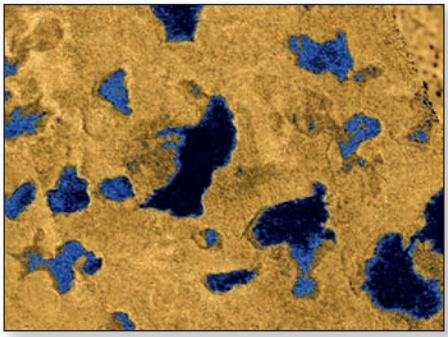
Темные неровные линии, особенно хорошо видимые в левой части изображения — песчаные дюны, постепенно передвигаемые слабым ветром. Они состоят, по-видимому, не из кварцевого песка, как земные дюны, а из легких нелетучих органических материалов, которые в условиях низкой гравитации не требуют больших усилий для переноса.

«Недостачу» ударных кратеров на Титане объясняют, во-первых, его плотной атмосферой, эффективно «испаряющей» большинство падающих объектов, не давая им достичь поверхности, во-вторых — сравнительно высокой тектонической и вулканической активностью, а также интенсивными процессами эрозии, сглаживающими рельеф.

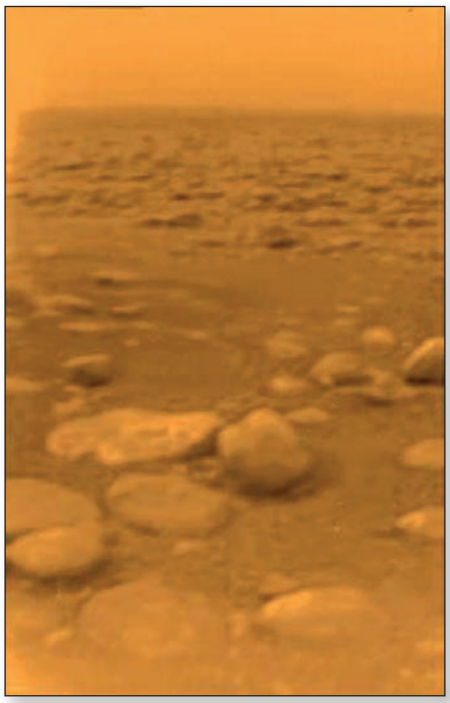


NASA/JPL-Caltech/USGS

Плотная дымка в титанианской атмосфере не давала возможности непосредственно взглянуть на озера Титана до пролета Cassini, состоявшегося 22 июля 2006 г. Тогда радар космического аппарата предоставил весомые доказательства существования резервуаров жидкости на поверхности спутника. Приведенное изображение окрашено в условные цвета, соответствующие мощности отраженного сигнала (точнее — логарифму медианы интенсивности рассеяния). Озера для большей выразительности выделены темно-синим цветом, прибрежные отмели — голубым. Прозондированная радаром полоса местности имеет ширину около 140 км и «укорочена» в длину для удобства восприятия, представляющего взгляд с условной точки зрения, расположенной к западу от исследованного участка. Центр изображения находится вблизи точки с координатами 80° с.ш. и 35° з.д. Самые мелкие детали имеют размер порядка полукилометра.



NASA/JPL-Caltech/ASI



Панорама поверхности Титана, переданная аппаратом Huygens вскоре после посадки.

единения, образующиеся из метана в ходе фотохимических реакций в верхних слоях титанианской атмосферы под действием солнечного излучения. Если бы не постоянное «вымывание» метановыми дождями, за миллион лет они бы укрыли поверхность слоем метровой толщины. Эти же соединения, но уже в виде более крупных частиц, судя по всему, входят в состав темных дюн, вытянутых в направлении постоянных ветров (с запада на восток) и укрывающих значительные по площади участки не занятых «водоемами» низменностей.

Существование на Титане вулканов (точнее, криовулканов, извергающих водно-аммиачную смесь) пока однозначно не доказано. Их активность возможна только при наличии глобального подповерхностного жидкого океана, в пользу которого свидетельствуют особенности вращения спутника вокруг своей оси, отмеченные на снимках КА Cassini: за несколько лет отдельные опорные морфологические детали его поверхности изменили свое местоположение почти на 30 км.

В поисках основы жизни

Загадка титанианского метана — пожалуй, самая интригующая в исследованиях спутника. Ее разрешение может прояснить многие непонятные аспекты эволюции Солнечной системы. Очевидно, что если на Титане постоянно действуют процессы «изъятия» этого газа из атмосферы — значит, должны существовать и источники его пополнения. Одним из них может быть так называемый процесс серпентизации, при котором некоторые минералы выделяют метан, взаимодействуя с водой. Для его протекания, в свою очередь, необходимо наличие воды в жидком состоянии. Впрочем, ученые почти не сомневаются, что в недрах спутника, под 300-километровой ледяной корой, существует протяженная водная оболочка, причем в глубине она может быть даже нагрета до достаточно высоких температур (заметно выше нуля по Цельсию).

И здесь возникает еще более интересная гипотеза, в рамках которой метан могут «производить» живые организмы, обитающие в недрах Титана. Во всяком случае, на Земле значительная часть этого газа, в малых концентрациях присутствующего в атмосфере, имеет именно биогенное происхождение.



NASA

Так в представлении художника выглядит зонд Titan Explorer, который будет парить в атмосфере крупнейшего спутника Сатурна, прикрепленный к аэростату.

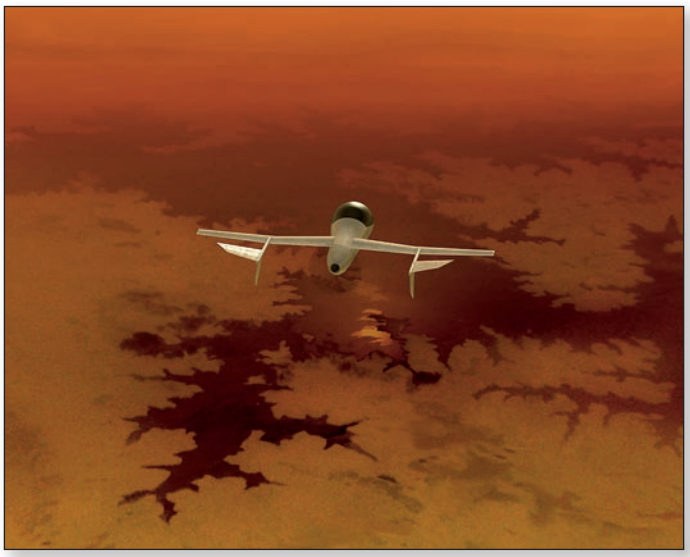


JPL/Caltech

Экспериментальный образец аэростата для будущей миссии к Титану, разработанный Лабораторией реактивного движения (Jet Propulsion Laboratory, NASA) и сконструированный фирмой Near Space Corp., внутри специального испытательного ангара.

Согласно компьютерным моделям, титанианский подледный океан должен содержать до 15% растворенного аммиака и большие количества органических соединений — все «исходные вещества», необходимые для возникновения жизни на водно-углеродной основе (т.е. похожей на земную). По некоторым данным, атмосфера нашей планеты 3,5 млрд. лет назад также состояла в основном из метана и азота со значительной «добавкой» аммиака. Исходя из этого, Стэнли Миллер и Хэролд Юри (Stanley Miller, Harold Urey, University of Chicago) в 1952 г. провели первый эксперимент, доказавший возможность самопроизвольного синтеза «жизненных» молекул — в первую очередь аминокислот.

⋖ Более двух десятилетий в научном мире шла дискуссия о том, имеется ли на поверхности Титана вещество в жидкой фазе. До прибытия Cassini ученые знали только, что должен существовать некий источник пополнения титанианской атмосферы метаном, и одним из «кандидатов» считались метановые озера, моря или даже глобальный океан. Открытие на радарных снимках Cassini в 2006 г. множества озер у северного полюса спутника, обладающих множеством черт, характерных для земных водоемов (островов, отмелей, проливов и заливов), таким образом, не стало неожиданностью, но до сих пор не совсем ясен характер их сезонного распределения и неизвестен их состав — в частности, содержат ли они в растворенном состоянии углеводороды «тяжелее» метана и этана.
Новые наблюдения северной полярной области продемонстрировали, что метановые озера там широко распространены, часто имеют солидные размеры, а их глубина достигает десятков метров. Одно из них вполне может претендовать на звание «моря». Оно занимает территорию свыше 100 тыс. км² (его съемка еще не завершена), что превышает площадь озера Верхнего — крупнейшего в системе Великих Озер на границе США и Канады.
Разрешение радарных снимков колеблется от нескольких километров до 300 м. Практически закончено картографирование области «внутри» 50° с.ш., исключая небольшой треугольный участок в районе северного полюса.



Mike Malaska 2010



Mike Malaska 2010

В журнале Experimental Astronomy профессор Джени Рэйдбоу (Jani Radebaugh) и ее коллеги предложили проект, согласно которому на Титан будет отправлен беспилотный самолет с ядерным реактором. В ходе одногодичного полета он позволит ученым более подробно изучить поверхность самого внешне похожего на Землю объекта Солнечной системы.
Титан является очень интересным местом для понимания процессов, которые миллиарды лет назад происходили на Земле. Там присутствуют соединения углерода и водорода, имеются источники энергии (Солнце и приливные силы), а под поверхностью, возможно, существует океан жидкой воды — эти элементы считаются необходимыми для возникновения жизни «земного типа».
Титан расположен в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля. Его азотно-метановая атмосфера достаточно стабильная, с низкой скоростью ветра. Она идеально подходит для самолета.
В последние годы группа, возглавляемая Рэйдбоу, работала с изображениями, полученными аппаратом Cassini, благодаря чему ей удалось открыть горы и песчаные дюны на Титане. Поэтому ей предложили работу над концепцией беспилотного самолета вместе с исследователями из NASA и Военно-морской исследовательской лаборатории.
Предлагаемый «беспилотник» должен работать на ядерных батареях, мощности которых едва хватит, чтобы зажечь пару лампочек. Они будут снабжать энергией пропеллер — кроме исключительных случаев, когда наступит момент отправки данных на Землю. Перед этим самолет поднимется на большую высоту над поверхностью Титана и начнет свободно планировать, а батареи некоторое время будут питать радиопередатчик (пока аппарат не вернется обратно на свою обычную «крейсерскую» высоту).
Транспортировка беспилотного самолета на Титан с учетом всех возможных гравиманевров может растянуться на 7 лет, а длительность обмена сообщениями составит 90 минут. Реализация проекта поможет подробнее исследовать жидкостный режим и рельеф спутника. Ориентировочная стоимость миссии — 715 млн. долларов (ВПВ №7, 2012, стр. 25)

Конечно же, однозначно решить вопрос наличия или отсутствия жизни на Титане можно только в ходе непосредственных исследований с помощью посадочных аппаратов. При всей своей технической оснащенности зонд Huygens не имел приборов, предназначенных для поисков признаков жизнедеятельности местных «обитателей». Этим должны будут заняться следующие автоматические аппараты, отправку которых к самому большому спутнику Сатурна планируют космические ведомства США и Европы. Первый из них собираются запустить в 2020 г. в рамках миссии TSSM (Titan Saturn System Mission).[11] Межпланетная станция должна будет осуществить гравиманевры в поле тяготения Земли и Венеры, достичь системы Сатурна в 2029 г. и вести ее исследования на протяжении четырех лет. На Титан отправится посадочный модуль, включающий в себя аэростатный зонд (подъемная сила будет обеспечиваться постоянным подогревом газа в баллоне аэростата) и, возможно, небольшой плавучий аппарат для изучения титанианских озер. Орбитальный аппарат задействуют в качестве ретранслятора для передачи полученных данных на Землю. Общая стоимость миссии — согласно оценкам, сделанным в 2007 г. — достигнет 2,5 млрд. долларов.

Более неопределенные перспективы у специализированного проекта Titan Mare Explorer (TiME) — как можно понять из названия, запускаемый в его рамках автоматический аппарат должен будет сосредоточиться на исследованиях титанианских морей. Первоначально он разрабатывался как часть программы Discovery (NASA).[12] Несмотря на значительно более низкую стоимость — 425 млн. долларов, не считая пусковых услуг — его реализация пока отложена «в пользу» проекта по изучению Юпитера и его спутника Европы (Europa Jupiter System Mission — EJSM), в недрах которого также могут существовать условия для зарождения органической жизни.[13]

Так или иначе, замерзшие ландшафты и туманная атмосфера Титана скрывают еще немало тайн, и после успешной посадки зонда Huygens интерес исследователей к этому сатурнианскому спутнику только усилился — ведь теперь мы точно знаем, что он досягаем, и имеем технические средства для его достижения. А значит, этот далекий мир преподнесет нам еще немало сюрпризов... как, несомненно, и вся система Сатурна, признанного астрономами самой красивой планетой Солнечной системы (не считая, конечно, Земли). ■

[11] TSSM — совместный европейско-американский проект, возникший в результате «слияния» миссии ESA по изучению Титана и Энцелада TandEM (Titan and Enceladus Mission) и развернутой NASA в 2007 г. программы Titan Explorer.

[12] ВПВ №11, 2006, стр. 29

[14] ВПВ №6, 2009, стр. 30

На Весте найдены странные овраги

В ходе предварительного анализа изображений, полученных американским зондом Dawn,[1] на астероиде Веста (4 Vesta)[2] обнаружены загадочные извилистые впадины, очень похожие на следы потоков воды, стекавших по внутренним склонам кратеров.

«Углубления, которые мы видим на Весте — это хрестоматийные примеры следов потоков сухого материала, наподобие песка. Мы встречали их на Луне и ожидали обнаружить на Весте. Но эти извилистые овраги — это нечто необычное, мы все еще пытаемся понять их природу», — прокомментировала открытие Дженнифер Скалли из Калифорнийского университета в Лос-Анджелесе (Jennifer Scully, University of California, Los Angeles), руководившая группой дешифровки снимков.

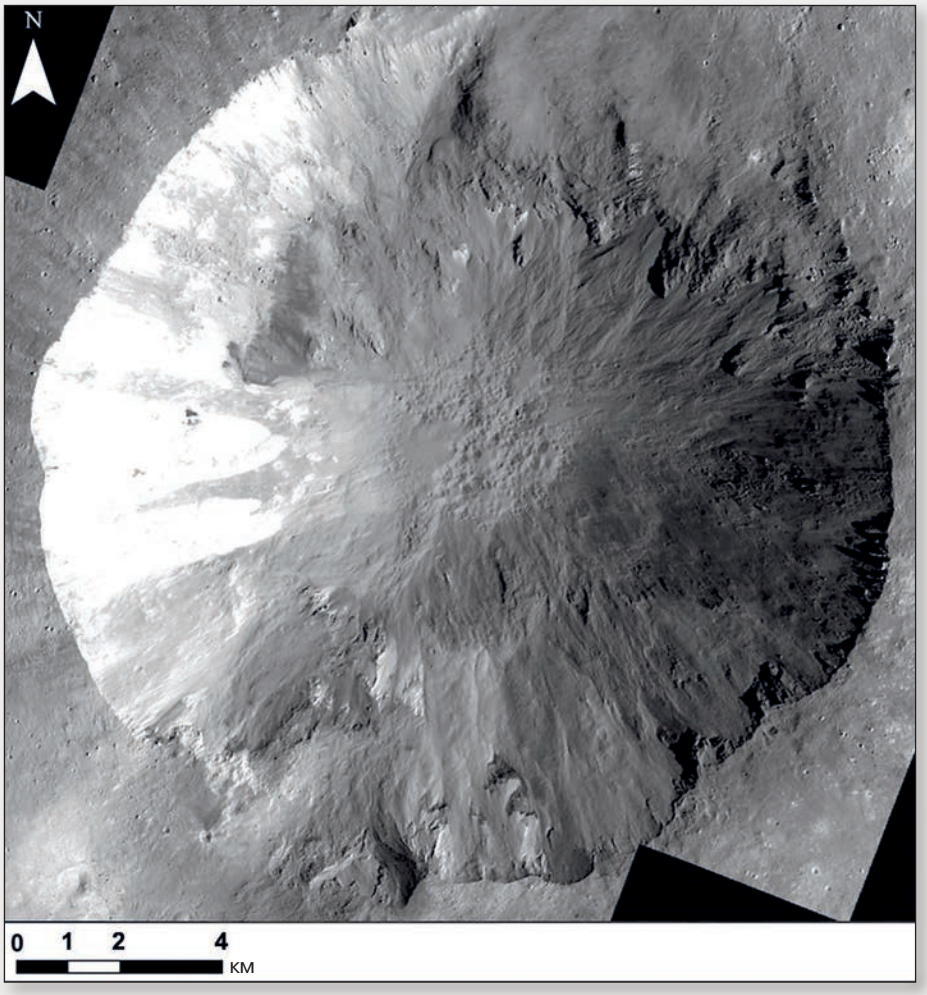


Image credit: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

Извилистые каналы в кратере Cornelia.

Изучая процессы постепенного разрушения кратеров на астероиде, ученые обнаружили два типа оврагов, отличающихся по размерам и по форме. Более прямые и короткие были легко идентифицированы как структуры, возникающие при движении потоков сухих частиц — например, при осыпании песка. Но в некоторых районах Весты овраги оказались более протяженными и достаточно извилистыми. Обычно они начинались в виде V-образных углублений, а далее, изгибаясь, сливались друг с другом и заканчивались плоским участком.

«На Земле имеются похожие образования — например, в Аризонском метеоритном кратере[3] — но они созданы потоками жидкой воды. На Марсе вопрос о механизмах возникновения таких оврагов все еще остается дискуссионным. Нам нужно очень тщательно проанализировать данные об этих структурах на Весте, прежде чем определенно говорить об их происхождении», — отметил научный руководитель проекта Dawn Кристофер Рассел (Christopher Russell).



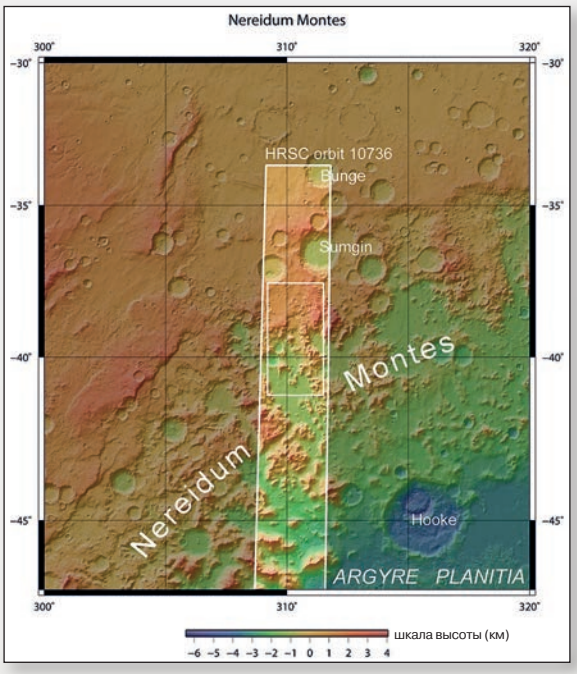
Image credit: NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

В настоящее время планетологи предлагают разные гипотезы возникновения марсианских оврагов.[4] Некоторые ученые считают, что они возникли на месте потоков воды, другие полагают, что это результаты испарения твердой углекислоты (марсианского «сухого льда»).

[1] ВПВ №10, 2007, стр. 18; №7, 2011, стр. 12
[2] ВПВ №4, 2004, стр. 16; №8, 2011, стр. 18
[3] ВПВ №7, 2011, стр. 6
[4] ВПВ №6, 2007, стр. 22; №2, 2009, стр. 21

Источник:
What is Creating Gullies on Vesta? — JPL Press Release 2012-389.

Ледяное прошлое Марса в горах Нереиды



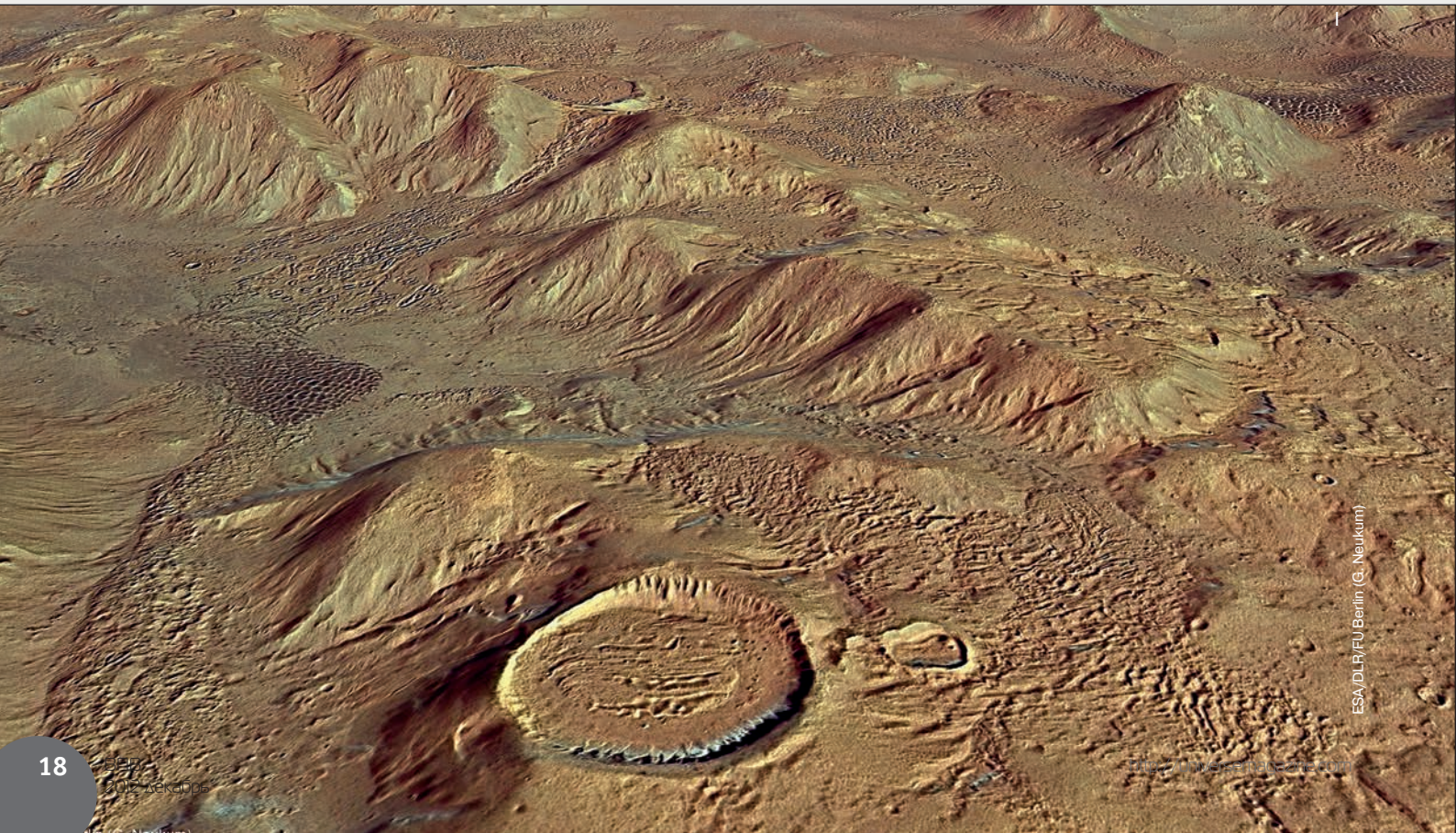
Общая схема расположения гор Нереиды у северного края бассейна Аргира. Светлые прямоугольники показывают участки, отснятые камерой HRSC аппарата Mars Express (внутренняя рамка охватывает область приведенного ниже снимка).

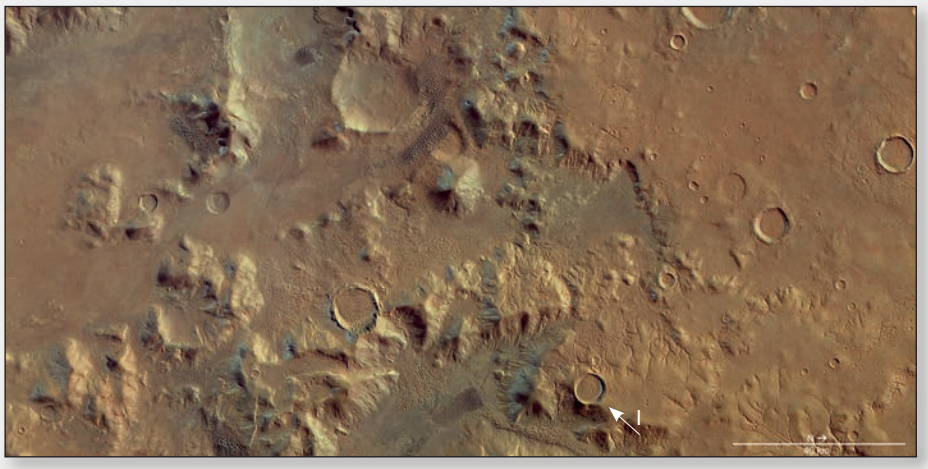
6 июня 2012 г. стереокамера высокого разрешения американского зонда Mars Express[1] в очередной раз была направлена на бассейн Аргира (Argyre). Однако теперь внимание исследователей было сосредоточено на горном массиве Нереиды (Nereidum Montes), удаленном на 380 км от кратера Гука. Потрясающей красоты горы четко выделяются на фоне северных склонов Аргира — одного из крупнейших ударных бассейнов Марса, имеющего поперечник около 1150 км. Имя ему дал известный французский астроном греческого происхождения Эжен Антониади (Eugène Michel Antoniadi, 1870-1944), который, основываясь на своих тщательных наблюдениях Красной планеты, в 1909 г. с уверенностью заявил, что выявленные на марсианской поверхности Персивалем Лоуэллом знаменитые «каналы» — не более чем оптическая иллюзия.

Переданные с борта Mars Express изображения показывают часть региона, где выделяются несколько характерных структур, возникших под действием текущей воды, ледников и ветров. Обширные ветвящиеся речные узоры, преобладающие в северном направлении, были сформированы, очевидно, при стекании жидкой воды в направлении более низких участков. На Земле подобного рода каналы обычно образуют поверхностные стоки после существенных осадков или при таянии снега и льда. Аналогичные процессы, как полагают, имели место на Марсе в далеком прошлом, когда, по мнению ученых, на поверхности соседней планеты была вода. В некоторых областях в пределах региона, особенно в восточном направлении (нижняя часть первого изображения), хорошо заметны концентрические кратеры, заполненные веществом со специфическими кольцевыми уплотнениями на поверхности. Соотношение между диаметром кратеров и их глубиной дает основания предпо-

[1] ВПВ №10, 2006, стр. 8; №9, 2009, стр. 21

Компьютерная симуляция вида области, показанной на следующей странице, в перспективе. Она позволяет лучше рассмотреть множество песчаных дюн на подветренных склонах холмов и каньонов, а также дольчатые и веерообразные участки вокруг ударных кратеров, сосредоточенных в нижней части изображения. Эти детали указывают на возможную границу оледенения региона, имевшего место перед «сухим» периодом истории планеты, в течение которого сформировались гладкие равнины.





ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum)

Снимки стереокамеры высокого разрешения (HRSC) европейского аппарата Mars Express, полученные 6 июня 2012 г. в ходе 10736-го витка вокруг Марса, были скомбинированы для получения изображения гор Нереиды в близких к натуральным цветах. Центр изображения находится вблизи точки с координатами 40° ю.ш. и 310° в.д., его разрешение достигает 23 м на пиксель. На нем запечатлена часть обширного региона с многочисленными заполненными кратерами. Неровности на дне многих из них часто встречаются в средних широтах Марса и, как полагают, связаны с движением ледников. Север справа.

ложить, что этим веществом может быть водяной лед — возможно, в форме древних ледников, в настоящее время погребенных под слоем песка, пыли и обломков марсианских пород.

Источник:
Nereidum Montes helps unlock Mars' glacial past. — ESA Press Release

«Близнец» Curiosity полетит на Марс в 2020 г.

Американская аэрокосмическая администрация планирует в 2020 г. отправить на Марс еще один автоматический аппарат, сконструированный по типу ровера Curiosity, успешно продолжающего исследования Красной планеты.[1] Как заявил директор NASA Чарльз Болден (Charles Bolden), этот проект станет важной частью многолетней программы изучения Марса. Ее главной целью является пилотируемая экспедиция, которая предварительно намечена на 2030-е годы.

Использование при проектировании нового марсохода идей и технических решений, на которых базируется конструкция Curiosity, позволит максимально сократить стоимость миссии и возможные риски, в частности, благодаря тому, что технология посадки с применением «небесного крана» уже успешно отработана. Состав научной аппаратуры для мобильной лаборатории будет определяться в рамках открытого конкурса.

«Концепция миссии вписывается в текущий и планируемый бюджет программы исследования Марса», — отметил заместитель руководителя NASA Джон Грансфельд (John Grunsfeld). По предварительным оценкам, общая стоимость проекта составит 1,5 млрд. долларов.

NASA

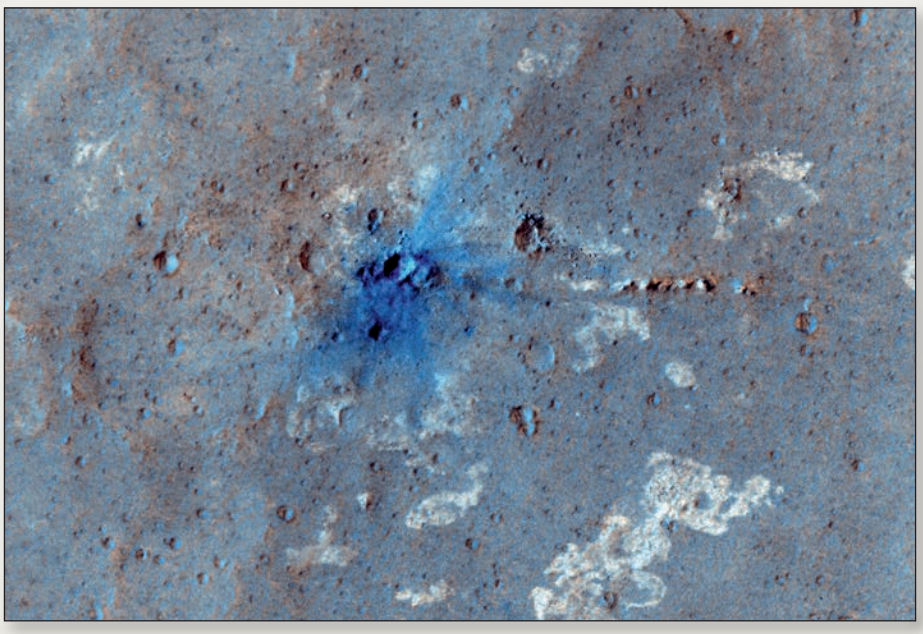
[1] ВПВ №8, 2012, стр. 12; №9, 2012, стр. 13; №11, 2012, стр. 10

Новые ударные кратеры на Марсе

На одном из снимков, сделанных камерой CTX американского аппарата Mars Reconnaissance Orbiter (MRO),[2] хорошо заметна группа кратеров, которые возникли при падении на поверхность Красной планеты крупного метеорита в период между августом 2005 г. и ноябрем 2010 г. Необычным в данном случае является то, что их окрестности покрыты значительно более тонким слоем пыли, чем обычно в большинстве мест, где обнаруживаются «свежие» марсианские кратеры. Чаще всего ударная волна, сопровождающая столкновение, поднимает массу пыли, которая создает темное пятно намного большего диаметра, чем сам кратер и область разлета выброшенных из него пород, вследствие чего новое место падения легко обнаруживается. Темные выбросы на приведенном изображении легко заметны, однако пылевое пятно, хоть и присутствует, тем не менее, слабо выделяется на фоне окружающего ландшафта. Тот факт, что кратеров образовалось сразу несколько, объясняют разрушением небольшого каменистого метеороида в разреженной атмосфере Марса.

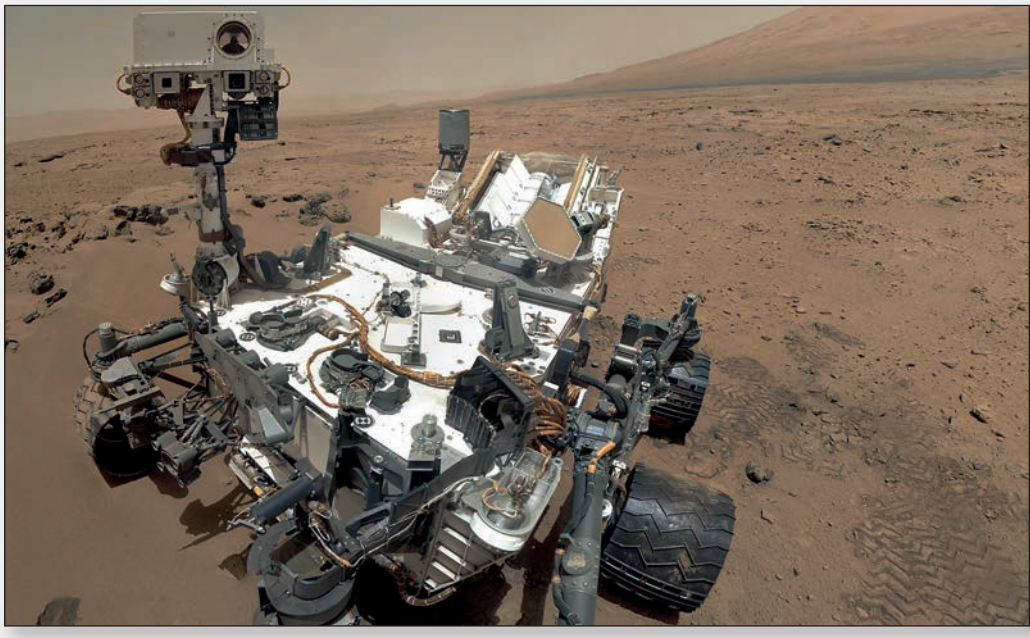
[2] ВПВ №10, 2006, стр. 11; №11, 2010, стр. 9

На этом снимке, сделанном камерой HiRISE космического аппарата MRO, видна группа ударных кратеров, возникших между августом 2005 г. и ноябрем 2010 г. Они сравнительно слабо выделяются на фоне окружающей местности, поскольку при их образовании выделилось заметно меньше пыли, чем в случае других марсианских кратеров.



NASA/JPL/University of Arizona

На Марсе найден обломок речного дна



«Автопортрет» Curiosity.

На 40-е сутки своей работы на Красной планете марсоход Curiosity[1] обнаружил убедительное доказательство того, что местность, которую он сейчас исследует, в далеком прошлом представляла собой дно мощного водного потока. Этим доказательством стал выступ породы, получивший название «Хотта» (Hottah) — в честь канадского озера. Он состоит из гравия и щебня размером до нескольких сантиметров, «зацементированного» в слое слежавшегося песка. Большинство кусков щебня имеют сглаженную форму, напоминая речную или прибрежную гальку. Такую форму они могли получить, перемещаясь длительное время в потоке воды.

Согласно комментарию сотрудника группы сопровождения Curiosity Уильяма Дитриха из Университета Калифорнии в Беркли (William Dietrich, University of California, Berkeley), размеры самых крупных обломков позволяют определить, что скорость водного потока достигала 3 м/с, а его глубина была в интервале от 30 см до полуметра. «О марсианских каналах было написано много статей, высказано много различных гипотез о том, что и как по ним текло, — сказал ученый, — но сейчас мы впервые на самом деле видим признаки того, что гравий на Марсе перемещался водой».

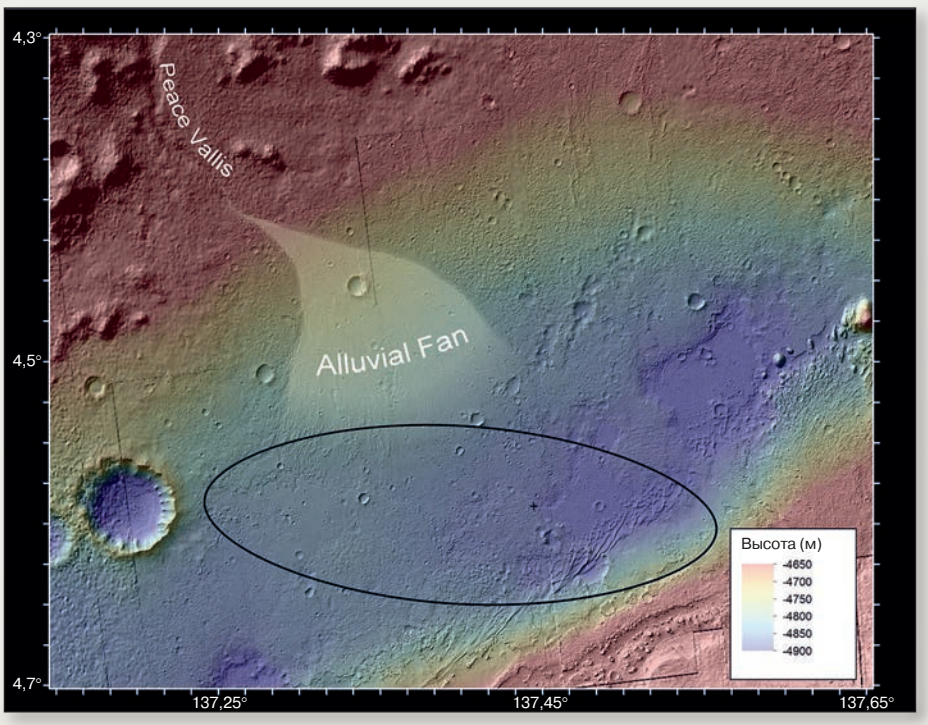
«Хотта» напоминает торчащий под углом кусок бетонной плиты, однако раньше он являлся участком речного дна и был расположен горизонтально. Какие процессы вынудили его «вздыбится» — тектонические, вулканические или, возможно, последствия метеоритного удара — планетологам еще предстоит выяснить.

Сделанные с орбиты снимки участка, на котором находится «Хотта», позволяют уточнить происхождение пород, входящих в состав конгломерата. Скорее всего, часть из них была принесена потоком издалека — из района «Долины Мира» (Peace Vallis), заканчивающейся широкой дельтой, которая, в свою очередь, прорезана множеством каналов, что указывает на вынос осадочных пород на протяжении длительного времени (а не в ходе, например, одиночного мощного наводнения).[2]

Теперь научной группе Curiosity предстоит провести более детальные исследования элементного состава мелкодисперсного мате-

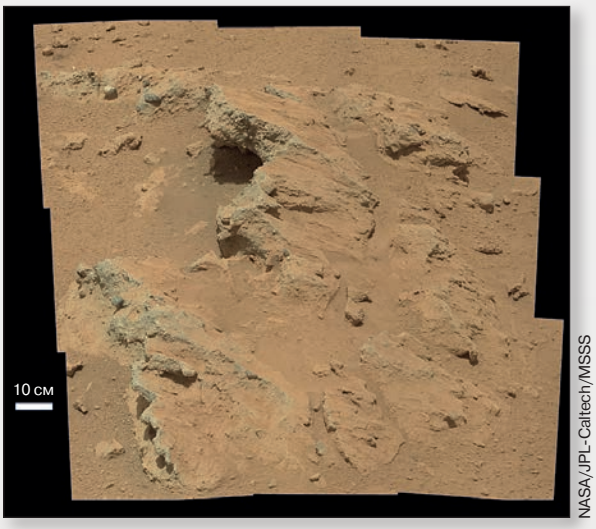
[1] ВПВ №8, 2012, стр. 12

[2] ВПВ №7, 2007, стр. 14



NASA/JPL-Caltech/UofA

На этом изображении показана топография региона (с оттененными неровностями) в окрестностях места посадки ровера Curiosity. Возвышенности условно окрашены коричневым цветом, низменности — зеленым и синим. Черный овал показывает «целевой» посадочный эллипс, крестиком отмечено реальное местоположение марсохода. «Аллювиальный веер» (Alluvial Fan) — отложения пород, перемещаемых водным потоком вниз по склону — для большей выразительности нанесен более светлыми оттенками. О том, что здесь действительно текла вода, свидетельствует находка обкатанных обломков породы. Данные о высоте местности получены в результате обработки снимков камеры HiRISE космического аппарата Mars Reconnaissance Orbiter.



Curiosity обнаружил свидетельства существования древних марсианских водных потоков в нескольких местах, но наиболее выразительным из них стал скалистый выход, получивший название «Хотта». Он состоит из обломков породы сантиметровых размеров, включенных в матрицу из слежавшегося песка (ученые называют такие формации «седиментарными конгломератами»). Предполагается, что пласт осадочных пород в прошлом был разрушен и наклонен в результате метеоритного удара. Ключевым доказательством того, что здесь когда-то текла вода, стала сглаженная форма обломков и их размеры, исключающие возможность их транспортировки ветром.
Более тонкие детали были замечены на снимке обнажения «Хотта», сделанном с помощью телеобъектива камеры Mastcam со 100-миллиметровым фокусным расстоянием. Постепенное выветривание породы привело к тому, что часть крупных обломков выпала из песчаной матрицы и скопилась на грунте под краем обнажения в виде кучи щебня. Изображение получено 15 сентября, на 39-й марсианский день (сол) работы ровера на поверхности.

риала, а также включенных в него частиц, чтобы по возможности отличить «местные» обломки от принесенных из других областей кратера. Вдобавок такой анализ может предоставить ценную информацию о свойствах жидкой среды, в которой происходила транспортировка частиц и их осаждение.

Склоны горы Шарп в центре кратера Гейл остаются главной целью ровера. Там, согласно данным орбитальной съемки, находятся глинистые и сульфатные минералы, которые могут быть хорошим «хранилищем» органических соединений — возможных остатков марсианских живых организмов. Однако такие остатки вполне могли сохраниться и в окаменевшем речном дне, поэтому минералы, из которых состоит «Хотта», будут подвергнуты тщательному исследованию с помощью бортового спектрометра Curiosity.

Интересно, что, согласно данным спектроскопии образцов марсианского грунта, отобранных мобильным аппаратом, марсианская вода оказалась «тяжелее» земной: в ней содержится почти впятеро больше дейтерия — тяжелого изотопа водорода, имеющего в своих атомных ядрах, наряду с протоном, еще и нейтрон. Кроме воды и углекислого газа (основного компонента атмосферы Красной планеты), в образцах удалось обнаружить ряд других летучих соединений, встречающихся в земном воздухе — например, кислород и двуокись серы.

Источник:
Where Water Flowed Downslope. — NASA Press Release, Sept. 14, 2012.

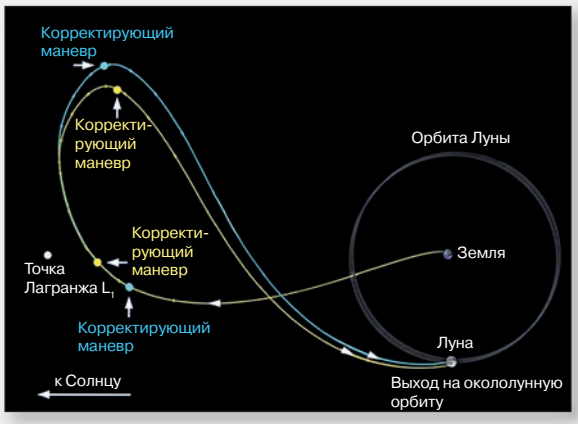
7 декабря 2012 г., на 120-й сол своего пребывания на Красной планете, марсоход Curiosity получил снимок скалистого выхода «Шелер» (Shaler) с помощью камеры Mastcam. Он привлек внимание рабочей группы миссии наличием слоев, пересекающихся под разными углами. Этот выход находится вблизи точки «Гленелг» (Glenelg), где встречаются три различных типа марсианских пород.
Ширина отснятого участка по переднему краю изображения равна примерно 90 см. Цвета на снимке сбалансированы таким образом, чтобы приблизить их к тем, которые мы бы увидели при стандартном земном освещении. Камера Mastcam разработана и управляется специалистами компании Malin Space Science Systems (Сан Диего, Калифорния).



Аппараты GRAIL упали на Луну

Два искусственных спутника Луны Ebb и Flow («Отлив» и «Прилив»), запущенные американским аэрокосмическим ведомством в рамках миссии GRAIL для построения детальной карты лунного гравитационного поля, после завершения работы были переведены на траекторию столкновения с Луной, которое произошло 17 декабря 2012 г. в 22 часа 29 минут по всемирному времени. Общая продолжительность миссии составила 464 дня.

Аппараты были отправлены к Луне с помощью ракеты-носителя Delta II с мыса Канаверал 10 сентября 2011 г.[1] Выбранная траектория, позволяющая сэкономить бортовые запасы топлива для дальнейшего орбитального маневрирования, включала гравитационный маневр в области лагранжевой точки L_1 системы «Земля-Солнце». Перелет продлился почти 4 месяца. Основная миссия закончилась 29 мая — сотрудники группы сопровождения предполагали, что спутники «не переживут» погружения в земную тень во время частичного лунного затмения 4 июня. Однако оба аппарата продолжили работу и после этой даты, поэтому их научную программу решено было расширить. С 30 августа они изучали Луну с орбиты, проходящей в 23 км от ее среднего уровня (то есть примерно в 8 км над самыми высокими лунными вершинами).



NASA/JPL/Caltech

Траектория перелета к Луне.

Ощутимые различия силы тяжести над разными областями Луны затрудняют работу ее спутников, вынуждая постоянно корректировать их орбиты во избежание падения (такой исход характерен для низких орбит) или «выброса» из лунной сферы притяжения. Строго говоря, изучение этих различий и было главной целью миссии GRAIL. Особое внимание уделялось гравитационным аномалиям обратной стороны Селены, не видимой с Земли. Дополнительной задачей стала съемка лунной поверхности с помощью камер MoonKAM, результаты которой предоставлены в распоряжение студентов и школьников всего мира. Эту часть программы финансировал фонд Sally Ride Science.

На заключительном витке аппараты, двигавшиеся со скоростью 1,68 км/с, были направлены в южный склон горы высотой 2,4 км, расположенной недалеко от кратера Голдшмидт. Место падения выбрали таким образом, чтобы полностью исключить попадание спутников или обломков от их столкновения с поверхностью в какой-нибудь из исторических районов посадки станций «Луна», Surveyor или пилотируемых модулей Apollo. Примерно за час до столкновения состоялось последнее включение бортовых реактивных двигателей — для того, чтобы по произведенному импульсу рассчитать остаток топлива. У аппарата Ebb (он врезался в Луну первым) работа двигателей продолжалась 4 минуты 3 секунды, полученное приращение скорости составило 20 м/с. Flow «ускорился» почти на 26 м/с. Падение произошло в точке с координатами 75,62° с.ш., 26,63° в.д., которой присвоили имя Сэлли Райд — первой американки, побывавшей в космосе.[2] Образовавшие-

[1] ВПВ №9, 2011, стр. 22; №1, 2012, стр. 18

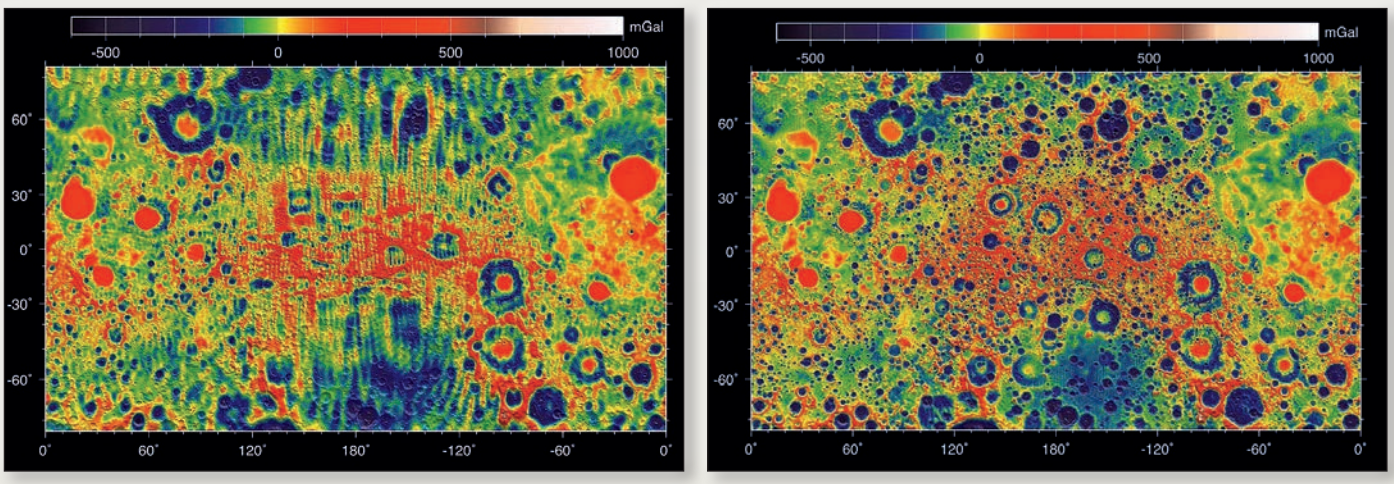
Аппараты Ebb и Flow на окололунной орбите (иллюстрация).



NASA/JPL/Caltech

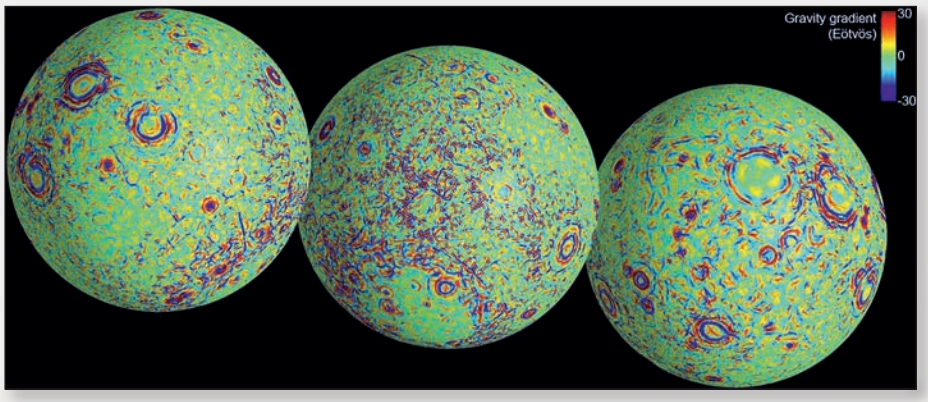
[2] Сэлли Райд, основательница фонда Sally Ride Science, умерла от рака 23 июля 2012 г. — ВПВ №8, 2012, стр. 31

[3] ВПВ №6, 2009, стр. 2; №11, 2010, стр. 5



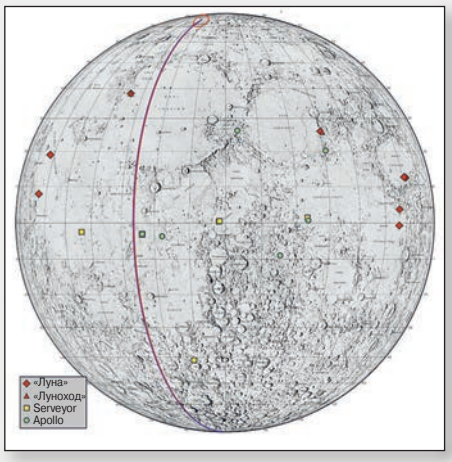
NASA/ARC/MIT

Слева представлена карта гравитационного поля Луны, составленная по данным американского спутника Lunar Prospector в 1998-99 гг.; справа — карта, базирующаяся на данных миссии GRAIL. Прекрасно заметна разница в качестве полученной информации, в особенности касающейся обратной стороны Луны (центральная часть карт). Условными цветами представлены различные значения отклонения от средней величины ускорения свободного падения, измеряемые в миллигалилеях (mGal; 1 Gal = 1 см/с²).



NASA/JPL-Caltech/CSM

Карта градиентов лунного гравитационного поля, рассчитанных по данным миссии GRAIL. Красный и синий цвет соответствуют наиболее сильным отклонениям от среднего значения в положительную или отрицательную сторону. Единица измерения градиента — Эотвош (Eotvos), представляющий собой отношение разности значений ускорения свободного падения к расстоянию между точками измерения и выражаемый в обратных квадратных секундах ($с^{-2}$).



NASA/JPL-Caltech

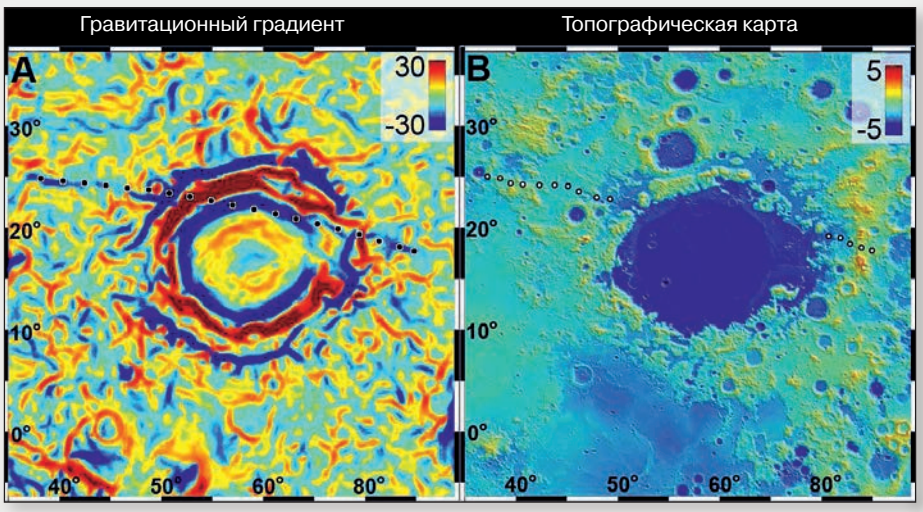
Последний участок траектории аппаратов Ebb и Flow перед падением на лунную поверхность.

ся кратеры позже будут сфотографированы американским зондом Lunar Reconnaissance Orbiter.[3]

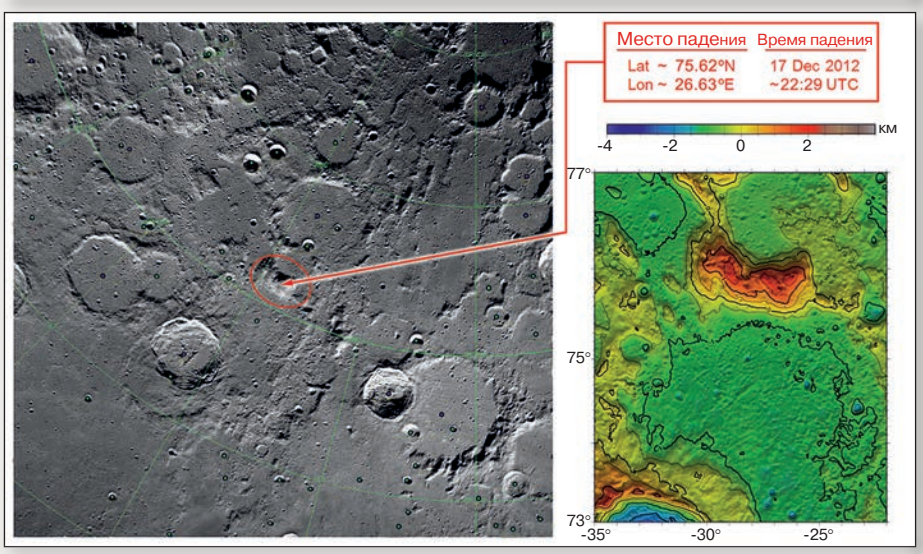
Источник:
spaceflight101.com

➢ *Одно из открытий, сделанных в ходе миссии GRAIL, заключается в том, что на протяжении как минимум первого полумиллиарда лет своей истории Луна расширялась. На этой стадии ее поверхность покрылась множеством разломов, ставших, по сути, первыми деталями лунного рельефа. Многие из этих разломов, почти неразличимые под слоями более поздних напластований, но выделяющиеся на картах гравитационных градиентов, искажаются или даже полностью пропадают в пределах весьма древних ударных бассейнов — это говорит о том, что они образовались еще раньше (однако не раньше того момента, когда верхний слой лунной коры затвердел). На приведенном участке карты показан один из таких гигантских разломов, четко различимый по обе стороны Моря Кризисов (средний диаметр — 418 км, возраст — от 4,5 до 3,85 млрд. лет), но отсутствующий внутри него.*

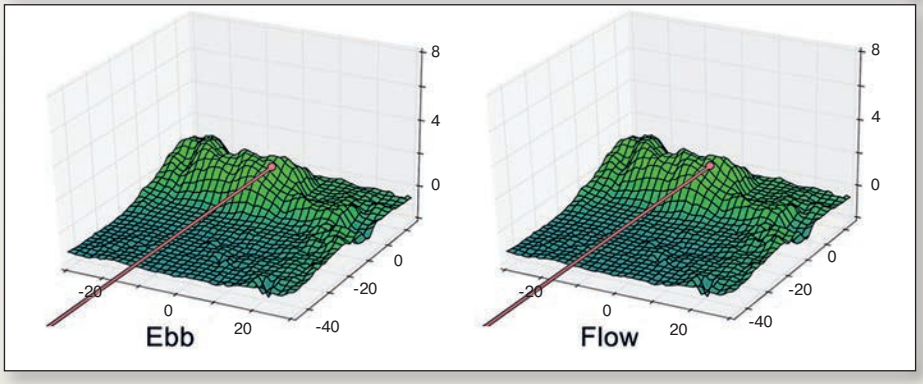
➢ *Гора, в которую врезались два космических аппарата, является частью вала большого ударного кратера и расположена в точке с селенографическими координатами 75,62˚ с.ш., 26,63˚ з.д. Ее высота превышает 2 км. До сих пор она не имела официального названия.*
Спутники подлетели к горе с юга, постепенно снижаясь. Первым ее склона достиг аппарат Ebb (в 22:28:40 UTC), на 20 секунд позже в 20-40 м от него упал Flow. Точка падения в это время располагалась на неосвещенной стороне Луны, поэтому ожидается, что некоторым наземным обсерваториям удалось сфотографировать сопровождавшую его вспышку. Дополнительно съемку района падения произвел зонд Lunar Reconnaissance Orbiter — в его задачи входило изучение спектроскопическими методами пылевых частиц и летучих веществ, выделившихся при столкновении.



NASA/JPL-Caltech/CSM



NASA/GSFC



NASA/JPL-Caltech/MIT/GSFC

Китайский зонд впервые сблизился с астероидом



КА «Чанъэ-2»

12 декабря 2012 г. в 6 часов 40 минут по всемирному времени астероид Тутатис (4179 Toutatis) прошел на расстоянии 0,046 астрономической единицы — или же 6,9 млн. км — от нашей планеты.[1] Спустя почти 26 часов, 13 декабря в 8:30 UTC, вблизи астероида пролетел китайский космический аппарат «Чанъэ-2». Минимальное расстояние между ним и «небесным камнем» составило всего 3,2 км (это меньше длины астероида).

Первоначальной задачей зонда «Чанъэ-2», запущенного 1 октября 2010 г.,[2] было исследование Луны, в том числе фотосъемка ее поверхности с разрешением до полутора метров. После завершения основной научной программы он был направлен в точку Лагранжа L_2 системы «Земля-Солнце»,[3] а далее китайское космическое ведомство приняло решение перевести его на траекторию сближения с Тутатисом, рассчитывая на пролет в пределах 200 км от цели.[4] Точность «наведения» в итоге оказалась почти на два порядка выше, однако это не сильно помогло улучшить качество полученных снимков, поскольку сближение происходило с относительной скоростью 10,73 км/с, для которой камеры «Чанъэ-2» не приспособлены (скорость движения зонда по окололунной орбите была меньше 2 км/с). Поэтому фотографирование велось с расстояния от 240 до 93 км. Тем не менее, полученные результаты все равно впечатляют, учитывая тот факт, что Китай впервые посылает свой космический аппарат к объекту, гравитационно не связанному с Землей.

Наиболее качественными изображениями Тутатиса на данный момент являются результаты обработки данных его зондирования 12-13 декабря текущего года с помощью 70-метрового радиотелескопа в Голдстоуне (Калифорния, США). Их разрешение достигает 3,75 м на пиксель. В целом они хорошо соответствуют картине, запечатленной китайским зондом. Сейчас «Чанъэ-2» продолжает удаляться от Земли, двигаясь по межпланетной траектории и осуществляя исследования окружающего пространства.

Источники:
Asteroid Toutatis Slowly Tumbles by Earth. — JPL Press Release 2012-397; Weibo/Xinhua.

[1] ВПВ №10, 2012, стр. 24
[2] ВПВ №10, 2010, стр. 24
[3] ВПВ №8, 2010, стр. 4
[4] ВПВ №7, 2012, стр. 23

Снимки астероида Тутатис (4179 Toutatis), полученные китайским космическим аппаратом «Чанъэ-2».

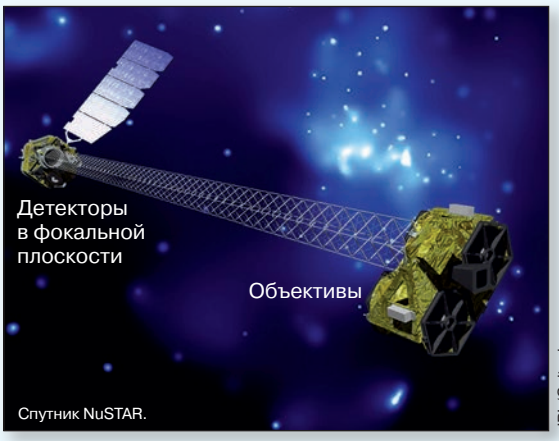


NASA/JPL-Caltech

Радарное изображение Тутатиса, полученное с помощью 70-метрового радиотелескопа NASA в Голдстоуне (Калифорния) 12-13 декабря 2012 г.

Weibo/Xinhua

Телескоп NuSTAR зарегистрировал вспышку в центре Галактики



Спутник NuSTAR.

JPL/Caltech

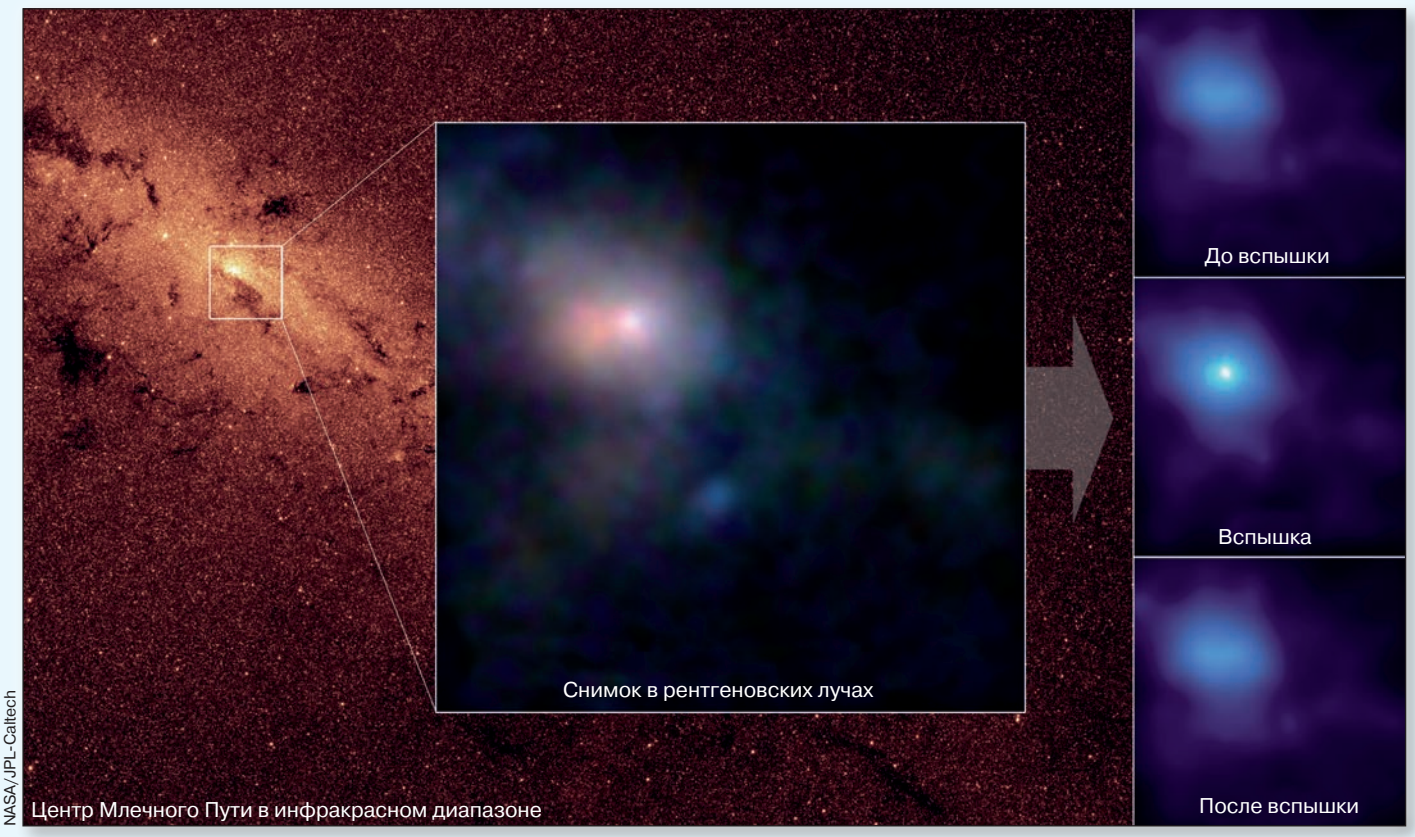
Nuclear Spectroscopic Telescope Array (NuSTAR) — единственный телескоп, способный фокусировать высокоэнергетическое рентгеновское излучение — был выведен на орбиту 13 июня 2012 г.[1] В июле с его помощью впервые проводились наблюдения компактного радиоисточника Стрелец A* в центре нашей Галактики, предположительно представляющего собой гигантскую черную дыру.[2] В ходе них было зафиксировано резкое увеличение ее яркости, которое длилось несколько часов. Параллельно на этот же объект направили орбитальный телескоп Chandra (низкоэнергетический рентгеновский диапазон) и 9-метровый рефлектор Keck I на вершине Мауна Кеа на Гавайях[3] (инфракрасная область спектра).

По сравнению с черными дырами (ЧД) в центрах других галактик Стрелец A* ведет себя относительно спокойно. Активные ЧД, как правило, поглощают все доступное им вещество в ближайших окрестностях, причем интенсивность поглощения определяется их массой. ЧД в центре Млечного Пути, наоборот, демонстрирует весьма умеренные темпы поглощения. Когда в ее гравитационные «объятия» все же попадают звезды, массивные облака газа или даже астероиды — они разрушаются мощными силами тяготения, а их «обломки», падая на ЧД, вызывают выделение огромных количеств энергии.[4] Приборы на борту NuSTAR, статус которых можно определить как совершеннейшие в своем классе инструменты, регистрируют рентгеновские лучи, испускаемые нагретым до 100 млн. градусов веществом. Это излучение приходит из областей пространства, где скорость частиц приближается к скорости света.

Ученые надеются, что анализ полученных с помощью NuSTAR данных, в совокупности с результатами наблюдений в других диапазонах электромагнитных волн, поможет им лучше понять физику процессов поглощения вещества черной дырой и увеличения ее размеров. Астрономы уже давно предполагали, что эти процессы должны сопровождаться генерацией потока жестких рентгеновских лучей, и появление на орбите первого телескопа, имеющего чувствительность и разрешающую способность, достаточную для регистрации и наблюдений этого излучения, позволит ответить на много спорных вопросов, касающихся загадочных сверхмассивных космических объектов.

Источник:
Pointing X-ray Eyes at our Resident Supermassive Black Hole. — NASA Press Release, Oct. 23, 2012.

[1] ВПВ №6, 2012, стр. 30; №7, 2012, стр. 16
[2] ВПВ №12, 2005, стр. 14; №10, 2008, стр. 13
[3] ВПВ №4, 2007, стр. 4
[4] ВПВ №6, 2010, стр. 4



Центр Млечного Пути в инфракрасном диапазоне

NASA/JPL-Caltech

Hubble разглядел следы столкновения галактик

Спиральная галактика NGC 3344, удаленная от нас на расстояние в 25 млн. световых лет, не смогла утаить от пристального «взгляда» орбитального телескопа Hubble некоторые особенности своей структуры, присущие многим галактикам подобного типа. Телескоп обнаружил достаточно часто наблюдаемые внешнее и внутреннее туго «закрученные» кольца, соединенные перемычкой, проходящей через центральные области галактики, которые населены в основном молодыми звездами и обрамлены плотной «бахромой» областей звездообразования. Эта перемычка (бар) — всего лишь протяженное сгущение звезд и пыли в центре звездной системы. Подобные структуры найдены примерно в двух третях спиральных галактик, поэтому NGC 3344 не является исключением из общего правила, хотя ее бар не столь четко выражен.

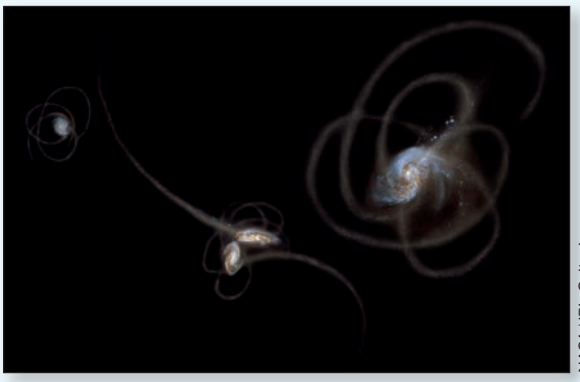
Высокая плотность звезд в центральных областях таких галактик естественным образом влияет на движение остальных, более удаленных от центра объектов. Однако в этом отношении NGC 3344 поставила астрономов в тупик: особенности движения звезд вдали от ее центра совсем не укладываются в типичную и знакомую им картину — эти звезды как бы «не замечают» наличия бара. Одна из гипотез, предложенных для объяснения особенностей динамики вращения периферийных областей этой системы, предполагает имевшее место в прошлом ее тесное сближение с другой галактикой, сильно «похудевшей» после встречи. Эта красивая гипотеза не противоречит расчетам, но, тем не менее, требует дальнейших наблюдений. Следует отметить, что сценарии подобных взаимодействий — вплоть до полного поглощения более мелкой галактики более крупной — являются излюбленным вариантом объяснения многих необычных и загадочных галактических структур.

Источник:
Hubble Sees Galaxy in a spin. — NASA Press Release, Oct.19, 2012.



ESA/Hubble & NASA

Космический телескоп Spitzer увидел свет одиноких звезд



NASA/JPL-Caltech

Так в представлении художника выглядят шлейфы звезд, выброшенных при столкновениях галактик приливными силами в межгалактическое пространство. По данным космического телескопа Spitzer (NASA), они являются основным источником загадочного инфракрасного фонового излучения, поступающего со всей небесной сферы.

Одной из интереснейших и малоисследованных проблем современной астрономии является проблема инфракрасного фонового свечения неба. Доминировавшая на протяжении долгого времени теория предлагает рассматривать в качестве первопричины этого фона свечение звезд, не входящих в состав галактик. Собственный блеск таких звезд весьма слаб, и «поодиночке» они просто не видны, но их совокупное излучение можно наблюдать соответствующими инструментами. Причину появления таких изолированных светил в межгалактическом пространстве некоторые астрономы усматривают в последствиях катастрофических столкновений галактик между собой,[1] вследствие чего звезды, принадлежавшие им до начала слияния, оказались выброшенными за пределы их сферы тяготения, в относительно свободную внегалактическую среду.

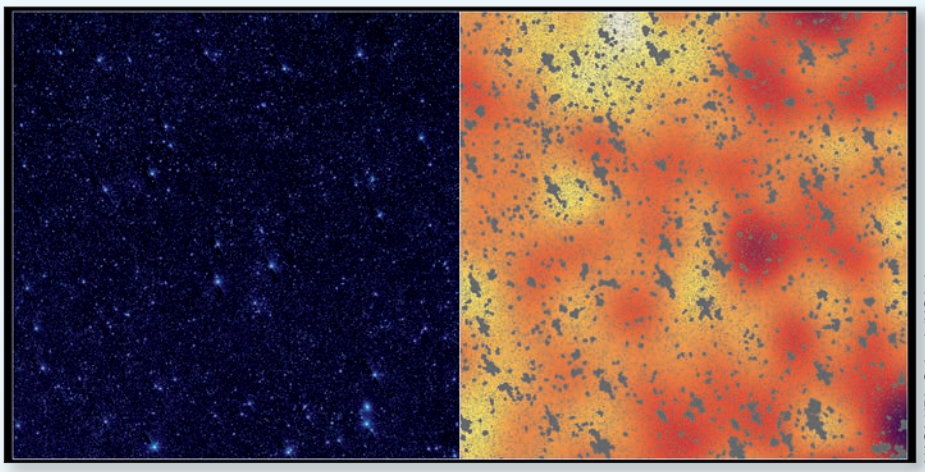
Новая гипотеза, базирующаяся на данных телескопа Spitzer,[2] предлагает рассматривать подобную инфракрасную «засветку» как доказательство существования очень слабого излучения первых звезд и галактик, возникших на ранних стадиях эволюции Вселенной. Группа исследователей проанализировала результаты фотографирования этим телескопом части небесной сферы, называемой «полем Волопаса» и охватывающей дугу, эквивалентную размеру 50 дисков полной Луны. Недостаточная чувствительность аппаратуры, связанная с исчерпанием запасов охладителя приемника излучения, компенсировалась большим размером исследованного поля, что способствовало повышению пространственной разрешающей способности. Обработав результаты более чем 250 часов наблюдений, астрономы пришли к выводу, что «узор» инфракрасного свечения не согласуется с теорией и компьютерными моделями вклада «первобытных» объектов, и вдобавок оно оказалось заметно ярче ожидаемого: первые галактики, согласно расчетам, были не столь крупными и многочисленными по сравнению с нынешней эпохой. Поэтому ученые переосмыслили предыдущую теорию, в которой основную роль должен играть «внутрикластерный» или межгалактический звездный свет.

Теория предсказывает диффузию (истечение) звезд за пределы галактического гало — во внешний ореол и в пустоты между скоплениями галактик. Ее можно объяснить двумя явлениями. В ранней истории нашей Вселенной по мере увеличения размеров галактик они сталкивались друг с другом и приобретали излишки массы. Их гравитационные поля «переплетались», при этом отдельным скоплениям звезд удавалось освободиться от притяжения конкретной галактики и удалиться от нее. Другой механизм рассматривает рост галактик вследствие поглощения более крупными более мелких. Звездные скопления при этом дробились и рассеивались в межгалактическом пространстве. Этот процесс приводил к появлению так называемых «блуждающих звезд». Его уже смогли промоделировать в ходе компьютерных симуляций, однако только сейчас он, похоже, получил непосредственное наблюдательное подтверждение.

Чтобы убедиться в том, что именно процесс «разбрызгивания звезд» вносит существенный вклад в инфракрасный фон, необходимы дополнительные исследования — например, следовало бы найти аналогичный «световой узор» в видимом диапазоне. В этом плане ученые возлагают большие надежды на James Webb Space Telescope (JWST) — внеатмосферный инструмент нового поколения.[3] Возможно, именно он окончательно внесет ясность в этот сложный вопрос. Высокая чувствительность этого телескопа в инфракрасном диапазоне позволит не только непосредственно увидеть самые ранние звезды и галактики, но и разглядеть «блуждающие» звезды на окраинах галактик и даже в межгалактическом пространстве.

Источник:
NASA's Spitzer Sees Light of Lonesome Stars. — NASA Press Release 2012-334.

[3] ВПВ №10, 2009, стр. 10



NASA/JPL-Caltech/UC Irvine

На изображении слева показан снимок участка неба, называемого «полем Волопаса», в инфракрасных лучах; справа — выделенное в результате компьютерной обработки фоновое инфракрасное свечение этого же участка, сфотографированное космическим телескопом Spitzer. Свет каждой отдельно взятой звезды слишком слаб, чтобы этот инструмент смог его «уловить», но их общее излучение оказывается вполне достаточным, чтобы уверенно его зарегистрировать.

[1] ВПВ №7, 2012, стр. 13
[2] ВПВ №9, 2009, стр. 25; №10, 2009, стр. 4

«Кактус» для мягкой посадки

К 45-летию создания ЦНИИ РТК

Александр Железняков,
академик Российской академии космонавтики им. Циолковского, советник президента РКК «Энергия» (специально для журнала «Вселенная, пространство, время»)



http://www.rtc.ru/

Главное здание Центрального научно-исследовательского института робототехники и технической кибернетики.

Официальной датой рождения Центрального научно-исследовательского института робототехники и технической кибернетики (ЦНИИ РТК) считается 29 января 1968 г., когда министром высшего и среднего специального образования РСФСР был подписан приказ № 15сс о создании Особого конструкторского бюро технической кибернетики (ОКБ ТК) при Ленинградском политехническом институте имени М.И.Калинина (ныне Санкт-Петербургский государственный технический университет). Но на самом деле история организации началась за три года до этой даты.

Одной из актуальнейших проблем того времени было создание системы мягкой посадки для пилотируемых космических кораблей. Не обеспечив должной безопасности космонавтов, не стоило говорить о возможности стремительного освоения околоземного пространства, что тогда казалось задачей уже ближайших лет. К сожалению, теоретики космонавтики ошиблись — до сего дня полеты человека в космос осуществляются довольно редко и являются уделом в основном профессионалов.

Как известно, на первых пилотируемых кораблях типа «Восток» системы мягкой посадки не было. Космонавты катапультировались из кабины спускаемого аппарата (СА) на высоте около семи километров и опускались на Землю под куполом парашюта. Так приземлялись Юрий

Гагарин, Герман Титов, Андриан Николаев, Павел Попович, Валерий Быковский и Валентина Терешкова.

Однако для кораблей с несколькими космонавтами на борту такой вариант посадки был неприемлемым: установить в спускаемом аппарате не одну, а 2-3 (по числу членов экипажа) катапульты не позволяли его массогабаритные параметры.

На «Восходах» — под таким именем вошел в историю космонавтики многоместный вариант «Востока» — задачу обеспечения мягкой посадки решили следующим образом. На днище СА были установлены пороховые двигатели, которые срабатывали на определенной высоте и гасили вертикальную составляющую скорости аппарата, обеспечивая мягкое касание земной поверхности. Трудность заключалась в определении момента включения этих двигателей. Вначале было предложено после раскрытия парашютов выдвинуть из корпуса СА телескопический штырь, который в момент соприкосновения с землей замыкал электрический контакт, выдавая сигнал на включение. Однако такое простое на первый взгляд техническое решение при испытаниях оказалось ненадежным. Устройство не всегда срабатывало при посадке на рыхлый грунт и тем более на воду. Растительность и другие случайные преграды, наоборот, могли вызвать его преждевременное срабатывание. Кроме того, штырь давал сбои при наличии значительной горизонтальной составляющей скорости аппарата — например, при сильном ветре.

К счастью, оба полета «Восходов»[1] прошли успешно, и у конструкторов появилось время для создания действенной системы мягкой посадки кораблей, которые должны были прийти им на смену.

Для создания эффекта мягкой посадки путем уменьшения скорости спуска непосредственно перед соприкосновением с поверхностью Земли требовалось обеспечить довольно приличную точность выдачи сигнала по высоте, желательно — с поправкой на величину вертикальной скорости. Несвоевременное включение двигателей при определенных условиях могло привести к травмированию и даже гибели космонавтов.

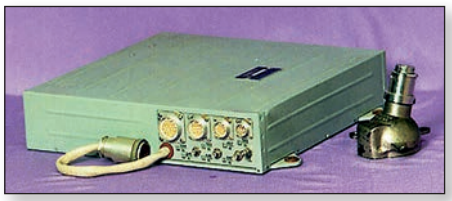
Для того, чтобы вовремя сформировать нужную команду, следовало создать соответствующий измерительный прибор. Сложность проблемы определялась жесткими техническими требованиями. Необходимо было обеспечить абсолютную всепогодность, нечувствительность прибора к наклонам аппарата и боковому сносу. Точность срабатывания не должна была зависеть от того, куда садится СА: на воду, лед, снег или твердую почву с растительностью. Наконец, предполагалось, что система будет работать через обшивку аппарата и удовлетворять очень жестким требованиям по надежности, а также массогабаритным параметрам.

Анализ уже существовавших высотомеров малых высот и других похожих измерительных средств показал, что все они не удовлетворяют этим требованиям, и необходимо найти какое-то принципиально новое решение, причем в кратчайшие сроки. Этим и занялась группа сотрудников кафедры автоматики и телемеханики электромеханического факультета ЛПИ во главе с доктором технических наук Евгением Ивановичем Юревичем.

Техническое задание на разработку гамма-лучевого высотомера (ГЛВ) — так назвали новый прибор — было выдано 23 марта 1965 г., а 7 июня кафедра заключила с ОКБ-1 договор № 435/1189 со сроком окончания работы и представлением функционального макетного образца 25 декабря того же года.

Уже в июле 1965 г. представителям знаменитого ОКБ-1, возглавляемого С.П.Королевым, был продемонстрирован действующий макет системы управления двигателями мягкой посадки (ДМП), получившей в дальнейшем шифр «Кактус». Значительный вклад в создание этого «изделия» внесли первые сотрудники будущего ОКБ ТК: А.А.Касьяненко, В.Д.Котенев, И.Д.Плотников, В.А.Тепляков, Л.Я.Набатов, Л.Н.Матвеева, И.М.Абашина, Л.Н.Губанова, А.Я.Городецкий, В.Л.Окунь.

Темпы были поистине космические, а полученные результаты произвели настолько сильное впечатление на заказчика, что на правительственном уровне сразу же было принято решение о скорейшем создании промышленных об-



Система "Кактус": передатчик (справа) и приемник.

разцов предложенной системы и проведении их государственных летно-конструкторских испытаний в составе спускаемого аппарата. Для производства системы был выбран один из серийных заводов Министерства общего машиностроения СССР, а 18 февраля 1966 г. от заместителей министров трех министерств проректору по научной работе ЛПИ и директору завода поступило правительственное задание: обеспечить изготовление первых 13 комплектов «Кактуса» с точным указанием даты поставки каждого комплекта и докладом об исполнении.

Первые испытания СА нового космического корабля «Союз» были проведены весной 1966 г. в Крыму на опытном аэродроме ВВС под Феодосией. Сбросы аппарата с самолета на сушу и в море осуществлялись при различных погодных условиях. Точность работы системы оценивалась по телеметрическим данным об ускорениях и динамических нагрузках, испытываемых аппаратом при посадке. После положительного заключения госкомиссии по этим испытаниям начались работы со штатными беспилотными космическими аппаратами на полигоне Байконур.

Традиционно перед применением новой системы на пилотируемом корабле требовалось проведение трех последовательных успешных тестов на беспилотных объектах. Но с этим как раз и возникли определенные проблемы.

Вначале «Кактус» установили на СА корабля «Союз», который под названием «Космос-133» был выведен на околоземную орбиту 28 ноября 1966 г. Но испытать систему в действии не удалось. Уже на первом витке было израсходовано все топливо двигателей ориентации, что сделало невозможным дальнейший управляемый полет. При посадке снижение проходило по нерасчетной траектории, что привело к срабатыванию системы аварийного подрыва объекта (АПО).

[1] ВПВ №4, 2010, стр. 22



Мягкая посадка возвращаемой капсулы «Союза» обеспечивается системой «Кактус».

Вторую систему «Кактус» собирались опробовать на СА следующего корабля «Союз», попытка пуска которого в беспилотном варианте была предпринята 14 декабря 1966 г. После прохождения команды «Зажигание» отказал двигатель одного из боковых блоков первой ступени ракеты-носителя, что вынудило отменить старт. При подведении ферм обслуживания самопроизвольно сработала система аварийного спасения корабля (САС) и начался пожар. Ракета взорвалась, уничтожив стартовый комплекс. Один человек погиб. Но, несмотря на нештатную ситуацию, система сработала нормально: СА, отстреленный от корабля, отлетел от стартовой площадки примерно на 300 м, в верхней точке траектории был выпущен парашют, подано питание на «Кактус», и он обеспечил включение ДМП.

Третий комплект «Кактуса» отправился в космос 7 февраля 1967 г. Но и этот полет прошел совсем не так, как предполагалось. Многочисленные неполадки бортовых систем не позволили полностью выполнить программу. Снижение корабля происходило по более крутой траектории, чем планировалось, что вызвало прогар оболочки и разгерметизацию. Приводнение произошло на поверхность Аральского моря. Разогретый СА проплавил лед и затонул. Но система мягкой посадки и в этих условиях сработала штатно.

К сожалению, и следующий «Кактус» оказался в экстремальной ситуации. Он был установлен на корабле «Союз» с Владимиром Комаровым. Из-за нераскрытия парашюта СА врезался в землю и космонавт погиб.

Это печальное событие, которое нанесло серьезный удар по советской пилотируемой космонавтике, заставило конструкторов взяться за доработку всех систем корабля и вернуться к беспилотным пускам.

Следующий старт «Союза» состоялся 27 октября 1967 г. Под именем «Космос-186» корабль отправился в полет для встречи с «Космосом-188». 30 октября впервые в мире была осуществлена орбитальная стыковка двух автоматических аппаратов, а на следующий день СА «Космоса-186» благополучно приземлился на территории Советского Союза. Мягкую посадку обеспечила работа «Кактуса». Вероятно, все прошло бы нормально и 2 ноября, когда ждали возвращения на Землю СА «Космоса-188». Однако, как и в первом полете «Союза», при снижении корабль оказался на нерасчетной траектории, и система АПО его уничтожила.[2]

Наступивший 1968-й год принес много нового коллективу Е.И.Юревича. Самым важным стало создание в начале года ОКБ ТК и продолжение работ по совершенствованию системы «Кактус». На 1968 г. пришлись и первые серьезные проблемы, вставшие перед разработчиками.

В это время начались работы по созданию системы мягкой посадки для лунных кораблей, предназначенных для доставки советских космонавтов на поверхность Луны. При очередных самолетных испытаниях на полигоне в Крыму произошло преждевременное срабатывание ДМП по вине системы «Кактус». Ситуация усугубилась тем, что в алгоритме работы системы после выдачи команды на включение двигателей с небольшой задержкой был предусмотрен сигнал на отцепку парашюта — чтобы он после приземления СА не опрокидывал его и не тащил по земле. Срабатывание «Кактуса» на высоте нескольких сотен метров привело к отцепке парашюта и, как следствие, к свободному падению объекта. Это было серьезное происшествие, так как укрепившийся к тому времени оптимизм в отношении продолжения пилотируемых космических полетов сразу сменился разочарованием специалистов и раздражением начальства, поскольку система не имела альтернативы.

[2] ВПВ №11, 2007, стр. 26

Наземные комплексные испытания штатного СА позволили быстро установить причину ложного срабатывания: «виновными» оказались помехи от цепей питания других систем. Отстроиться от помех и продемонстрировать это с многократным запасом не составило большого труда. Сложнее было убедить госкомиссию и специалистов ОКБ-1 в надежности полученных результатов. Тем не менее, проблему удалось решить так эффективно и на таком безупречном научном уровне, что за сотрудниками ОКБ ТК надолго закрепилась репутация «специалистов по борьбе с помехами».

И вот, после изнурительного повторения всего цикла уже пройденных ранее испытаний «Кактуса» (как наземных, так и в составе беспилотных СА), госкомиссией было принято решение о продолжении пилотируемых полетов.

Первое время для дополнительной страховки применялись пятиканальные (вместо трехканальных) системы «Кактус». Только после нескольких срабатываний без замечаний было разрешено вернуться к основной трехканальной схеме, работающей по мажоритарному принципу («голосование» 2 из 3). Такая схема сохранилась до настоящего времени, являясь базовой для всех последующих модификаций системы и устройств другого назначения.

Первый раз в пилотируемом полете «Кактус» был использован на корабле «Союз-3» с Георгием Береговым. И хотя программа полета оказалась невыполненной, мягкая посадка прошла безупречно. С этого момента система прочно вошла в состав корабля. Летает она и сейчас.

За 30 с лишним лет эксплуатации произошло лишь два отказа, которые, к счастью, не повлекли за собой серьезных последствий. Система отказала 3 июня 1980 г. при возвращении со станции «Салют-6» советского космонавта Валерия Кубасова и венгерского космонавта Берталана Фаркаша (Bertalan Farkas) на корабле «Союз-35», а также 14 августа 1997 г. при посадке российских космонавтов Василия Циблиева и Александра Лазуткина на «Союзе ТМ-25».[3]

Работа над «Кактусом» была отличной школой для молодого коллектива. Следующим шагом стало создание системы «Квант» для обеспечения мягкой посадки на поверхность Луны автоматических межпланетных станций, создававшихся в конце 1960-х годов Г.Н.Бабакиным в НПО им. Лавочкина.

Жесткие требования к массогабаритным параметрам аппаратуры обусловили достижение их рекордных значений, даже несмотря на то, что «Квант» должен был работать в открытом космосе. Применение нового изделия обеспечило посадку на поверхность естественного спутника Земли станции «Луна-16» с последующим возвращением на нашу планету с образцами лунного грунта, а позже — доставку на Луну самоходного аппарата «Луноход-1».[4] Еще одной особенностью новой системы являлась возможность ее функционирования через факел работающего двигателя. Для экспериментальных исследований этого режима были использованы стенды КБ главного конструктора ракетных двигателей А.М.Исаева.

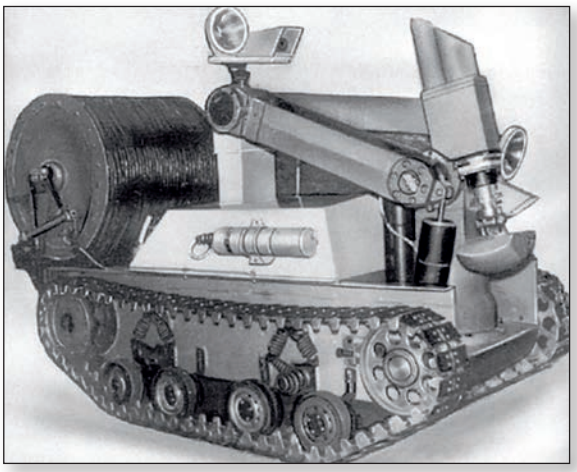
Впоследствии подобные высотомерные системы появились на вертолетах, крылатых ракетах, контейнерах для десантирования тяжелого вооружения, породив новое научно-техническое направление — создание фотонной техники, которое сегодня является для ЦНИИ РТК одним из основных.

* * *

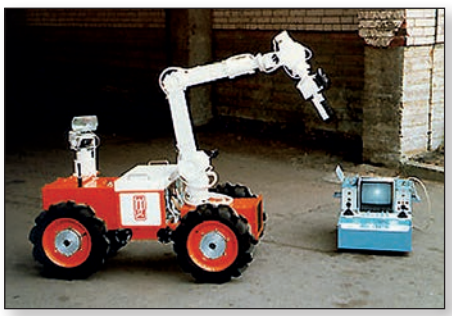
Наиболее ответственным заданием для института стала разработка систем управления ручной стыковкой космических кораблей. В 1969 г. после нескольких срывов стыковок на орбите[5] из-за отказов штатной системы автоматики госкомиссией было принято решение о прекращении пусков до тех пор, пока она не будет зарезервирована дублирующей системой с другим принципом действия.

ОКБ ТК поручили срочно обеспечить возможность перехода к ручной стыковке в случае отказа автоматической системы. В максимально сжатые сроки была разработана оригинальная фотонная схема, наиболее обеспеченная к тому времени соответствующей элементной базой. Примерно через год ее смонтировали на долговременной орбитальной станции (ДОС). Новая система измеряла и выдавала на пульт космонавту в стыкующемся со станцией корабле «Союз» значения дальности, относительной скорости и относительных углов ориентации. На экране пульта в координатах «дальность-скорость» высвечивалась точка, соответствующая положению корабля, и наносился коридор, по которому космонавт «вводил» эту точку в начало координат, что означало выполнение операции стыковки. Одновременно необходимо было обеспечить нулевое значение относительных углов ориентации.

Новой задачей фотонной техники стало измерение массового расхода компонентов топлива. В 1972 г. для днепропетровского КБ «Южное»



Робот «Малыш» для Чернобыльской АЭС.



Радиоуправляемый робот-разведчик (справа — пульт управления) для поиска радиоактивных объектов, оборудованный гамма-локатором и манипулятором с детектором ионизирующего излучения и тремя телевизионными камерами.

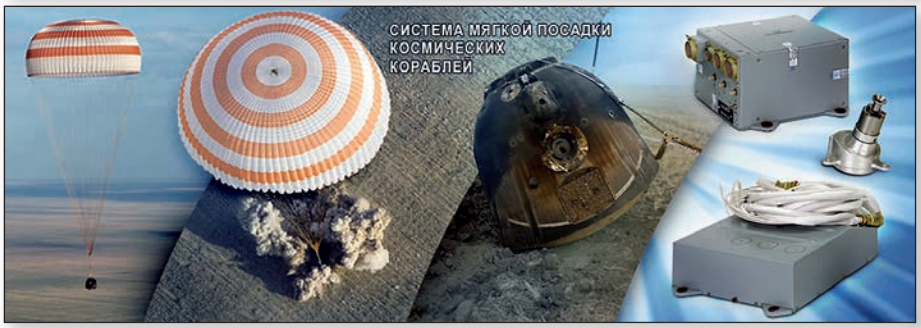
[3] ВПВ №6, 2010, стр. 35

[4] ВПВ №9, 2005, стр. 28

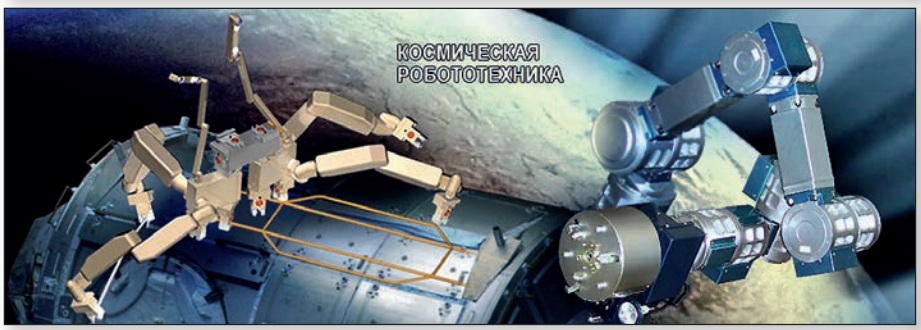
[5] После уже упомянутого полета «Союза-3» в октябре 1968 г., в ходе которого он должен был состыковаться с беспилотным «Союзом-2» (ВПВ №11, 2007, стр. 28), неудачей закончилась также попытка стыковки двух пилотируемых кораблей «Союз-7» и «Союз-8» годом позже.













Здания ЦНИИ РТК.

была разработана система контроля расхода топлива в двигателях новой межконтинентальной баллистической ракеты, позволившая увеличить дальность ее полета на 25%. Развитием этого направления стало производство уникальных систем измерения массового расхода и фазового состава многокомпонентных жидкостей, включая нефть, а также объема различных жидкостей в топливных и масляных баках и т.п.

На рубеже 1960-1970-х годов опять же для конструкторов из Днепропетровска была создана система поиска головных частей (ГЧ) ракет. В них помещался изотопный источник гамма-излучения, способный работать после любых ударных и прочих воздействий. Район предполагаемого падения сканировался низколетящим вертолетом с гамма-локатором. В ходе всех испытаний ГЧ обнаруживались меньше чем за час. Задача усложнялась в тех случаях, когда падение происходило в болото или в воду, где излучение от источника значительно ослаблялось. В ходе выполнения этих работ в тематике ЦНИИ появилось новое направление — радиационный мониторинг и разведка.

Институтом были также разработаны системы управления бортовой энергетикой космических кораблей, системы жизнеобеспечения и контроля герметичности космических аппаратов.

Одной из главных областей исследований и разработок ОКБ ТК стала робототехника. Работы в этом направлении начались в 1968-1969 гг. с создания систем управления манипуляторами подводных аппаратов Института океанологии Академии наук СССР и ВМФ. Самой ответственной прикладной разработкой по робототехнике в начале 70-х годов стало создание системы бортовых манипуляторов (СБМ) для космического корабля многоразового использования «Буран».[6] Их основное назначение — выполнение погрузочно-разгрузочных операций на околоземной орбите, включая извлечение из корабля и выведение на орбиту полезной нагрузки, захват свободно движущихся по орбите объектов и помещение их в грузовой отсек, а также выполнение операций

[6] ВПВ №11, 2008, стр. 28

инспекции, технического обслуживания и ремонта спутников. В состав СБМ вошли два шестистепенных шарнирных манипулятора длиной 15 м, размещенных по бортам корабля с двух сторон грузового отсека, пульт управления, а также две передающие телекамеры, имеющие две степени подвижности.

Со второй половины 1986 г. коллектив института занимался работами по ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Было создано полтора десятка мобильных роботов для изучения радиационной обстановки и очистки станции от радиоактивного мусора. Около двухсот сотрудников института с июня 1986 г. по апрель 1987 г. с помощью этих аппаратов обследовали более 15 тыс. м^2 и очистили около 5 тыс. м^2 наиболее зараженной части территории станции.

После завершения работ на Чернобыльской АЭС была разработана концепция развития экстремальной робототехники. Для ЦНИИ РТК эта тематика стала одной из основных.

Рубеж 1980-1990-х годов (да, пожалуй, и все 1990-е годы) был нелегким для коллектива института, как и для всей страны. Сокращалось финансирование, пришлось отказаться от многих важных направлений работы. Например, в начале последнего десятилетия XX века была свернута программа «Буран» — одна из самых ярких страниц советской космонавтики, в которой коллектив института сыграл не последнюю роль.

Сегодня ЦНИИ РТК продолжает работать на российский космос, причем в последние три-четыре года объемы работ существенно возросли.

В тематике института появились работы, связанные с дистанционным зондированием Земли.[7] В последнее время это направление стало особенно актуальным. Мониторинг акватории морей и океанов с целью определения их загрязненности, выявление закономерности сезонных колебаний уровней рек и озер, оперативное оповещение о пожароопасной обстановке, прогнозирование грядущих стихийных бедствий — вот далеко не полный перечень того, что сегодня может дать нам космос. В ЦНИИ РТК создан и успешно функционирует Центр приема и обработки спутниковой информации (с борта не только российских, но и зарубежных спутников), позволяющий решать эти задачи.

В области экстремальной робототехники создаются и поставляются заказчикам комплексы радиационной разведки нового поколения, позволяющие вести поиск и определять местоположение и параметры локальных источников гамма- и нейтронного излучения — как с борта летательных аппаратов, так и с наземных транспортных средств. Наземные робототехнические системы позволяют осуществлять эвакуацию обнаруженных источников излучения. В июле 2000 г. такой робот-разведчик был использован в городе Грозный при проведении Министерством по чрезвычайным ситуациям спецоперации по поиску и эвакуации высокоактивных источников радиации.

В связи с принципиальной научно-технической тематикой работ на базе института почти с самого начала его деятельности была организована подготовка соответствующих кадров, в том числе высшей квалификации, организована кафедра технической кибернетики, в 1984 г. осуществившая выпуск инженеров по робототехнике. В дальнейшем на базе ЦНИИ РТК возник целый факультет Политехнического университета в составе трех кафедр: «Мехатроника и роботостроение», «Телематика» и «Интегрированные компьютерные технологии в промышленности». Особенность учебного процесса — максимальное приобщение студентов к работе в лабораториях института: сперва — в порядке выполнения плановых научно-исследовательских работ под руководством опытных сотрудников, затем — в качестве совместителей, техников и инженеров.

Разработки института стабильно пользуются спросом, его сотрудники успешно решают новые, все более и более сложные задачи, развивая важные для страны отрасли науки и помогая России оставаться на передовых рубежах научно-технического прогресса.

[7] ВПВ №7-8, 2009, стр. 17

Беспилотный шаттл отправился в третий полет

11 декабря 2012 г. в 18:03 UTC с площадки SLC-41 станции ВВС США «Мыс Канаверал» осуществлен пуск ракеты-носителя Atlas 5 с мини-шаттлом X-37B-OTV-3. Как и в случае с предыдущими запусками военного беспилотника X-37B, состоявшимися в апреле 2010 г.[1] и марте 2011 г.,[2] цель нынешней миссии не разглашается.



[1] ВПВ №5, 2010, стр. 28
[2] ВПВ №3, 2011, стр. 16

Следующий полет «Дракона» отложен на месяц

Как заявили представители NASA, следующий старт ракеты-носителя Falcon 9 с автоматическим кораблем снабжения Dragon с целью доставки грузов на Международную космическую станцию перенесен. Ожидается, что запуск будет осуществлен 1 марта (первоначально он был намечен на конец января). Отсрочка связана с ведущимся расследованием отказа двигателя, который произошел в предыдущем полете.[3]



[3] ВПВ №11, 2012, стр. 29

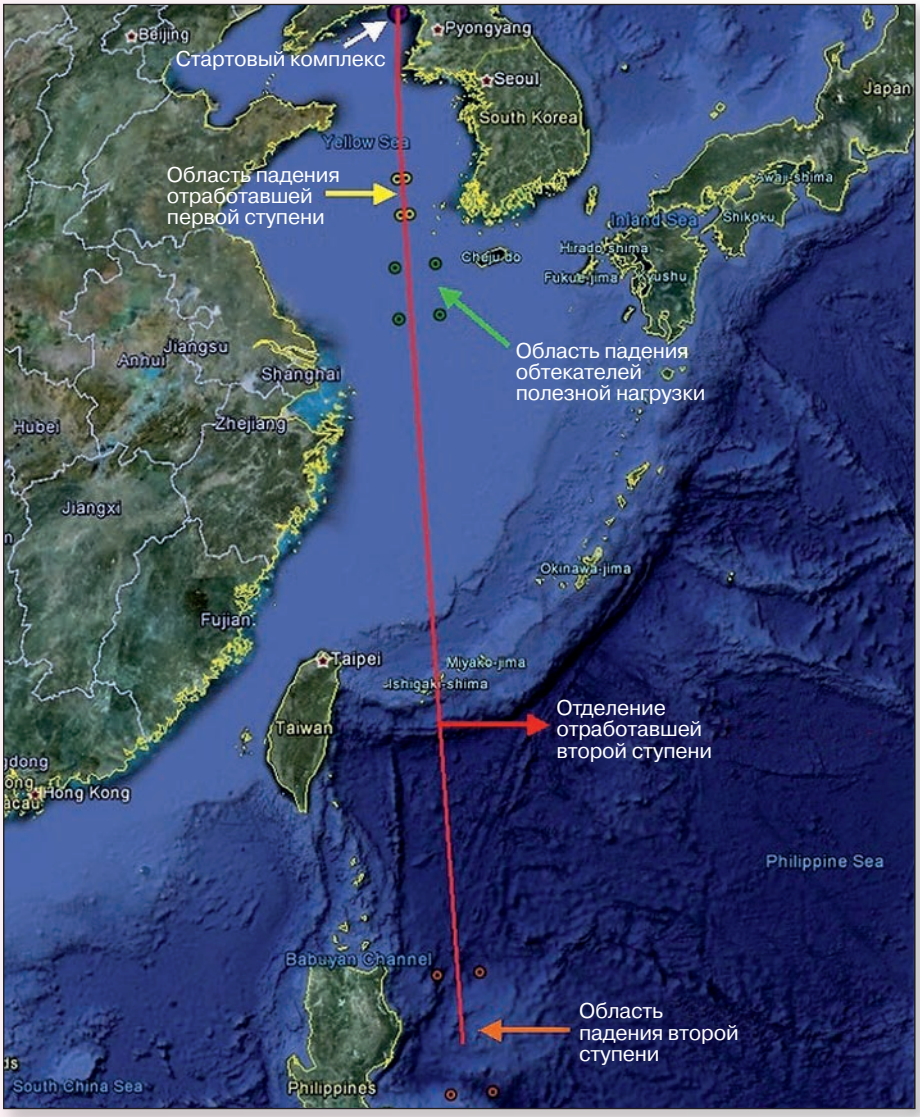
Северная Корея вступила в «космический клуб»

12 декабря 2012 г. в 00:49 UTC с северокорейского космодрома Сохэ (провинция Пхенан-Пукто) осуществлен пуск ракеты «Ынха-3» («Млечный Путь-3») со спутником «Кванменсон-3» («Яркая звезда-3»). В 00:59 UTC космический аппарат отделился от последней ступени носителя и вышел на околоземную орбиту с параметрами: наклонение — 97,4°; период обращения — 95,485 минут; минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) — 499,7 км; максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) — 584,18 км. Таким образом, Корейская Народно-Демократическая Республика вступила в «Большой космический клуб», став его десятым членом (ранее космическими державами стали СССР/Россия, США, Франция, Япония, Китай, Великобритания, Индия, Израиль и Иран) и опередив своего южного соседа — Республику Корея.

Ранее КНДР собиралась отложить старт ракеты в связи с техническими неполадками, но затем произвела его в намеченный срок. Перед этим запуск спутника «Кванменсон-3» осуществлялся 13 апреля 2012 г. Эта попытка окончилась неудачей — менее чем через минуту после старта ракета развалилась в воздухе во время отделения первой ступени. Ее обломки и спутник упали в Желтое море в 165 км к западу от Сеула. В отличие от предыдущих пусков спутников серии (состоявшихся 31 августа 1998 г. и 5 апреля 2009 г.[1]), когда объявлялось об успешном выводе аппарата на орбиту, но международные средства наблюдения за космическим пространством его там не регистрировали, эту неудачу Северная Корея признала.[2]

Запуск спутника, а также ввод в эксплуатацию нового типа носителя (с модифицированной третьей ступенью) и второго в стране космодрома планировали приурочить к широкомасштабному празднованию в КНДР 100-летия со дня рождения ее основателя и первого президента Ким Ир Сена.

Согласно нескольким сообщениям северокорейских информационных агентств, «Кванменсон-3» является аппаратом научно-технического и прикладного назначения массой 100 кг. Он будет передавать данные в дециметровом диапазоне и видеопоток в X-диапазоне в течение двухлетнего планового срока службы. Получаемые им данные могут быть использованы для составления прогнозов погоды, оценки последствий стихийных бедствий и запасов полезных ископаемых, мониторинга состояния урожая, лесных и других природных ресурсов страны. По сообщениям ЦТАК, спутник также должен передавать на весь мир песни о вождях Ким Ир Сене и Ким Чен Ире. Аппарат будет управляться из Центрального командного пункта управления полетом, находящегося в 50 км от Пхеньяна.



Google Earth

Схема начальной стадии полета.



Photo: Korean Central News Agency

Старт «Ынха-3».



В северокорейском ЦУПе.

[1] ВПВ №4, 2009, стр. 17

[2] ВПВ №3, 2012, стр. 29

Небесные события февраля

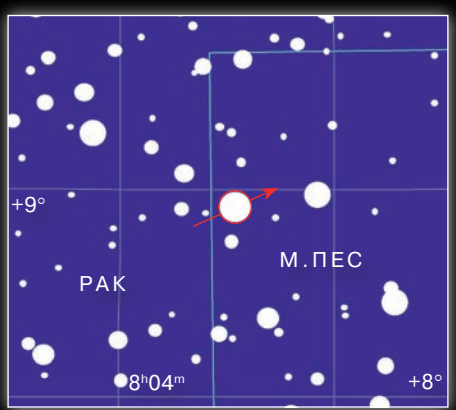
Астероидные оккультации и сближения с Землей. Вечером 1 февраля астероид Хокулеа (14566 Hokule'a) закроет звезду 6-й величины HIP 39271 на границе созвездий Малого Пса и Рака. Это явление с наибольшей вероятностью будет наблюдаться на Курильских островах, в южной части Сахалина и Приморского края.

В ночь с 13 на 14 февраля на юге Читинской области низко над горизонтом можно увидеть оккультацию звезды 8-й величины HIP 28190 в созвездии Ориона 60-километровым астероидом Вильгельмина (392 Wilhelmina). Продолжительность явления может превысить 10 секунд.

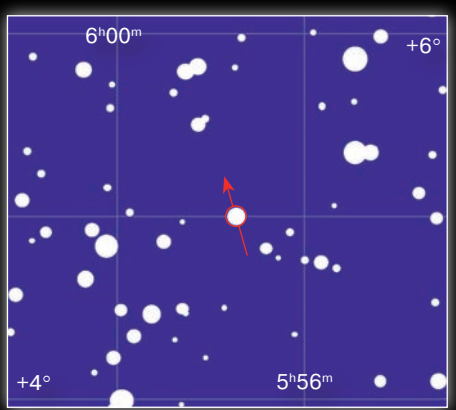
20 февраля астероид Лавонна (1401 Lavonne) закроет звезду 8-й величины HIP 39507 в созвездии Рака. Полоса вероятного покрытия пройдет через Таджикистан и Туркмению, а также по южной части Узбекистана и Азербайджана.

15 февраля состоится сближение с нашей планетой астероида 2012 DA14 до расстояния менее 40 тыс. км. Это самое тесное из подобных сближений, предсказанных к настоящему времени. Несмотря на то, что размер «небесного камня» составляет (по разным оценкам) от 40 до 70 м, в течение примерно часа его видимый блеск будет превышать 8-ю звездную величину, что позволит без труда наблюдать его в небольшие любительские телескопы и бинокли. Максимальная скорость движения объекта на фоне звезд достигнет почти 50° в час. Наиболее благоприятные условия для наблюдений пролета астероида сложатся в Африке, Европе и западной части Азии; его положение на небе в один и тот же момент времени будет сильно зависеть от местоположения конкретного наблюдателя.

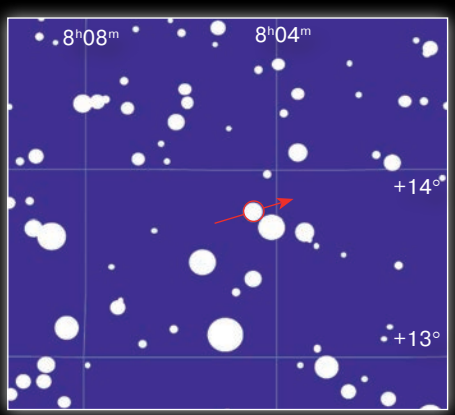
Вечерний Меркурий. Первый в наступающем году период видимости самой маленькой планеты начнется во второй неделе февраля и продлится до конца месяца. Меркурий будет появляться вскоре после окончания вечерних навигационных сумерек невысоко над западным горизонтом, максимальное угловое удаление от Солнца (восточная элонгация) ожидается 16 февраля. Вечером 8 февраля состоится его соединение с Марсом; планеты на небе будет разделять чуть больше четверти градуса. Еще одно их соединение — не такое тесное — произойдет 25 февраля, в менее удачных условиях для наблюдений.



Оккультация звезды HIP 39271 (α = 8h01m51s, δ = +8°54'51") астероидом Хокулеа (14566 Hokule'a) 1 февраля



Оккультация звезды HIP 28190 (α = 5h57m28s, δ = +5°00'05") астероидом Вильгельмина (392 Wilhelmina) 13 февраля



Оккультация звезды HIP 39507 (α = 8h04m30s, δ = +13°46'28") астероидом Лавонна (1401 Lavonne) 20 февраля. Координаты на эпоху 2000.0. Детали явлений — в тексте

Календарь астрономических событий (февраль 2013 г.)

1 9:40 Астероид Хокулеа (14566 Hokule'a, 18,5m) закрывает звезду HIP 39271 (6,2m)
2 0h Луна (Ф = 0,67) в 1° южнее Спики (α Девы, 1,0m)
3 10h Луна (Ф = 0,52) в 4° южнее Сатурна (0,5m)
13:55 Луна в фазе последней четверти
4 21h Марс (1,2m) в 0,5° южнее Нептуна (8,0m)
21-23h Луна (Ф = 0,35) закрывает звезды ω1 (3,9m) и ω2 (4,3m) Скорпиона для наблюдателей Забайкалья, Приамурья и Приморского края
5 8h Луна (Ф = 0,31) в 5° севернее Антареса (α Скорпиона, 1,0m)
6 Максимум блеска долгопериодической переменной звезды R Водолея (5,8m)
21-23h Луна (Ф = 0,15) закрывает звезду μ Стрельца (3,8m). Явление видно в Забайкалье
7 2-4h Луна (Ф = 0,13) закрывает звезду 21 Стрельца (3,8m) для наблюдателей юго-востока Украины и европейской части РФ
12h Луна (Ф = 0,11) в перигее (в 365313 км от центра Земли)
23-24h Луна (Ф = 0,07) закрывает звезду 43 Стрельца (4,9m). Явление видно в Центральной Сибири и на востоке Казахстана
8 17h Меркурий (0,8m) в 0,3° севернее Марса
9 10h Луна (Ф = 0,01) в 5° севернее Венеры (–3,9m)
10 7:20 Новолуние
11 9h Луна (Ф = 0,02) в 5° севернее Марса (1,2m)
15h Луна в 4° севернее Меркурия (–0,9m)
13 13h Луна (Ф = 0,12) в 4° севернее Урана (5,9m)
18:05 Астероид Вильгельмина (392 Wilhelmina, 14,5m) закрывает звезду HIP 28190 (7,9m)
15 19:25 Астероид 2012 DA14 (7,6m) в 0,0002 а.е. (35 тыс. км) от Земли
16 21h Меркурий (–0,5m) в наибольшей восточной элонгации (18°08')
17 20:30 Луна в фазе первой четверти
18 11h Луна (Ф = 0,56) в 2° южнее Юпитера (–2,4m)
20h Луна (Ф = 0,59) в 3° севернее Альдебарана (α Тельца, 0,8m)
23h Сатурн (0,5m) проходит конфигурацию стояния
19 7h Луна (Ф = 0,64) в апогее (в 404475 км от центра Земли)
20 15:55-16:00 Астероид Лавонна (1401 Lavonne, 16,0m) закрывает звезду HIP 39507 (7,8m)
21 7h Нептун в верхнем соединении, в 0,5° южнее Солнца
22 21h Меркурий (0,8m) проходит конфигурацию стояния
25 8h Луна (Ф = 0,99) в 6° южнее Регула (α Льва, 1,3m)
20:25 Полнолуние
22h Меркурий (1,9m) в 4° севернее Марса (1,2m)
28 16-18h Луна (Ф = 0,90) закрывает звезду ψ Девы (4,7m) для наблюдателей Забайкалья, Дальнего Востока, юга Якутии

Время всемирное (UT)

Последняя четверть	13:55 UT	3 февраля
Новолуние	07:20 UT	10 февраля
Первая четверть	20:30 UT	17 февраля
Полнолуние	20:25 UT	25 февраля

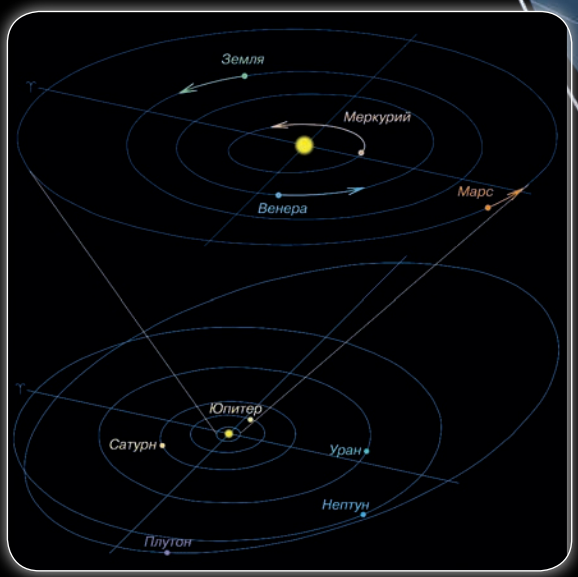
Вид неба на 50° северной широты:
1 февраля — в 23 часа местного времени;
15 февраля — в 22 часа местного времени;
28 февраля — в 21 час местного времени

Положения Луны даны на 20^h всемирного времени указанных дат

Условные обозначения:
- рассеянное звездное скопление
- шаровое звездное скопление
- галактика
- диффузная туманность
- эклиптика
- небесный экватор



Положения планет на орбитах в феврале 2013 г.



Иллюстрации
Дмитрия Ардашева

Видимость планет:
Меркурий — вечерняя (условия неблагоприятные)
Венера — утренняя (условия неблагоприятные)
Марс — вечерняя (условия неблагоприятные)
Юпитер — вечерняя (условия благоприятные)
Сатурн — утренняя (условия благоприятные)
Уран — вечерняя (условия неблагоприятные)
Нептун — не виден





Галерея любительской астрофотографии



По мнению большинства знатоков звездного неба, из всех его красот, видимых зимними ночами, самыми примечательными следует считать Плеяды и Большую Туманность Ориона. Последняя имеет в известном каталоге Шарля Мессье индекс M42 и представляет собой самую яркую область звездообразования на земном небе (ВПВ №11, 2007, стр. 4). Гигантские облака пыли и газа отражают свет сформировавшихся из них звезд и сами светятся под воздействием их ионизирующего излучения. Межзвездный водород излучает в характерных спектральных линиях Hα (красный цвет) и Hβ (сине-зеленый цвет), кислород — в зеленой линии OIII. Оба этих оттенка прекрасно видны на представленном снимке, позволяющем также почувствовать объем этого облака и понять, что мы заглядываем вглубь своеобразного «звездного кокона», случайным образом «раскрывшегося» в нашу сторону. Струи газа, видимые на снимке, различимы в телескопы с диаметром объектива свыше 80 мм, более слабые детали — с апертурой от 100 мм.



Плеяды обозначены в каталоге Мессье номером 45 и являются его ярчайшим объектом, имея суммарный блеск около 1,5^m. Они представляют собой сравнительно молодое и близкое рассеянное звездное скопление, расположенное в созвездии Тельца и известное в народе как «Стожары», «Семь Сестер» или «Маленький Ковшик» (ВПВ №8, 2008, стр. 4). Его отлично видно невооруженным глазом. Острое зрение позволяет различить здесь до десятка звезд, а бинокль показывает почти сотню. Фотоснимки же, особенно с длительными экспозициями, выявляют впечатляющие «клубы» пылевой туманности, в которую погружено скопление — остатки межзвездной материи, из которой оно образовалось. Голубоватый цвет туманностей объясняется тем, что они освещены голубым сиянием молодых горячих звезд.

Оба снимка сделаны Юрием Осеевым (в настоящее время проживает в США) с помощью телескопа-рефрактора Astro-Tech 106LE (D = 106 mm, F = 700 mm). Изображение M45 синтезировано сложением 47 кадров с 5-минутной экспозицией, отснятых фотоаппаратом Canon 60D (ISO800), изображение M42 — 30 кадров с 7-минутной экспозицией и 30 кадров с одноминутной, фотоаппарат Canon 20D (ISO800).

Поймать удачу

Майк Гелприн

Вечером, едва развели костер, Стивенс в очередной раз заявил, что они — кретины.

— Три кретина и идиотка, — уточнил Стивенс. — Прости, что помянул в мужском роде, — обернулся он к Доре.

— Ничего, тебе простительно, — Дора извлекла из рюкзака пакет с крупой, придирчиво его осмотрела и принялась отсыпать содержимое в котелок. — Кретинам, знаешь ли, принято прощать.

— Подвязывайте, — Большой Иван лениво поворошил носком сапога хворост в костре. — Знаешь, Билли, в натуре, надоело твое нытье, — сказал он Стивенсу. — Осточертело. Мы все знали, на что идем, так? Что будет хреново, знали? Знали. Что можем обломаться и ничего не найти? Тоже знали. И что если найдем, все равно можем обломаться, знали. А заодно — что можем здесь и загнуться. Тебя никто не подписывал лететь с нами, так? Ты сам решил.

— Ну, решил, — выпятил подбородок Стивенс. — Я, видимо, сошел с ума, когда на это согласился. Мы все спятили, когда согласились. Знаете что, давайте возвращаться к кораблю. Унесем отсюда ноги, пока они у нас еще есть.

Насчет ног Стивенс нисколько не преувеличивал. Та тварь, которая, вынырнув из-под болотной коряги, лязгнула зубастой пастью в пяти дюймах от его седалища, вполне могла ампутировать его вместе с ногами.

— Тебя никто не держит, сынок, возвращайся, — Старый Рокко прикурил от угольев костра, сплюнул и одарил Стивенса циничной полубандитской ухмылкой. — Всего каких-то пару недель идти. Только прежде, чем идти, оставь нам свою жратву, тебе ведь она не понадобится. Можешь взять однодневный запас, сынок, больше ты все равно не протянешь.

…Экспедицию на Тхукан организовал Рокко. Он же подобрал экипаж, первым членом которого стал Иван — с ним Рокко отбывал десятилетний срок в камере исправительного заведения для особо опасных на Нью-Венере. Поговаривали, что у русского вырезали всю семью в одной из бандитских разборок. Еще говорили, что у него полдюжины покойников за душой, но доказать в суде не смогли, и сидел он лишь за нанесение тяжких телесных повреждений в поножовщине. Для команды, впрочем, Большой Иван был незаменим. Рослый, жилистый и крепкий в кости, он отличался, ко всему прочему, удивительной выносливостью, хладнокровием и бесстрашием. Это он в одиночку пер на себе большую часть пожитков, это он, распластавшись в прыжке, перерубил ребром ладони хребет полутораметровой гадине, сиганувшей из кустов на Дору. И это он, наконец, безропотно таскал чудовищными охапками хворост для костров, ставил на ночь палатку, да и на часах возле нее большую часть ночи стоял тоже он.

Деньги на экспедицию дал Стивенс, и уговаривать его принять в ней участие действительно не пришлось. О причинах своего решения он предпочитал молчать.

Дору Старому Рокко рекомендовал Хрипатый Гаррис, который побывал на Тхукане до них и которому Рокко доверял безоговорочно.

— Бери бабу, дружище, — хрипел тогда Гаррис, — не пожалеешь. Пойди еще найди толкового пилота среди наших, а баба хорошая, нормальная баба, клянусь кровью Христа. Ну, повоевала немного в десанте… ошибки молодости, что ж…

Дора действительно успела повоевать и даже нацепить пару медалей на грудь. Сослуживцы не сомневались в ее будущей успешной армейской карьере. Закончилось это в одночасье, и закончилось скверно. Лейтенантик из молодых, только что вылупившийся из курсантского гнезда, никак не мог поверить, что своя в доску, эффектная и острая на язык девка может им пренебречь. В ход пошли руки, а в ответ — штатный револьвер, из которого Дора прострелила лейтенантику легкое. Дело замять не удалось, ее выставили из десанта, забыв даже выплатить жалованье за последние два месяца службы. После этого Дору помотало по мирам, звездным системам и скоплениям. Она нанималась пилотом на сторожевые катера, на пассажирские межпланетники, почтовики и грузовые транспорты, в промежутках между рейсами неудачно вышла замуж и развелась, оставшись с годовалой дочкой на руках. Сейчас Кончите было семь, у нее были большие доверчивые голубые глаза, светлые кудряшки по щекам и неизлечимый врожденный порок сердца. Врачи прочили ей дожить до двенадцати, ну, до тринадцати, если повезет, и за надежду продлить этот срок Дора готова была наняться пилотом хоть к самому черту. Старый Рокко, который, хоть чертом и не был, но его ближайшим родственником вполне мог оказаться, эту надежду дал.

— Красная грязь, — говорил Рокко, и его хищная бандитская ухмылка казалась Доре чудной и светлой улыбкой. — Красная грязь — так называл это место Хрипатый Гаррис, а до него и другие, которые там побывали. Она дает удачу, дарит ее тем, кто дошел, понятно? На всю оставшуюся жизнь дарит. Во всем. Любые дела, деньги, девочки… прости, дочка, это не по твоей части, но все равно. Я тоже поначалу думал — бред, я тертый карась, меня детскими байками не купишь. Но потом… потом я поверил. Поглядите на Гарриса — у него гроша за душой не было, а теперь катается, как сыр в масле. С ним там были еще двое ребят, один сорвал джек-пот в казино на Фортуне, с первой попытки сорвал. А другой, его у нас звали Верблюдом, он был горбун, представь: здоровила, бычья силища — и горб за спиной, с рождения. Так что ты думаешь? На, взгляни, вот он, Верблюд, — и Рокко протягивал фотографию обнаженного по пояс приземистого, почти квадратного здоровяка. Статью и лицом тот напоминал скорее не верблюда, а гориллу. — Что скажешь, дочка? Не красавец, конечно, но горба у него больше нет, вышел весь, сдулся. Что? Не веришь?

И Дора верила. Заставляла себя верить вопреки всему.

Утром Иван расстелил на земле карту. Остальные трое расселись во-



ВПВ, В.Попов

круг. Карта была самодельная, с жирной пунктирной линией во всю длину, нанесенной грубо, от руки, на снятый из космоса ландшафт. Вдоль линии стояли пометки, а внизу карты, под обрезом — сноски.

— Похоже, мы здесь, — ткнул пальцем в одну из пометок Старый Рокко и, близоруко щурясь, зачитал сноску: — «Крысиная дыра».

— Романтично-то как, — съязвила Дора.

Стивенс хмыкнул.

— Гнилая болячка, Собачья задница, — принялся зачитывать он легенду карты. — Задница — это, надо понимать, там, где мы были вчера.

— Сегодня тоже будет Задница, — сообщил Иван. — И завтра. Пока не дойдем. Эта планета — она вся Задница. А что ты хотел, Билли? Не бывает такого, чтобы сорвать куш, не побывав в Заднице. Потому что…

— Достаточно, — резко сказал Старый Рокко, и Иван замолчал на полуслове. — Собираемся. Нам сегодня предстоит порядочно отмахать. Вот хотя бы досюда, — Рокко вгляделся в карту. — До Кривого зуба.

Стивенс, кряхтя, поднялся. Его холеное породистое лицо осунулось, щегольские усики обвисли, ухоженная кожа щек покрылась недельной щетиной, а руки — мозолями и ссадинами. Он проклинал себя за то, что пустился в эту авантюру. Денег ему хватало с избытком, удовольствий — тоже. Отцовское наследство, вложенное в бумаги и недвижимость, приносило неплохие дивиденды, и, хотя Стивенс тратил немало, его могло хватить еще надолго. Он отдавал себе отчет, что ввязался в смертельно опасную историю из зависти. Его однокашники и сокурсники владели корпорациями и космическими яхтами, крутили романы с «Мисс Галактиками» и небрежно просаживали миллионы в казино. Стивенс довольствовался скудными доходами с уменьшающегося состояния, девочками второго сорта и не мог себе позволить не то что яхты, а даже примитивного межпланетного челнока. В экспедицию Рокко он вложил изрядную долю того, что у него было. И сейчас осознавал, что вдобавок к потере вложений вполне может расстаться и с самой жизнью.

Тхукан встретил пришлых в штыки. Он щетинился шипастыми зарослями, грозил зыбучими трясинами, огрызался ревом хищных тварей и жалил укусами ядовитых насекомых. Стивенс ненавидел Тхукан, ненавидел ежеминутную, грозящую отовсюду опасность, ненавидел своих спутников.

— Еще дней восемь, — сказал, поднимаясь на ноги, Старый Рокко. — От силы девять.

…Несчастье случилось, когда до Красной Грязи осталось три дня пути. Утром, выбравшись из очередного болота, команда наскоро передохнула и начала подъем на пологий склон невысокого холма. Большой Иван, полусогнувшись под грузом навьюченных на него пожитков, как обычно, двигался в авангарде. Он достиг вершины и шумно выдохнул — спуск с холма был также пологим, а значит, сулил облегчение.

Иван задержался на вершине, дожидаясь остальных. Дора была от него уже в пяти шагах. Она первой увидела метнувшуюся из-за исполинского валуна змееподобную тварь.

Женщина отчаянно закричала, когда тварь упала Большому Ивану на плечи и свалила его на землю. Импульсивно рванула из кобуры бластер и лишь в последний момент сообразила, что выстрел погубит обоих. Палец замер на триггере. Дора, застыв на месте, с ужасом смотрела на сцепившихся хищников — местного и пришлого.

…Победа дорого обошлась Большому Ивану. Тварь, извиваясь в последних конвульсиях, издыхала неподалеку, пока Дора и Старый Рокко, мешая друг другу, лихорадочно пытались остановить кровь, хлещущую из рваных ран на груди и на шее пострадавшего. Удалось это лишь минут через десять. К этому времени сознание оставило русского. Тяжело хрипя, он лежал на вершине холма навзничь, могучее мускулистое тело выглядело съеженным, сдутым. Иван уже не казался большим.

— Распаковывайте манатки, — велел Рокко. — Сделаем из палатки носилки. Будем тащить по очереди.

— На меня не рассчитывай! — заорал на Рокко Стивенс. — Куда тащить?! Ты сбрендил, старик! Он все равно не жилец, он нас всех угробит! Мы не дойдем. А если дойдем — не хватит сил вернуться. И жратвы — ее тоже не хватит.

— Ты понесешь его, — Старый Рокко навел на Стивенса бластер. — Клянусь чем угодно, ты понесешь.

Следующие несколько дней превратились для команды в сплошной кошмар. Иногда Иван приходил в со-

знание, и тогда, раскачиваясь на импровизированных носилках и сжимая зубы, чтобы сдержать стон, глядел в небо налитыми кровью и болью глазами. Потом сознание вновь покидало его, и Стивенс, богохульствуя, бормотал молитву, чтобы русский поскорее издох.

Дважды в день на привалах Дора кормила раненого с ложки, насильно запихивая в него пищу и поддерживая голову, чтобы мог проглотить. Меняла на нем белье и бинты, отдирая от ран старые, набухшие сукровицей и гноем. Иван, скрипя зубами от боли, терпел и отводил взгляд.

На исходе третьего дня Старый Рокко, выбившись из сил, упал лицом вниз на выстеленную мхом болотистую землю. Дора не удержала свой конец носилок, и раненый грянулся о землю. Иван был в сознании, но, как обычно, не издал ни звука, лишь струйка крови из прокушенной губы алым зигзагом расчертила щеку.

Через пару минут Рокко пришел в себя и с трудом перевернулся на спину.

— Остался последний переход, — сказал он. — Самый трудный. На карте он обозначен как Адова помойка. Красная грязь сразу за ним. Но с раненым мы не пройдем, ни за что не пройдем. Гаррис говорил, что там и здоровым солоно придется. Кто-то должен остаться здесь, с Иваном.

— Меня вычеркивайте! — завизжал Стивенс. — И думать об этом забудь, старик!

— Что ж, значит, оставаться мне, — сказал Рокко. — Ты пойдешь с этим ублюдком, дочка.

— Я остаюсь, — Дора с гадливостью посмотрела на Стивенса. — Я лучше подохну здесь рядом с мужчиной, чем пойду туда вдвоем с этой мразью.

— Хорошо, — Рокко с видимым усилием поднялся на ноги. — Ступай за хворостом, Билли. Мы переночуем у костра, а утром уйдем. Нас не будет два дня, от силы три. Потом мы вернемся, и я пойду туда снова. С тобой, дочка. И тогда, Билли, тебе придется остаться по-любому, иначе пристрелю. Но удача ведь к тому времени будет с тобой, ты уже поймаешь ее за хвост, поэтому побездельничаешь здесь с радостью, не так ли?

Иван впервые встал на ноги на шестой день после того, как они остались с Дорой вдвоем. Постоял, раскачиваясь, сделал пару неверных шагов и рухнул на колени. Превозмогая боль, поднялся вновь.

— Шансов, что они вернутся, нет, правильно? — хрипло спросил он.

— Я думаю, никаких, иначе бы давно вернулись, — ответила Дора.

— Мне нужна еще пара дней, чтобы оклематься. Потом мы пойдем туда, вслед за ними.

Последний переход оказался ужасен. Они продирались по колено в грязи через топь, то и дело проваливаясь по пояс, из последних сил отмахиваясь от беспощадно жалящих насекомых и распугивая ползучих болотных тварей. Трижды Дора проваливалась по горло. И всякий раз Иван возвращался, вытягивал ее, уже полузадохнувшуюся, полумертвую, и она не переставала удивляться, откуда он берет силы. И откуда у него эта надежность. Уголовник, по слухам — убийца. У которого, тоже по слухам, вырезали семью. Жену и сына. Интересно, какой была его жена?

К вечеру болото перешло в густой подлесок, потом в непролазный бурелом, и, наконец, местность поползла вверх.

— Здесь, — прохрипел Иван, когда они, продравшись через несчетное количество колючих сучьев, оказались на опушке. — Должно быть, прямо за этой грядой. Пойдем, надо подниматься.

Недалеко от вершины они наткнулись на то, что осталось от Стивенса. В нескольких футах от груды обглоданных костей, бессильно ткнувшись стволом в землю, лежал игломет, с которым Билли не расставался. Иван подобрал его, повертел в руках и отбросил в сторону. Затем шагнул вперед и оказался на вершине. И увидел то, за чем они сюда шли.

Лишенный растительности склон спускался к реке. И, понижаясь, менял цвет: с песочно-белого наверху до бледно-розового в середине и кроваво-красного понизу.

— Вот она, грязь, — сказал Иван, когда они дошли почти до самой воды. Нагнулся и зачерпнул пригоршню грунта. — Вот она. Ну и смердит же здесь…

Он осекся. Под нависающим над берегом гребнем краснозема, забитые в расщелину, лежали человеческие останки. Хищное зверье пощадило Старого Рокко, не добралось до него, не долетело, не доползло. А скорее всего — попросту здесь не водилось.

Превозмогая смрад от разлагающихся тканей, Иван опустился перед телом Рокко на колени и рывком перевернул его на спину. Постоял, коленопреклоненный, с минуту, затем поднялся. Разжал кулак, и трехдюймовая стальная игла, выпав, воткнулась в грунт.

— Этот гад замочил его, — догадался Иван. — Пристрелил, как пса, на месте. Думал, что теперь ему все нипочем, что поймал свой фарт, словил удачу, и теперь вернется и уделает меня. Чтобы не тащить. Тебя бы он, конечно, валить не стал. Пилота не стал бы. Что ж… вот тебе, гнида, твоя удача!

…Дора погибла при переходе через местность, названную на карте Змеиной тропой. Умерла через полчаса после того, как наступила на обитательницу тропы. Большой Иван, сходу полоснув ножом по ране, лихорадочно отсасывал кровь и с ужасом смотрел, как на глазах распухает, вздувается и становится бесформенной стройная женская ножка.

Дора не кричала, даже не плакала.

— Знаешь, зачем я летела сюда? — прошептала она, когда Иван, застонав от бессилия, ткнулся лицом в траву.

— Зачем? — Русский рывком поднялся и сунулся к Доре. — Ну же!?

Ответить она не успела.

— Я узнаю, — проревел Большой Иван. — Клянусь, я узнаю!

— И что было дальше, деда?

— Дальше… Дальше я добрался до корабля. Жрал, я хотел сказать, питался местными плодами, едва не сдох, ну… в смысле — чуть не помер. Дождался следующей экспедиции — на эту проклятую планету можно сесть только в одном месте. Вернулся, занял у барыг, то есть знакомых банкиров, деньги, пошел в казино. Поставил все разом — в рулетку, на номер.

Старый Иван замолчал.

— Ну, дальше, деда, дальше!

— Я выиграл. Вышел оттуда миллионером. Нанял сыскарей… Они нашли твою маму. Ей было тогда двенадцать лет, она умирала. Я заплатил лучшим врачам.

— Деда, а почему же тогда бабушке не повезло?

— Я не знаю, — Старый Иван притянул внука к себе. — Думаю, что пофартило таки нам обоим. Она получила то, за чем шла. И я получил.

— Ты не сказал, за чем шел ты, деда.

— Да все просто. У меня когда-то был пацаненок… такой, как ты. Я шел за ним. Я шел за тобой.

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Представляем вам книги на астрономическую тематику

Индекс, автор, название, аннотация	Цена, грн.
А030. **Архангельская И. В., Розенталь И. Л., Чернин А. Д. Космология и физический вакуум.** В этой книге идет речь о гипотезе космического вакуума, о многомерных космологических моделях (как с компактифицированными, так и с макроскопическими дополнительными измерениями), а также о других идеях, возникших в физике под влиянием новейших открытий в космологии.	100,00
Б025. **Бернацкий А. Таинственная планета Земля.** Наша планета хранит еще немало тайн. Эта книга рассказывает об удивительных, порой непостижимых явлениях, наблюдаемых в атмосфере, гидросфере и литосфере Земли. Ученые пытаются найти им объяснение, одна гипотеза сменяет другую. Но до сих пор однозначного решения загадок планеты по имени Земля у них нет.	100,00
Б026. **Бескин В. С. Гравитация и астрофизика.** В книге на достаточно простом языке излагаются количественные основы общей теории относительности (метрический тензор, тензор энергии-импульса, кривизна, уравнение Эйнштейна). При этом основное внимание уделяется физической основе теории.	65,00
Б027. **Бороденко В. А. От Большого взрыва к жизни. Экскурс в мироздание.** В настоящей книге кратко излагаются сведения о том, как и когда возникла наша Вселенная, Солнечная система, как зарождалась и развивалась жизнь на Земле, как познавался во многом еще малоизученный мир.	110,00
В010. **Виленкин А. Мир многих миров.** Все мы живем среди осколков огромного взрыва, случившегося около 14 миллиардов лет тому назад и положившего начало нашей Вселенной. Однако что предшествовало этому грандиозному событию? И какова вероятность того, что, помимо нашего мира, где-то существуют другие? В своей популярно написанной книге физик, профессор университета Тафтса (США) Алекс Виленкин знакомит читателя с последними научными достижениями в сфере космологии и излагает собственную теорию, доказывающую возможность – и, более того, вероятность – существования бесчисленных параллельных вселенных. Выводы из его гипотезы ошеломляют: за границами нашего мира раскинулось множество других миров, похожих на наш или принципиально иных, населенных невообразимыми созданиями или существами, неотличимыми от людей. Идеи Виленкина оказались настолько ясными, убедительными и в то же время революционными, что в одночасье превратили скромного кабинетного ученого в звезду популярных ток-шоу, а его книгу – в международный бестселлер, получивший колоссальный общественный резонанс.	130,00
В030. **Вайнберг С. Мечты об окончательной теории.** В своей книге автор дает ответ на интригующие вопросы: «Почему каждая попытка объяснить законы природы указывает на необходимость нового, более глубокого анализа? Почему самые лучшие теории не только логичны, но и красивы? Как повлияет окончательная теория на наше философское мировоззрение?» Ясно и доступно автор излагает путь, который привел физиков от теории относительности и квантовой механики к теории суперструн и осознанию того, что наша Вселенная, быть может, сосуществует рядом с другими вселенными.	85,00
ГАО13 (Укр). **Астрономічний календар на 2013 р. (ГАО НАНУ).**	35,00
Г020. **Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности.** Брайан Грин – один из ведущих физиков современности, автор "Элегантной Вселенной" – приглашает нас в очередное удивительное путешествие вглубь мироздания, которое поможет нам в совершенно ином ракурсе взглянуть на окружающую нас действительность. В книге рассматриваются фундаментальные вопросы, касающиеся классической физики, квантовой механики и космологии.	220,00
Г021. **Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории.** Сочетая научное осмысление и изложение, столь же элегантное, как и объяснения, даваемые теорией, Брайан Грин срывает завесу таинства с теории струн, чтобы представить миру Вселенную, состоящую из 11 измерений, в которой ткань пространства рвется и самовосстанавливается, а вся материя – от наименьших кварков до самых гигантских сверхновых – порождена вибрациями микроскопически малых петель энергии.	145,00
Г022. **Грин Б. Скрытая реальность.** Автор рисует удивительно богатый мир мультивселенных и предлагает читателям проследовать вместе с ним через параллельные вселенные по пути, ведущему к познанию истины.	230,00
Г030. **Голдберг Д. Вселенная. Руководство по эксплуатации. Как выжить среди черных дыр, временных парадоксов и квантовой неопределенности.** Эта книга – идеальный путеводитель по самым важным и, конечно же, самым упоительным вопросам современной физики: "Возможны ли путешествия во времени?", "Существуют ли параллельные вселенные?", "Если Вселенная расширяется, то куда она расширяется?", "Что будет, если, разогнавшись до скорости света, посмотреть на себя в зеркало?", "Зачем нужны коллайдеры частиц и почему они должны работать постоянно?" Юмор, парадоксальность, увлекательность и доступность изложения ставят эту книгу на одну полку с бестселлерами Я.Перельмана, С.Хокинга, Б.Брайсона и Б.Грина!	70,00
Д009. **Данлоп С. Атлас звездного неба.** Атлас предназначен для того, чтобы обеспечить любителей астрономии всей необходимой информацией, позволяющей им легко прокладывать путь по ночному небу. Он включает карты, охватывающие большие участки неба, и более детальные карты каждого созвездия в отдельности.	230,00
Д026. **Горбунов.Д.С, Рубаков.В.А. Введение в теорию ранней вселенной.** В книге излагаются результаты, относящиеся к теории развития космологических возмущений, инфляционной теории и теории постинфляционного разогрева.	240,00
К020. **Куликовский П.Г. Справочник любителя астрономии.** В настоящем справочнике излагаются задачи и методы современной астрономии, дается описание небесных объектов – звезд, планет, комет и др. Описываются методы астрономических наблюдений, доступные любителям со скромными средствами. Обширный справочный материал полностью обновлен и отражает достижения последних лет. Справочник предназначен для астрономов-любителей, преподавателей астрономии в средней школе, участников астрономических кружков, лекторов. Он будет полезен также специалистам-астрономам и сотрудникам станций наблюдений за искусственными спутниками Земли.	260,00
Л040. **Леви Д. Путеводитель по звездному небу.** Путеводитель по завораживающим красотам ночного небосклона. Помимо карт звездного неба, книга содержит сведения об интереснейших астрономических объектах, рекомендации по их наблюдениям, а также описания необходимых инструментов.	240,00
ОК13. **Одесский астрономический календарь на 2013 г.**	35,00
П010. **Перельман Я.И. Занимательная астрономия.** В увлекательной форме рассказано о важнейших явлениях звездного неба. Многие явления, кажущиеся привычными и обыденными, показаны с совершенно новой и неожиданной стороны, раскрыт их действительный смысл. Развернута широкая картина мирового пространства и происходящих в нем удивительных явлений, возбуждающих интерес к удивительной науке – астрономии.	70,00
П011. **Перельман Я.И. Занимательный космос. Межпланетные путешествия.** «Это сочинение явилось первой в мире серьезной, хотя и вполне общепонятной книгой, рассматривающей проблему межпланетных перелетов и распространяющей правильные сведения о космической ракете...». К.Э. Циолковский	54,00
П025. **Перельман М. Наблюдения и озарения, или Как физики выявляют законы природы. От Аристотеля до Николы Теслы.** Все мы знакомы с открытиями, ставшими заметными вехами на пути понимания человеком законов окружающего мира: начиная с догадки Архимеда о величине силы, действующей на погруженное в жидкость тело, и заканчивая новейшими теориями скрытых размерностей пространства-времени.	85,00
П026. **Перельман М. Наблюдения и озарения, или Как физики выявляют законы природы. От кванта до темной материи.** Книга не просто захватывает – она позволяет почувствовать себя посвященными в великую тайну. Вместе с автором вы будете восхищаться красотой мироздания и удивляться неожиданным озарениям, которые помогут эту красоту раскрыть. Эта книга рассказывает о вещах, которые мы не можем увидеть, не можем понять с точки зрения обыденной, бытовой логики.	85,00
П027. **Перельман М.Е. І. А ПОЧЕМУ ЭТО ТАК?:** Физика вокруг нас в занимательных беседах, вопросах и ответах. В книге собрано более 400 задач-вопросов по физике (вместе с ответами), которые чаще всего возникают или, по крайней мере, должны возникать у каждого любознательного подростка при взгляде вокруг себя.	85,00

Индекс, автор, название, аннотация	Цена, грн.
 П028. **Перельман М.Е. II. А ПОЧЕМУ ЭТО ТАК?:** Физика в гостях у других наук в занимательных беседах, вопросах и ответах. В книге собрано более 400 задач-вопросов по физике, а также биологии, географии и астрономии (вместе с ответами).	65,00
 П030. **Панов А.Д. Универсальная эволюция и проблема поиска внеземного разума (SETI).** Настоящая книга представляет собой оригинальное междисциплинарное исследование, в котором представления универсального эволюционизма связываются с проблемой SETI (поисков внеземного разума)	90,00
 П050. **Покровский В.В. Космос, Вселенная, теория всего почти без формул.** Когда и как появилось понятие "естествознание" в современной его трактовке? Оказывают ли материальные тела влияние на время? Можно ли создать черную дыру искусственно? Что было в начале Вселенной? Будет ли расширение Вселенной продолжаться бесконечно? Почему мы не замечаем остальных измерений…	80,00
 С010. **Сажин М.В. Современная космология в популярном изложении.** В книге представлены достижения космологии за последние несколько десятилетий. Обсуждаются основные наблюдательные факты, образующие фундамент современной науки о Вселенной в целом, о ее прошлом и будущем, а также основные идеи, лежащие в основании теории ее строения.	80,00
 С025. **Ситников В. П. Я познаю мир. Кто есть кто в мире звезд и планет.** Из чего сделаны звезды? Светит ли Солнце все время одинаково? Могут ли столкнуться планеты? На какой планете самые высокие горы? Почему двигаются материки? Что такое сейсмический пояс? Что вызывает приливы? Как метеорологи предсказывают погоду? Ответы на эти и другие вопросы вы найдете в нашей книге. Каждый почемучка с удовольствием изучит ее от корки до корки, чтобы узнать то, чего еще не знают родители и друзья! Самое интересное о звездах, нашей и других планетах – для самых любознательных!	50,00
 С037. **Сурдин В.Г. Звезды.** Третья книга из серии "Астрономия и астрофизика" содержит обзор современных представлений о звездах. Рассказано о названиях созвездий и именах звезд, о возможности их наблюдения ночью и днем, об основных характеристиках звезд и их классификации.	155,00
 С038. **Сурдин В.Г. Солнечная система.** Вторая книга серии "Астрономия и астрофизика" содержит обзор текущего состояния изучения планет и малых тел Солнечной системы. Обсуждаются основные результаты, полученные в наземной и космической планетной астрономии. Приведены современные данные о планетах, их спутниках, кометах, астероидах и метеоритах.	150,00
 С040. **Сурдин В.Г. Астрономические задачи с решениями.** В книге собрано около 430 задач по астрономии с подробными решениями. Часть из них – классические, часть – совершенно новые. Все решения составлены автором книги и нередко дополняют классические решения или даже исправляют их ошибки.	85,00
 С041. **Сурдин В.Г. "Путешествия к Луне: Наблюдения, экспедиции, исследования, открытия".** Книга рассказывает о Луне: о ее наблюдениях с помощью телескопа, об изучении ее поверхности и недр автоматическими аппаратами и о пилотируемых экспедициях астронавтов по программе Apollo. Приведены исторические и научные данные о Луне, фотографии и карты ее поверхности, описание космических аппаратов и детальный рассказ об экспедициях. Обсуждаются возможности изучения Луны научными и любительскими средствами, перспективы ее освоения.	180,00
 С042. **Сурдин В.Г. Разведка далеких планет.** Мечта каждого астронома – открыть новую планету. Раньше это случалось редко – одна-две за столетие. Но в последнее время планеты открывают часто. В книге рассказано о том, как велись и ведутся поиски планет в Солнечной системе и за ее пределами.	160,00
 С050. **Семке А. Увлекательная астрономия.** Предлагаемая юным читателям книга познакомит их с мифами, легендами разных народов о звездах, происхождении Земли и Вселенной. Интересные факты, задачи и практические работы повысят мотивацию к изучению астрономии.	90,00
 Х020. **Хван М.П. Неистовая Вселенная: От Большого взрыва до ускоренного расширения, от кварков до суперструн.** Рассматриваются проблемы рождения нашей Вселенной в результате Большого взрыва, подробно исследуется финальная стадия эволюции звезд, открытие в самом конце прошлого века (в 1998-1999 гг.) космического вакуума как антигравитации, которая является причиной ускоренного расширения Вселенной.	110,00
 Ц025. **Циолковский К.Э. Труды по воздухоплаванию.** Работы выдающегося русского и советского ученого, основоположника современной космонавтики К.Э.Циолковского открыли новую блестящую страницу техники без существенного применения достижений в области математики и механики. Автор использовал в своих трудах лишь арифметику, алгебру и самые начала анализа бесконечно малых величин и с помощью этих скромных математических средств обосновал всю ракетную технику (в том числе реактивную авиацию) и предвосхитил многие современные достижения в освоении космического пространства. В настоящую книгу вошли классические работы Циолковского, посвященные различным проблемам авиации и воздухоплавания. В них дана схема моноплана со свободно несущими крыльями; разработан ряд элементов аэродинамического расчета самолетов; описаны опыты по сопротивлению воздуха и результаты исследований самолетов с поршневыми двигателями; доказана техническая возможность построения реактивного самолета, рассмотрены его преимущества и недостатки по сравнению с самолетами, использующими поршневые двигатели; приведены схема и расчеты стратосферного самолета с турбокомпрессорным двигателем. Завершают книгу разделы из рукописи "Свободное пространство", в которой рассмотрены явления, происходящие в среде, где силы тяготения и сопротивления почти не действуют.	70,00
 Я040. **Янчилина Ф. По ту сторону звезд.** Что начинается там, где заканчивается Вселенная? В книге в живой и увлекательной форме рассказывается о самых тонких и сложных проблемах космологии и физики микромира. Книга написана так, что, с одной стороны, она будет интересна специалистам, а, с другой стороны, понятна и доступна читателям без физико-математического образования и даже школьникам.	70,00

Эти книги вы можете заказать в нашей редакции:

В УКРАИНЕ

- по телефонам: (093) 990-47-28; (050) 960-46-94
- На сайте журнала universemagazine.net
- по электронным адресам: uverce@gmail.com
  uverce@ukr.net
- в Интернет-магазине
  http://astrospace.com.ua/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции:
  02097, г. Киев, ул. Милославская, 31-б, к.53.

В РОССИИ

- по телефонам: (499) 253-79-98; (495) 544-71-57
- по электронному адресу: elena@astrofest.ru
- в Интернет-магазинах
  http://www.sky-watcher.ru/shop/ в разделе «Книги, журналы, сопутствующие товары»
  http://www.telescope.ru/ в разделе «Литература»
- по почте на адрес редакции:
  г. Москва, М. Тишинский пер., д. 14/16

Общая стоимость заказа будет состоять из суммарной стоимости книг по указанным ценам и платы за почтовые услуги.


Первый в Украине цифровой
ДОНЕЦКИЙ ПЛАНЕТАРИЙ
ПЛАНЕТАРІЙ
суперсовременное оборудование
эффект полного присутствия
полнокупольные шоу зарубежных стран
и программы собственного производства
г. Донецк, ул. Артёма, 46-Б
(062) 304-45-93
planetarium.dn.ua
ДОНЕЦЬКИЙ
ПЛАНЕТАРІЙ