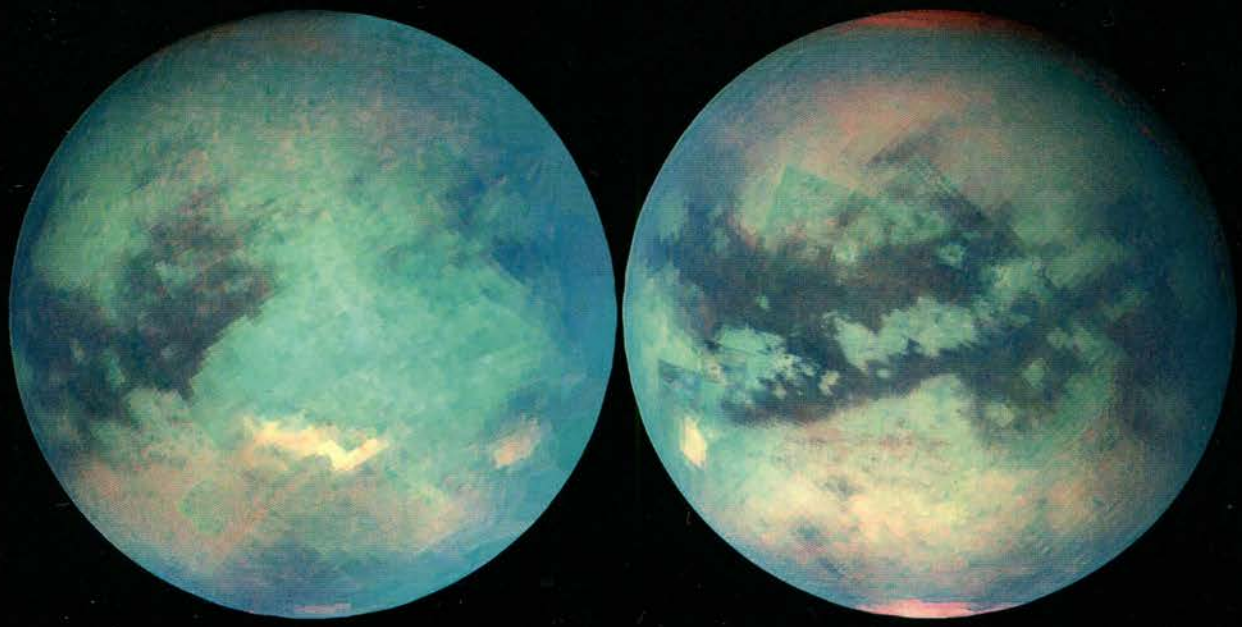
ТИТАН

В условиях холодных температур в сложном мире Титана метан выполняет функцию воды, вот почему ландшафт спутника так похож на земной.



СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ На этих фотографиях Титана, полученных в октябре 2005 года (вверху слева), декабре 2005 года (в центре) и январе 2006 года (вверху справа), видны изменения, которые происходят в атмосфере, особенно на Северном и Южном полюсах.

Превосходящий по размеру планету Меркурий Титан некогда считался самым гигантским спутником в Солнечной системе, но впоследствии космические станции обнаружили, что у него плотная атмосфера, а потому по размеру он уступает Ганимеду, самому большому спутнику Юпитера.

Кроме сведений о размере, до недавних пор о Титане было известно очень мало. Открыл его голландский астроном Христиан Гюйгенс в 1655 году. Позднее ему дали теперешнее название – в честь гигантов из греческой мифологии. До начала эпохи освоения космоса спектроскопические исследования его света обнаружили наличие метана (CH_4), а это указывало на то, что спутник окружен атмосферой.

ПОСЕЩЕНИЕ ТИТАНА

Когда «Вояджер-1» пролетел мимо Сатурна в 1980 году, его намеренно вывели на траекторию, которая привела станцию поближе к Титану, но его фото, сделанные аппаратом, оказались нечеткими. Спутник был покрыт мутной дымкой оранжевого цвета, которая скрывала поверхность Титана. Анализ атмосферы показал, что она намного толще, чем предполагалось ранее, и состоит из азота. Метан составляет всего 1,6 % всей атмосферы, но даже этого количества достаточно для формирования облаков и придания воздуху характерного цвета. Другие облака, похоже, образуются из иных легких углеводородных соединений, в частности этана.

Атмосфера Титана вдохновила многих ученых на рассуждения о том, что на этом спутнике может существовать целая погодная система, основанная на метане. Для того чтобы выяснить это, в 1997 году был дан старт новой экспедиции к Сатурну – орбитальной станции «Кассини».

«Кассини» нес на своем борту посадочный модуль, которому предначертано было спуститься на поверхность этого за-

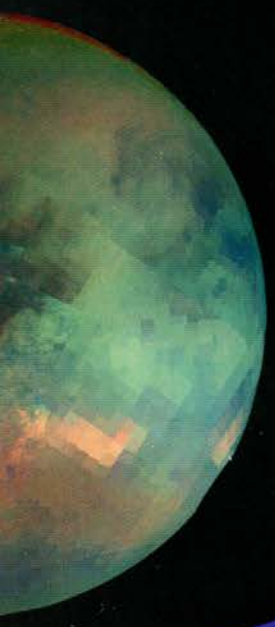
ПАСПОРТ СПУТНИКА ТИТАН

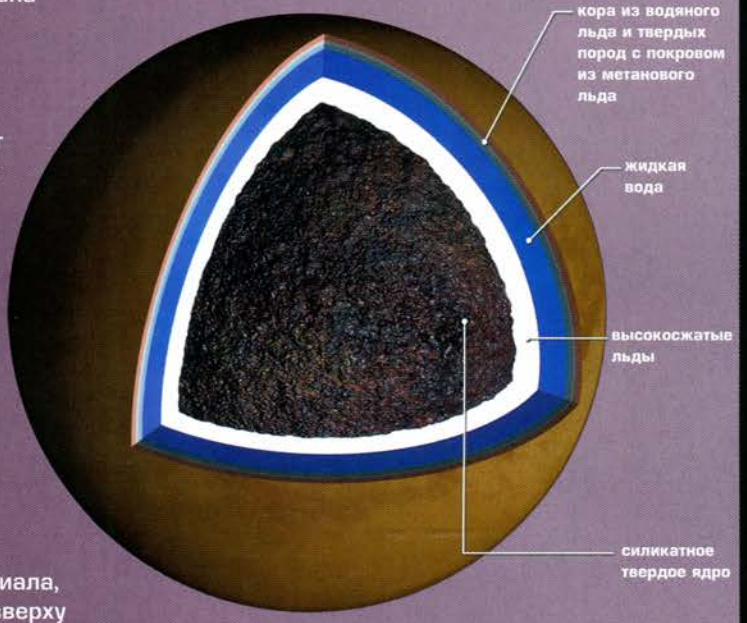
СРЕДНЕЕ РАССТОЯНИЕ ОТ САТУРНА 1 221 870 км	**СРЕДНЯЯ ГРАВИТАЦИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ** 0,14 g
СРЕДНИЙ ДИАМЕТР 5152 км	**СПУТНИКИ** неизвестно
МАССА 1,35 x 10^{23} кг	**ВРЕМЯ ОДНОГО ОБОРОТА** 15,95 земного дня
МАССА ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ 0,023 земной	**ОРБИТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД** 15,95 земного дня
ПЛОЩАДЬ ПОВЕРХНОСТИ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ 0,16 земной	**СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА НА ПОВЕРХНОСТИ** -179 °C
ОБЪЕМ ПО СРАВНЕНИЮ С ЗЕМЛЕЙ 0,066 земного	**НАКЛОН ОСИ** 0°
УСКОРЕНИЕ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ЭКВАТОРЕ 1,35 м/с^2	**СРЕДНЯЯ ОРБИТАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ** 5,6 км/с

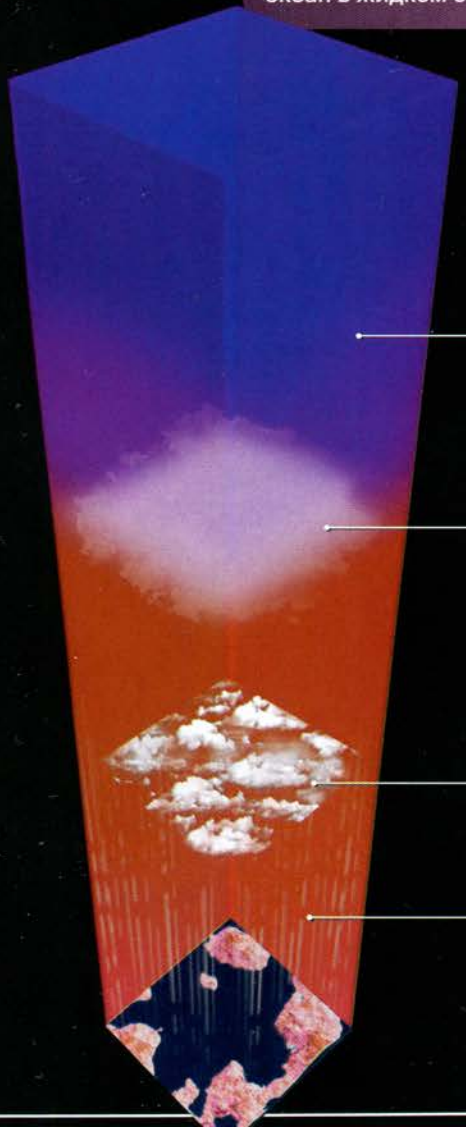
НАШИ СВЕДЕНИЯ

ВНУТРИ ТИТАНА

«Скользящая» поверхность Титана неопровержимо доказывает, что под ледяной корой скрывается океан воды глубиной, возможно, до сотен километров. Верхний слой толщиной примерно 100 км состоит преимущественно из водяного льда вперемешку с горными породами и из тонкого поверхностного слоя метанового льда. Океан, должно быть, холодный, а своим существованием он обязан изменениям в свойствах льдов (как на Ганимеде и Каллисто – см. 25-й выпуск, «Космическая наука»), правда, считается, что воды здесь, вполне возможно, относительно теплые. По одной из моделей, ядро Титана состоит из твердой породы с достаточным количеством радиоактивного материала, что позволяет сохранять лежащий вверху океан в жидком состоянии.







ЦВЕТНАЯ ДЫМКА
Столб атмосферы Титана, который показывает состав химических соединений, определяющих ее цветовые оттенки.

сложные по структуре, богатые энергией органические молекулы (толины) образуют дымку характерного фиолетового цвета на высоте 80 км

конденсированные органические соединения на высоте 60–80 км накрывают шапкой оранжевого тумана нижние пласты атмосферы

метановые облака на высоте примерно 20 км

метановые дожди в нижней атмосфере

гадочного спутника. Именно эта космическая экспедиция полностью изменила наше представление об этом мире, который, вполне возможно, чрезвычайно похож на Землю.

ПОД ОБЛАКАМИ

Карты Титана показывают, что на нем имеются разные виды рельефа. Кратеров немного, располагаются они далеко друг от друга – это может указывать на то, что происходят процессы по перемоделированию поверхности спутника. Складывается общее впечатление, что поверхность Титана гладкая и холмистая с острыми вершинами и долинами, извивающимися через холмистые нагорья в сторону плоских бассейнов. Очевидно, что ландшафт Титана постоянно подвергается эрозии флювиальной формы (похожей на реку). Движущей силой, которая лежит в ее основе, вероятно, является круговорот метана, разносящий это химическое соединение по всему спутнику и вызывающий сезонные ливни, формирующие ландшафт.

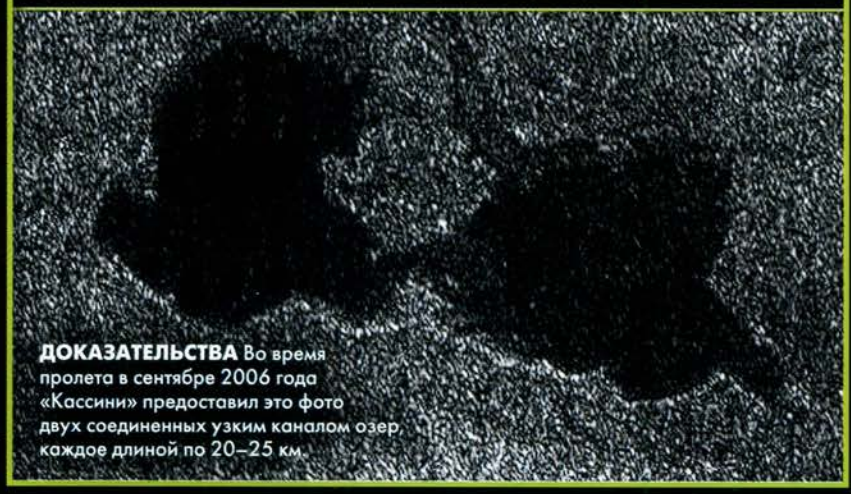
Самым ярким отдельным образованием на поверхности Титана является крупная яркая зона вблизи экватора. Этот регион, названный Ксанаду, размером с Австралию. Инфракрасные камеры «Кассини» те-

ПРОЕКЦИЯ МЕРКАТОРА Меркаторская проекция Титана, выполненная посадочным модулем «Гюйгенс». Проекция Меркатора – это особый тип цилиндрических карт, на которых линии долготы и широты пересекаются под прямым углом, поэтому ландшафтные образования кажутся более крупными при большей удаленности от экватора.

ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

ОЗЕРА НА ТИТАНЕ

За два десятилетия, прошедших между пролетами «Вояджера» и прибытием на Титан «Кассини – Гюйгенс», широко утвердились теории, которые говорили о том, что на поверхности Титана есть жидкий метан, поэтому когда «Гюйгенс» обнаружил относительно сухой ландшафт, это стало неожиданностью и даже разочарованием. Орбитальная станция «Кассини» продолжила поиски, и ученые надеялись, что метан все-таки найден, когда аппарат совершал пролет мимо Южного полюса в середине 2005 года и обнаружил огромное темное образование, названное озером Онтарио. Однако «озеро» оказалось скоплением облаков, и хотя были получены свидетельства о наличии «береговой линии», озера Южного полюса были сухими. Наконец в июле 2006 года во время пролета мимо Северного полюса Титана радар «Кассини» обнаружил ряд низменных бассейнов, очевидно наполненных, с идеально гладкой радиопоглощающей поверхностью – неопровержимое доказательство того, что на Титане все-таки есть озера.



ДОКАЗАТЕЛЬСТВА Во время пролета в сентябре 2006 года «Кассини» предоставил это фото двух соединенных узким каналом озер, каждое длиной по 20–25 км.

плые зоны показывают яркими, а более холодные – темными (хотя средняя температура достигает -180 °C).

На остальной территории Титана темные пятна обозначают огромные моря песчаных дюн, которые пробегают с востока на запад параллельно экватору. Дюны постепенно сдуваются в причудливые фигуры ветрами, образующимися под действием приливных сил Сатурна. Хотя он находится на расстоянии 1,2 млн км, силы притяжения планеты достаточно для подобных влияний на атмосферу.

ДРЕЙФ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ

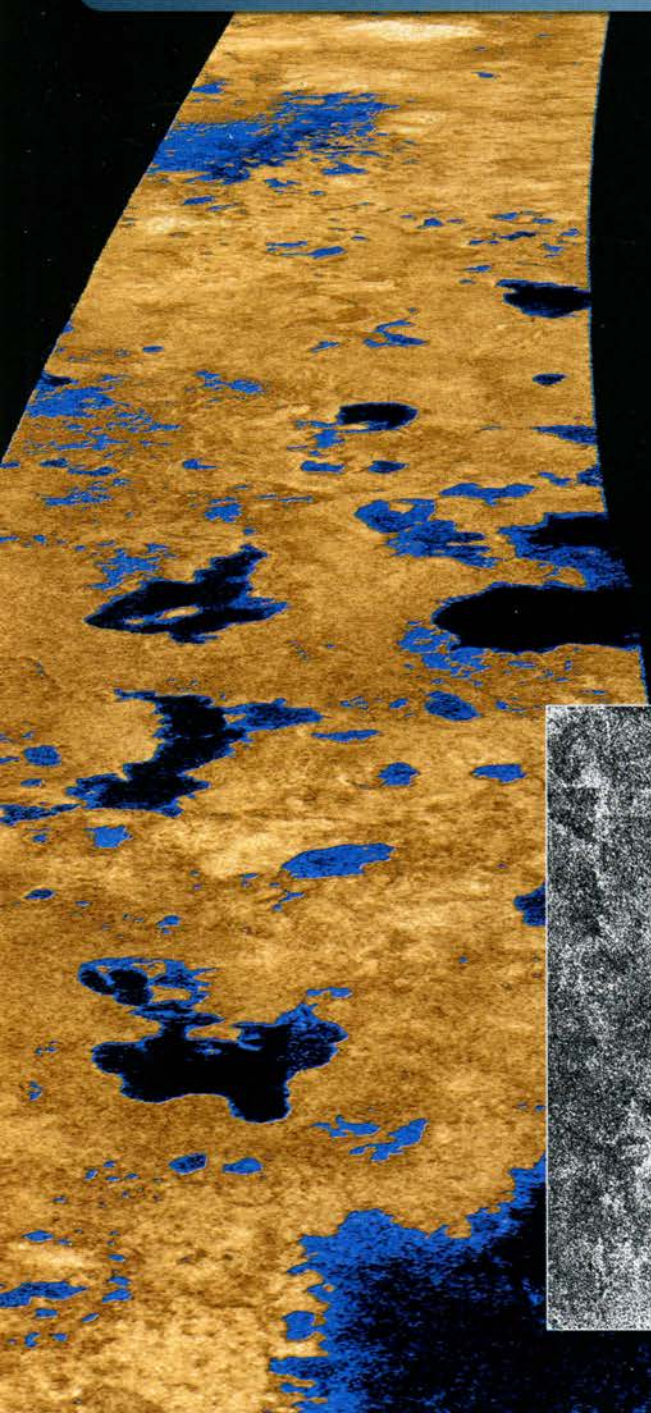
Одно из самых интригующих открытий «Кассини» на Титане касалось медленного и постоянного дрейфа в предсказанных участках образований на поверхности – примерно на 30 км в течение нескольких лет. Приливные силы в далеком прошлом замедлили вращение спутника и привели к тому, что он всегда обращен к Сатурну только одной стороной, поэтому поверхность Титана, вполне вероятно, «скользит» по той причине, что она плавает на глубоком океане из подповерхностной воды (см. «Наши сведения»). Течения в этом океане могут даже рождать слабую тектоническую активность, выталкивая вверх горные гряды.

НАШИ СВЕДЕНИЯ

ЗАГАДКА МЕТАНА

Одним из безошибочных признаков того, что Титан и сегодня остается активным миром, считается наличие в его атмосфере метана. Метан – относительно нестабильная молекула, которая легко распадается под действием солнечной радиации. Даже большие объемы метана, которые на данный момент присутствуют в воздухе, исчезнут полностью примерно через 50 млн лет, поэтому из какого-то источника происходит явное его пополнение.

Один из возможных источников – лед от падающих комет – можно сразу исключить, поскольку обнаружены лишь незначительные следы других химических соединений. Остаются два возможных источника метана: вулканическая активность и продуцирующие метан бактерии. Присутствие на Титане вулканов доказано, однако наличие жизни остается куда более интригующим вопросом (см. «Необъяснимо, но...»).



ОЗЕРА ТИТАНА
Радиолокационные фото в условных цветах демонстрируют участки жидкости на поверхности Титана. Темные регионы указывают на озера, возможно, состоящие из жидкого метана.

НА МОРСКОМ БЕРЕГУ
Это фото показывает то, что, вероятно, является береговой линией на Титане. Текстурные участки светлого цвета слева, возможно, отражают каналы, проложенные жидкостью, а более гладкие темные зоны справа обозначают заливы.

Когда «Гюйгенс» в январе 2005 года спустился в облака Титана, ученые на Земле мало себе представляли, чего стоит ожидать. Конический посадочный модуль даже имел особую конструкцию, которая позволила бы ему плыть, если бы он сел на одно из спрогнозированных морей метана. Когда дымка рассеялась и «Гюйгенс» развернул камеры, снимки, которые он отправил, показывали береговую линию и прибрежный остров, гладкие, подвергшиеся эрозии цепи гор (названные Адири), дельты рек и темную равнину дюн. Однако участок, на который опустился модуль, был сухим.

ТАЙНЫ ТИТАНА РАСКРЫТЫ

«Гюйгенс» сел в зоне дельты реки вблизи Адири, вокруг него были твердые горные породы и галька, которые, возможно, попали сюда с близлежащего берега после последнего разлива реки. Судя по внешнему виду, твердые породы представляют собой смесь из камня и водяного льда, вот почему кора Титана, вероятно, состоит из смеси твердой горной породы и льда, как и у других спутников Сатурна. Что касается песка на Титане, то он может содержать пепел, извергнутый из криовулканов, или темный углеводородный «снег».

Краткий отчет «Гюйгенса» о поверхности Титана открыл многие его секреты. Например, было показано, что атмосфера спутника с поверхности кажется такой же непрозрачной, как и снаружи.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: ЗНАКОМСТВО С УРАНОМ – СЕДЬМОЙ ПЛАНЕТОЙ ПО УДАЛЕННОСТИ ОТ СОЛНЦА.

«ГЮЙГЕНС»

Гвоздем экспедиции «Кассини – Гюйгенс», без сомнения, стал спуск зонда ЕКА на поверхность Титана.

Запущенный в связке с космическим аппаратом «Кассини» в октябре 1997 года, зонд «Гюйгенс» «спал» почти 7 лет, пока путешествовал к Сатурну. «Будили» аппарат раз в полгода для «диспансерного осмотра».

Зонд массой 318 кг собрали в ЕКА из двух частей: блока для входа (ENA) и посадочного модуля (DM). Первый обеспечивал состыковку с «Кассини», механизм отделения и вытяжной парашют, использованный для первоначального торможения в момент вхождения зонда в атмосферу Титана. После спуска в атмосферу ENA был сброшен, поэтому посадочный модуль сел на спутник в одиночестве.

DM состоял из алюминиевого корпуса, закрывающего экспериментальное оборудование и подсистемы для поддержания жизнедеятельности зонда. К их числу относились парашюты для спуска и устройство для регулирования вращения.

Модуль оборудовали шестью научными приборами. Некоторые из них анализировали состав атмосферы, силу и направление зональных ветров, другие были рассчитаны для определения свойств и состава поверхности на участке приземления зонда.

«Кассини» с пока еще пристыкованным «Гюйгенсом» выполнил 17 декабря 2004 года маневр, который вывел его на ударную траекторию с Титаном, наибольшим из известных на сегодня спутников Сатурна.

Двадцать пятого декабря устройство SED отделило «Гюйгенс» от «Кассини», повернув зонд для стабилизации в полете.

«Гюйгенс» прибыл на Титан 14 января 2005 года. Незадолго до этого зонд вошел

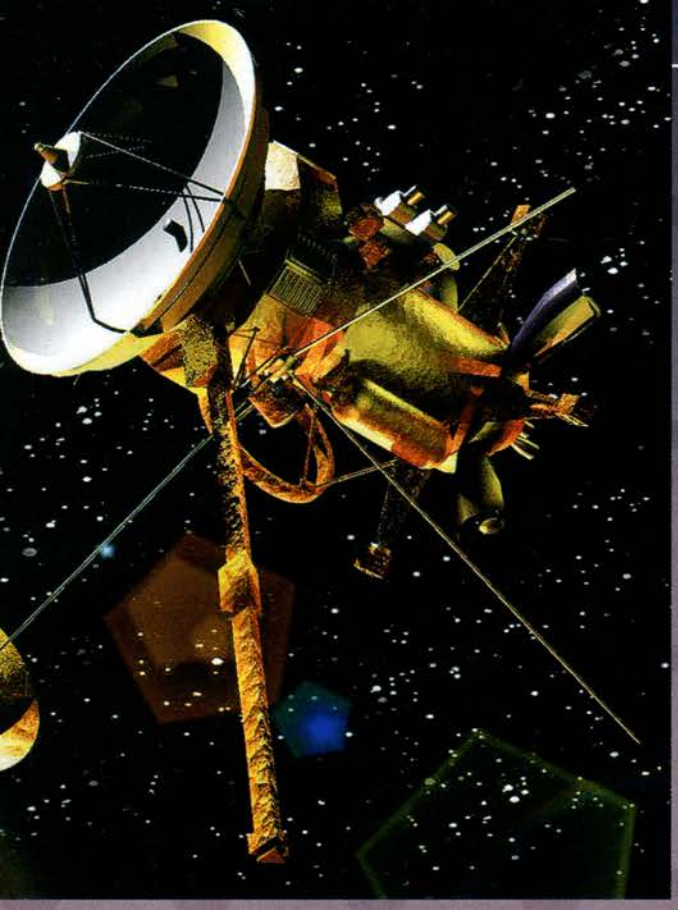
СТАТИСТИКА МИССИИ
ВЫВОД НА ОРБИТУ: 25.12.2004
СПУСК НА ПОВЕРХНОСТЬ: 14.01.2005
ГЛАВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ: Первый аппарат, опустившийся на Титан
МАССА: 318 кг

«ПОЗДРАВЛЯЕМ НАШИХ КОЛЛЕГ ИЗ ЕКА С ВЕЛИКОЛЕПНОЙ РАБОТОЙ ЗОНДА „ГЮЙГЕНС“».
Чарльз Элачи, директор Лаборатории реактивного движения

СНИЖЕНИЕ
На рисунке изображены разные этапы спуска «Гюйгенса» на поверхность Титана, длившегося 2,2 часа.

НАШИ СВЕДЕНИЯ
ПОТЕРЯННЫЕ ФОТО

В ходе спуска «Гюйгенс» продолжал выполнять снимки атмосферы Титана и, в конце концов, места посадки. Всего зонд передал на «Кассини» свыше 700 изображений. К сожалению, по ошибке оператора не была введена компьютерная команда, из-за чего один из приемников «Кассини» не включился и была потеряна половина фотографий.



ТЕХНОЛОГИИ

СВЯЗЬ С «КАССИНИ»

Напрямую управлять посадочным модулем «Гюйгенс» с Земли было невозможно, поэтому эту обязанность возложили на систему управления потоком данных и команд на «Кассини». По существу, зонд состоял из посадочного модуля, который спустился на поверхность Титана, и технологического оборудования зонда (PSE), которое осталось состыкованным с орбитальным комплексом.

PSE оснастили электронными приборами – они отслеживали движение зонда, получали данные, собранные в ходе спуска, далее обрабатывали, отправляли на орбитальный комплекс, откуда информация поступала на Землю.

ОТСЛЕЖИВАНИЕ «ГЮЙГЕНСА» Когда «Гюйгенс» направился к Титану, «Кассини» продолжал отслеживать движения модуля через PSE, состыкованное со станцией.

в атмосферу на высоте 1270 км и на скорости 1600 км/ч включил передатчики.

Тремя минутами позже на высоте 170–190 км были выпущены парашюты. Через 19 минут зонд уже находился на высоте 110–140 км над поверхностью, замедлившись до скорости 600 км/ч, и начал спускаться на трехметровом тормозном парашюте. Всего через два часа зонд упал на поверхность и продолжал собирать данные в течение еще нескольких часов. В общей сложности сведения собирались на протяжении 4 часов 36 минут.

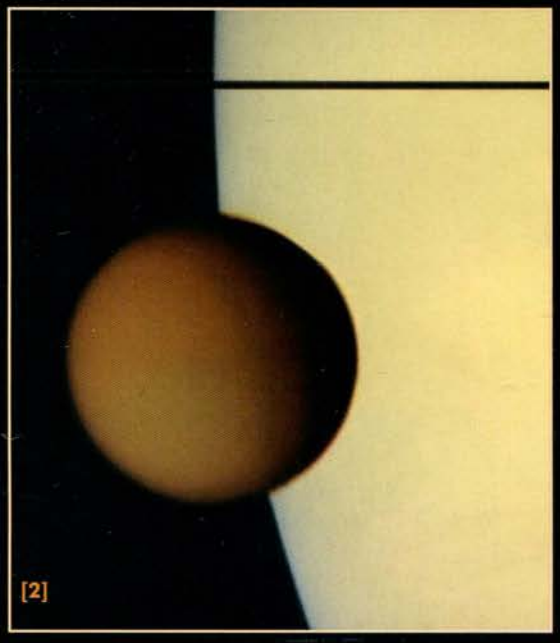
ПРОЩАЙ, «ГЮЙГЕНС»! На рисунке изображена отстыковка зонда «Гюйгенс» от станции «Кассини».

Среди открытий, сделанных зондом «Гюйгенс», в частности, были сведения о том, что на поверхности Титана имеется жидкий метан, а не вода, что в окружающих горных породах есть следы дождевой и жидкостной эрозии. Кроме того, «Гюйгенс» обнаружил, что горные породы на Титане состоят из грязного льда, то есть это не силикатные породы, как на Земле. Вдобавок к этому траектория спуска была рассчитана идеально, поэтому зонд опустился на спутник так, что ему удалось точно определить температуру на поверхности. Это подтвердило находки предшествующих экспедиций на Сатурн – зонд зафиксировал температуру -179 °C.

ТЕПЛОЗАЩИТА Посадочный модуль «Гюйгенс» покрывают теплозащитными плитами, которые ограждали его от интенсивного тепла при спуске в атмосферу Титана.

В ОЖИДАНИИ ЗАПУСКА Станция «Кассини» с прикрепленным справа зондом «Гюйгенс» на стартовой платформе 40 на базе ВВС на мысе Канаверал.

[1]



[2]

ГИГАНТСКИЙ СПУТНИК САТУРНА

Станция «Кассини – Гюйгенс» не просто пролетела мимо крупнейшего спутника Сатурна, но и спустила на его поверхность зонд.

После семилетнего путешествия космическая станция «Кассини» встретилась с Титаном 2 июля 2004 года, всего через день после вывода на орбиту, приблизившись к спутнику на 339 000 км. Станция выполнила 27 октября первый из 45 близких пролетов. Находясь в 1200 км над поверхностью, аппарат собрал многочисленные бесценные данные, включая первые радиолокационные снимки, которые показали, что этот окутанный дымкой спутник относительно гладкий.

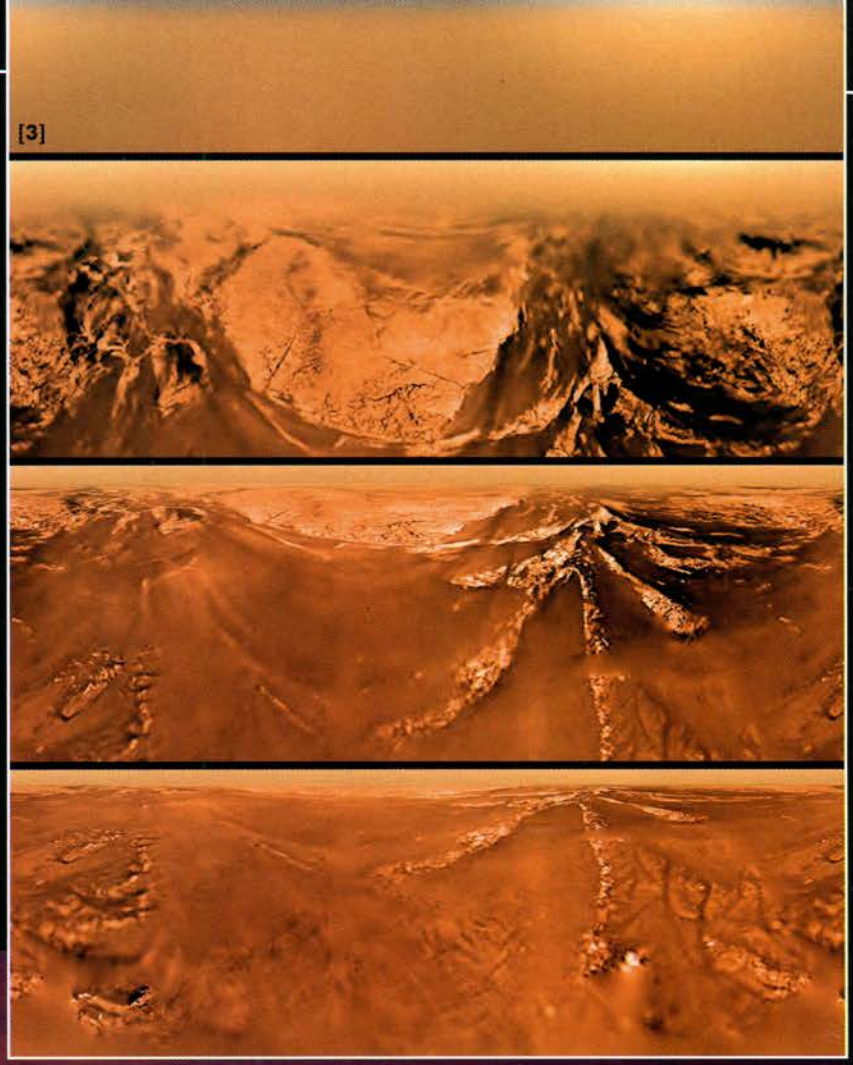
Двадцать пятого декабря на «Кассини» сработал пружинный механизм расцепления, в результате чего был отделен зонд «Гюйгенс». Орбитальный комплекс «Кассини» продолжал движение по орбите Сатурна, а зонд вывели на траекторию в сторону атмосферы Титана, в которую он вошел 14 января 2005 года. Собирая ценные сведения во время спуска, «Гюйгенс» совершил посадку на твердую поверхность. В общей сложности зонд передал около 350 снимков.

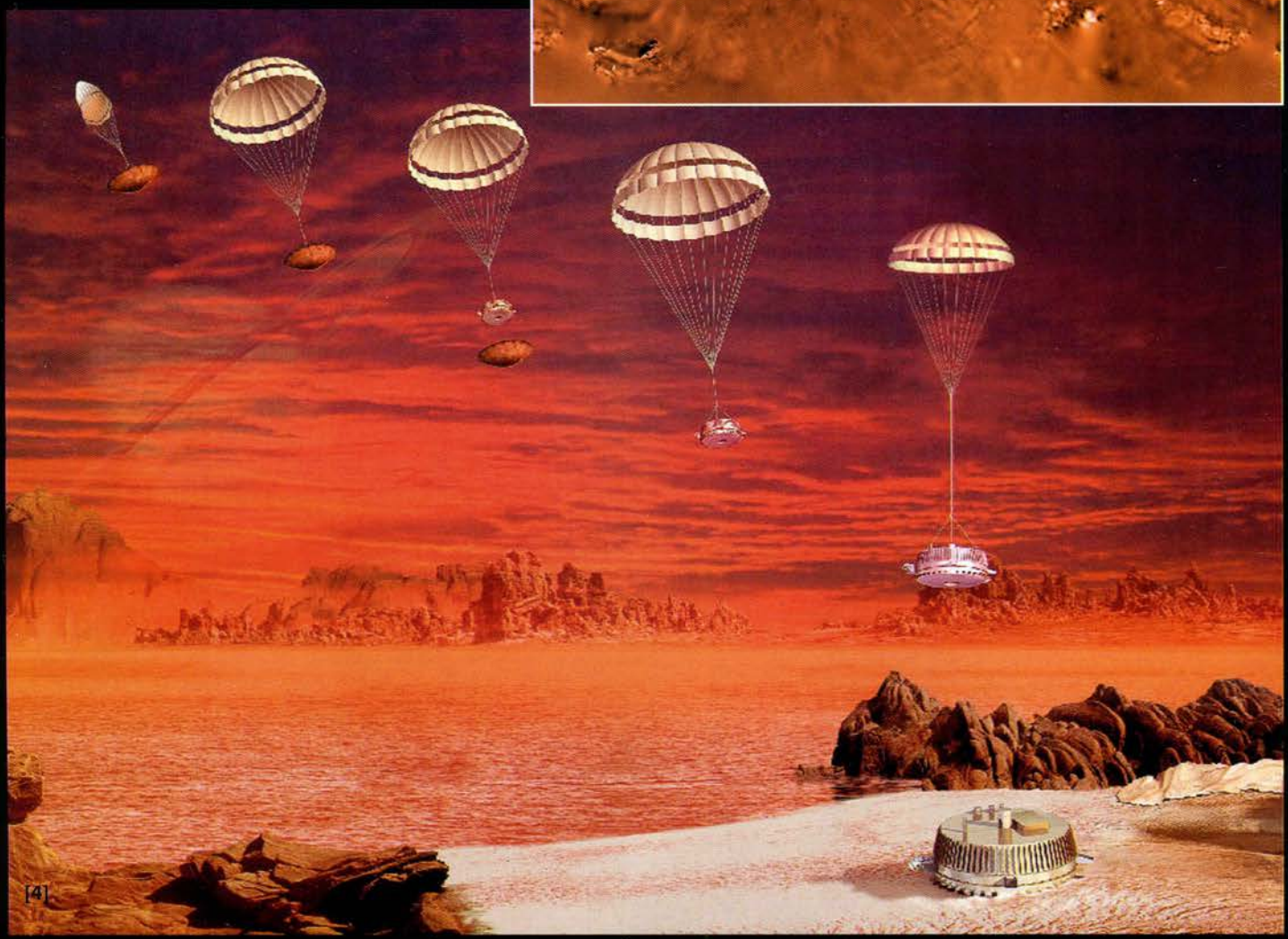
[1] ДЫМЧАТЫЙ ТИТАН На этом снимке, полученном узкоугольной камерой в апреле 2006 года, сквозь кольца Сатурна A и F виден Эпиметей, кажущийся карликом на фоне Титана.

[2] ЕСТЕСТВЕННЫЙ ЦВЕТ Это фото Титана (слева), на котором поверхность затемнена фотохимическим смогом, было получено в августе 2007 года с расстояния примерно 2,4 млн км от гигантского спутника.

[3] СПУСК «ГЮЙГЕНСА» Ландшафты, запечатленные 14 января 2005 года, представляют собой уплощенные проекции вида, полученные во время спуска зонда ЕКА с трех различных высот над поверхностью Титана.

[4] ПОСАДКА «ГЮЙГЕНСА» На рисунке изображены последовательные этапы спуска и посадки «Гюйгенса» по мере его плавного снижения на парашюте на поверхность Титана.


[3]


[4]

[5]

[5] НАГОРЬЯ ТИТАНА На рисунке изображена картина обильного ливня из жидкого метана, который пополняет уровень озер в высокогорьях вблизи Северного полюса Титана, на фоне вспышек молний, рассекающих свинцовое небо. Хотя «Гюйгенс» напрямую не зафиксировал ливень, полученные

станцией «Кассини» сведения показывают, что зонду просто не повезло, поскольку зоны проливных дождей и озера мигрируют с одного полюса на другой. Доказательства существования молний продолжают накапливаться, хотя объяснить их природу в атмосфере, лишенной водяного пара, трудно.

ЦИКЛЫ ВОДЫ И МЕТАНА

Как на Земле, так и на Титане климат контролируется сложным балансом между твердой, жидкой и газообразной формами лишь одного вещества.

Вся вода на Земле находится в постоянном движении, трансформируясь то в одно, то в другое состояние в результате целого ряда физико-химических процессов. В совокупности все эти процессы формируют круговорот воды в природе (также именуемый гидрологическим циклом).

КРУГОВОРОТ ВОДЫ

Этот цикл не имеет ни начала, ни конца. Попробуем взять некую типичную отправную точку: вода из океанов испаряется в воздух, затем конденсируется в виде облаков, после чего падает в виде осадков.

Некоторый объем воды может впитываться растениями. Еще больше воды, вероятно, выпадает на грунт и дальше либо стекает по рекам снова в моря, либо впитывается в водоносные горизонты (или пласты), где она может сохраняться в таком виде какое-то время, а затем прорываться наружу в виде источников.

На каждом этапе вода оказывается запечатанной на больший или меньший период времени в определенном резервуаре.

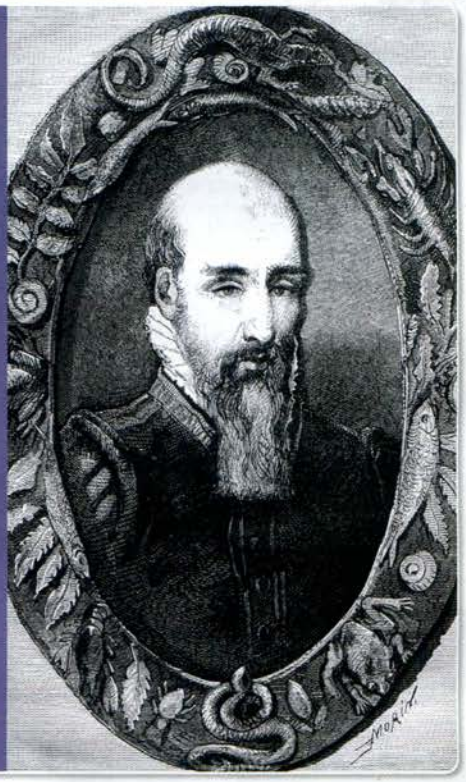
Крупнейшие резервуары воды на нашей планете – это океаны, в которых находится, вероятно, до 97 % водного запаса планеты, хотя пар в атмосфере, грунтовые воды и лед на полюсах и в ледниках также содержат значительное количество воды.

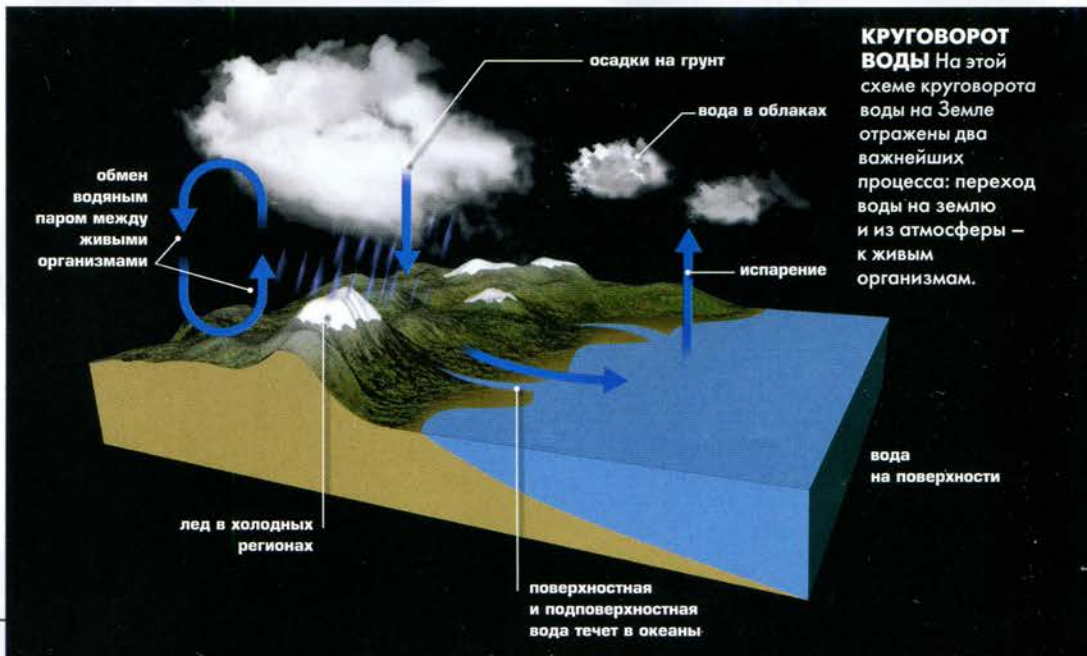
ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

БЕРНАР ПАЛИССИ (1510–1590)

Французский гугенот, ремесленник и ученый Бернар Палисси стал первым человеком, точно описавшим круговорот воды в природе. Хотя сведения о его жизни скудны, известно, что Палисси был аристократического происхождения, его обучали различным видам искусства и наукам, хотя на жизнь он зарабатывал сначала стеклоделием, а затем – гончарным производством. Разрабатывая новые виды керамики, заинтересовался геологией, собрал образцы горных пород и камней со всей Европы, опубликовал свои наблюдения в двух книгах, наиболее известная из которых – «Чудесные рассуждения» (1580). Если раньше доминировали теории, гласившие, что вода перетекает между горами и океанами по подводным каналам, то Палисси первым предположил, что вся поверхностная вода поступает из дождей и стекает только с суши в море.

ИСКУССТВО И НАУКА Прославившийся своими керамическими изделиями Бернар Палисси также читал лекции по естествознанию и сельскому хозяйству.





КРУГОВОРОТ ВОДЫ На этой схеме круговорота воды на Земле отражены два важнейших процесса: переход воды на землю и из атмосферы – к живым организмам.

ПУТАНАЯ ПАУТИНА

Другие ценные элементы также проходят круговые циклы в окружающей среде, которые отображают и даже иногда взаимодействуют с циклом воды. Наиболее яркий пример – это круговорот углерода, или углеродный цикл, в котором это вещество переносится между горными породами и живыми организмами и посредством углекислого газа в атмосфере. Взаимодействие между водой, горной породой и газом может «запирать» углекислый газ в виде карбонатов.

Меняющиеся условия окружающей среды могут влиять на пропорции воды, которые хранятся в различных резервуарах, а также на продолжительность их хранения. Количество воды в атмосфере или во льдах может влиять на способность планеты абсорбировать или отражать солнечный свет.

ПАРАЛЛЕЛИ С ТИТАНОМ

Гидрологический цикл на Земле обязан своим существованием атмосфере, гравитации и положению нашей планеты в Солнечной системе. Комбинация этих факторов создает особую среду, в которой вода может существовать в твердой, жидкой и газообразной формах, легко трансформироваться из одной формы в другую.

Вот и на Титане сформировались условия, позволяющие метану существовать похожим образом, поэтому на этом гигантском спутнике происходит круговорот метана, напоминающий водный цикл на Земле.

Доминирующей «петлей» титанового цикла, вероятно, является испарение жидкого метана из его озер (возможно, и сублимация метанового льда непосредственно в пар), за которым следует его выпадение в виде осадков.

«ЦИКЛ ЖИЗНИ ЗАТЕЙЛИВО ПЕРЕПЛЕТЕН С ЦИКЛОМ ВОДЫ».

Жак Кусто

ГЛОССАРИЙ

Ячейка Хадли – огромная ячейка атмосферной конвекции, которая обволакивает всю планету параллельно ее экватору и переносит воздух из теплых регионов в холодные.

ТОНКИЙ БАЛАНС

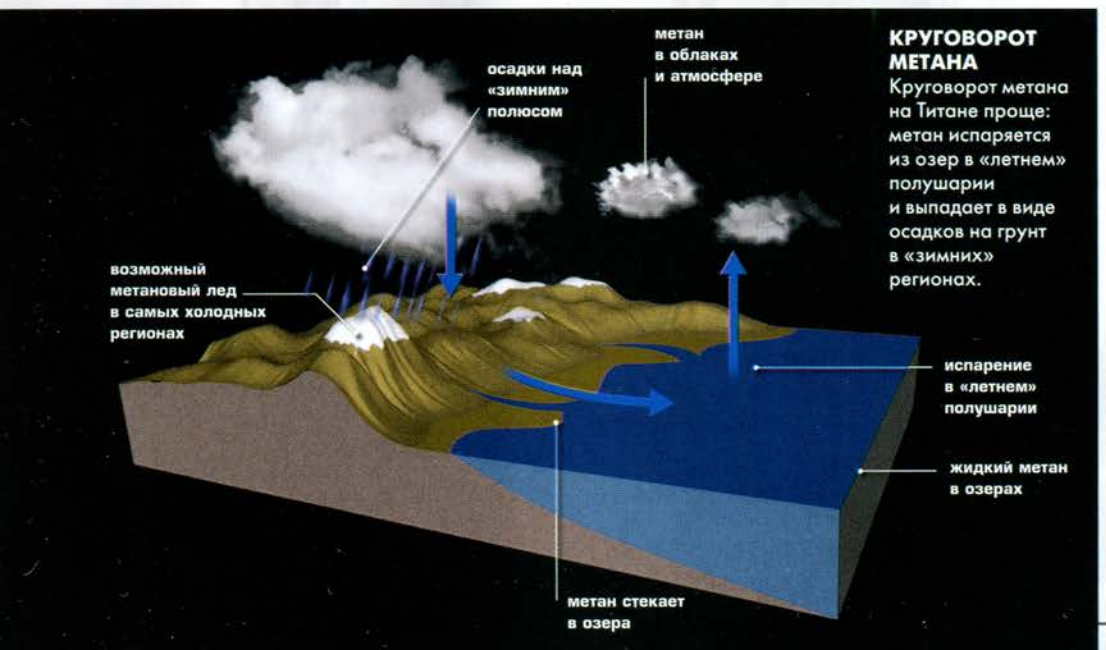
Атмосфера Титана, его озера и поверхностный лед, похоже, представляют собой главные резервуары метана на спутнике. Эта система предположительно проще, чем земной круговорот воды, однако вполне вероятно, что длительные и краткосрочные изменения климата влияют на баланс между резервуарами, также как и метановый цикл влияет на климат. Вероятно, именно это и происходит на Титане в процессе смены сезонов года (см. «Наши сведения»).

НАШИ СВЕДЕНИЯ

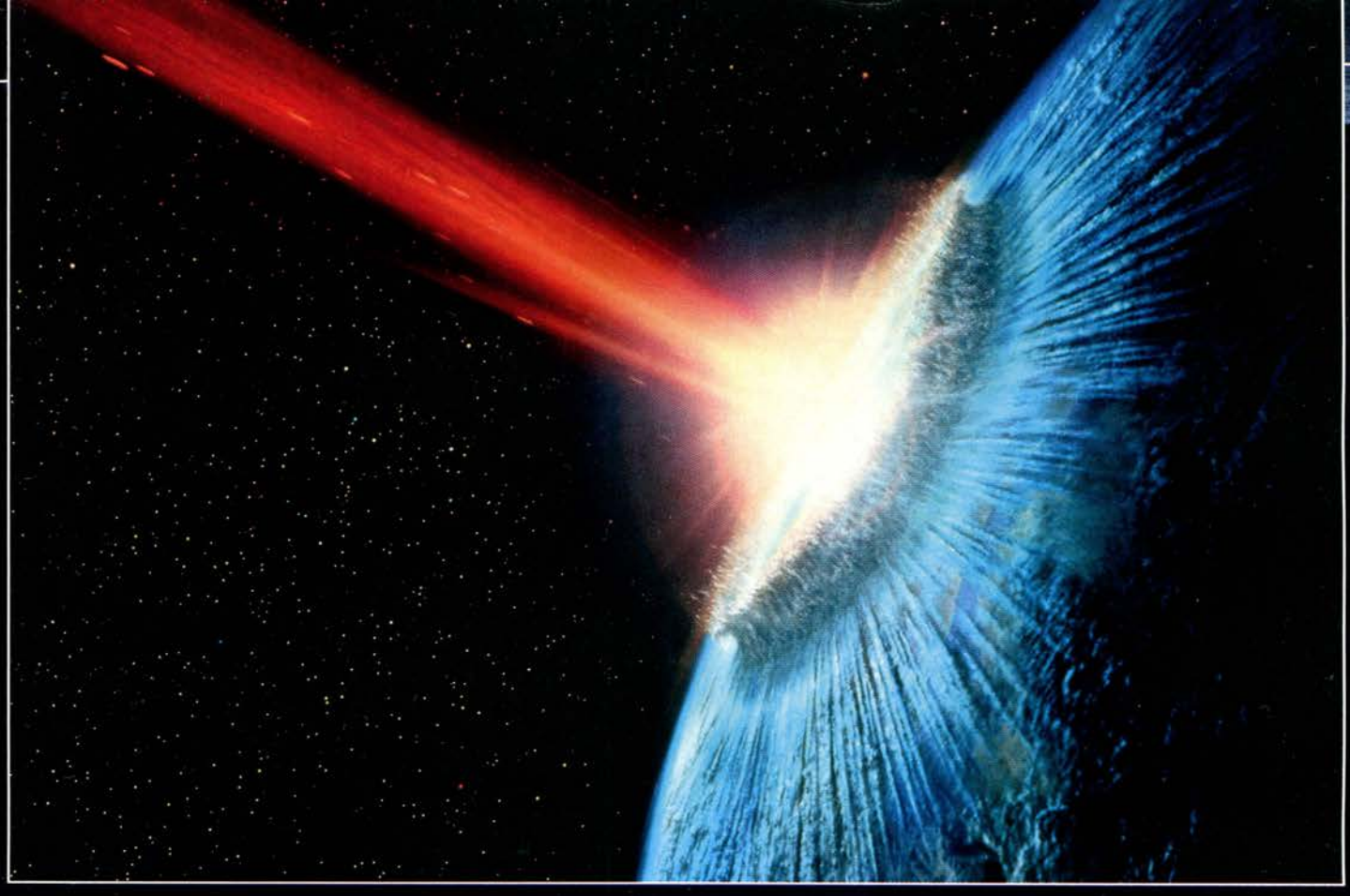
МОДЕЛИ ПОГОДЫ НА ТИТАНЕ

Крупные модели погоды на Титане намного проще земных, во многом ввиду более медленного вращения спутника. По этой причине силы Кориолиса, которые лежат в основе многих циркулирующих моделей, обнаруживаемых на других планетах, здесь почти не играют роли, что позволяет атмосфере существовать в виде одной огромной ячейки Хадли (см. «Глоссарий»), которая переносит теплый воздух с «летнего» полюса спутника в сторону «зимнего» полушария. Сезонами года на Титане управляют времена года на Сатурне, поэтому весна, лето, осень и зима длятся по семь лет каждая. Похоже, что в жидком виде метан может существовать на поверхности только зимой, поэтому, когда одно полушарие переходит в весну, метан из озер испаряется и переносится на другую сторону планеты. Здесь он конденсируется в виде облаков и снова выпадает на грунт в виде осадков, пополняя истощившиеся бассейны озер в «осеннем» полушарии.

СИЛЬНАЯ ОБЛАЧНОСТЬ
Гигантская облачная система обволакивает Северный полюс Титана. Конденсаты из этих облаков могут быть источником той жидкости, которая заполняет озера Титана.



КРУГОВОРОТ МЕТАНА
Круговорот метана на Титане проще: метан испаряется из озер в «летнем» полушарии и выпадает в виде осадков на грунт в «зимних» регионах.



ЖИЗНЬ приземлилась на ТИТАН?

Некоторые ученые считают, что на Титане могут жить микробы и что начали они свою жизнь намного ближе к нашему дому...

Выживание в замороженных условиях на гигантском спутнике Сатурна представляет собой уникальное испытание для любого организма, но, несмотря на это, ученые лелеют надежду найти там когда-нибудь жизнь. Исследования только начались. Пока орбитальная станция «Кассини» совершает регулярные пролеты мимо Титана, новые открытия, которые делает аппарат каждые несколько месяцев, повышают шансы выявить то, что могло там все-таки обитать (см. «Важные открытия»).

Если жизнь на Титане все же обнаружится, это серьезно повлияет на перспективы существования жизни и в других уголках Галактики. Но жизнь на поверхности Титана могла зародиться не в результате эволюции. По мнению канадских специалистов, она «тайком прибыла» с Земли.

ЗАТЕРЯННЫЕ В КОСМОСЕ

На протяжении всех 4,5 млрд лет своего существования Земля непрерывно подвергается бомбардировке объектами из космоса. Несмотря на мощную гравитацию нашей планеты, многие фрагменты поверхностных горных пород, выброшенные вверх в результате самых сильных таких ударов, могли развить скорость, превышающую параболическую скорость Земли (см. «Глоссарий»), и в итоге оказаться в межпланетном пространстве.

Когда Бретт Глэдмэн из Университета Британской Колумбии в Ванкувере рассчитал эффекты от удара, похожего на тот, что смел с лица нашей планеты динозавров, он обнаружил, что порядка 600 млн отдельных фрагментов горных пород могли выброситься в космос и выйти на свои орбиты вокруг Солнца.

ГИГАНТСКИЙ УДАР
Рисунок смертоносного астероида, врезавшегося в Землю. Ученые полагают, что похожие на этот удары могли разбросать фрагменты коры нашей планеты по всей Солнечной системе.

ГЛОССАРИЙ
Параболическая скорость — скорость, с которой объект должен двигаться, чтобы преодолеть силу притяжения планеты или спутника. Параболическая, или вторая космическая, скорость Земли составляет 11,2 км/с.

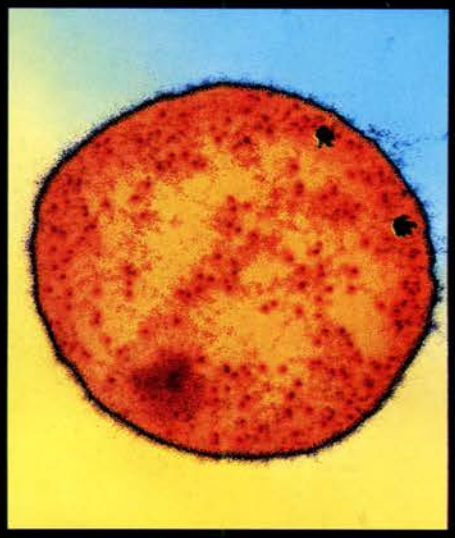
Обломки вышли на орбиты, которые постепенно раскрутились спиралями в сторону Солнца или гигантских планет. Самые скоростные фрагменты могли достичь Юпитера либо Сатурна примерно через миллион лет. Там их могла настичь неотвратимая судьба в лице силы притяжения этих планет. Анализируя небесные тела, которые могли бы теоретически стать прибежищем для внеземной жизни, Глэдмэн обнаружил, что около 100 фрагментов после мощного удара могли врезаться в ледяной спутник Юпитера Европу и около 20 обрушились на Титан.

ОДИНОКИЕ МИКРОБЫ

Жизнь на Земле буйно развивалась в течение более чем 3,5 млрд лет, преимущественно в форме микроскопических бактерий, поэтому почти наверняка некоторые микробы оказались выброшены в космос после мощных столкновений космических объектов с планетой. Но выдержали хотя бы некоторые из них такое путешествие? Если да, то адаптировались ли к условиям на этих ледяных спутниках?

Шансы на это резко возросли после открытия экстремофильных бактерий, которые могут выживать в самых суровых условиях. Некоторые организмы, безусловно, смогли бы пережить космическое воздействие на протяжении нескольких лет, но пока невозможно установить, способен ли микроб выдержать путешествие продолжительностью миллион лет.

Если допустить, что простой организм мог перенести шок от первичного выброса и длительное воздействие космической среды, следующим серьезным испытанием для него стало бы прибытие на чужеродное небесное тело. Глэдмэн и его коллеги полагают, что обнаружили преимущество Титана перед Европой, ведь если принять во внимание менее сильную гравитацию Сатурна и «амортизирующую» атмосферу Титана, то можно предположить, что столкновение с последним происходило бы мягче. И если поверхность Европы представляет собой неприглядный и почти полный вакуум, то поверхность Титана как раз богата органическими веществами, которые могли бы служить источником питания.



ЭКСТРЕМОФИЛЫ Микробы наподобие этой предпочитающей холод архебактерии могут оказаться тем самым типом организма, который выжил на Титане.

ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

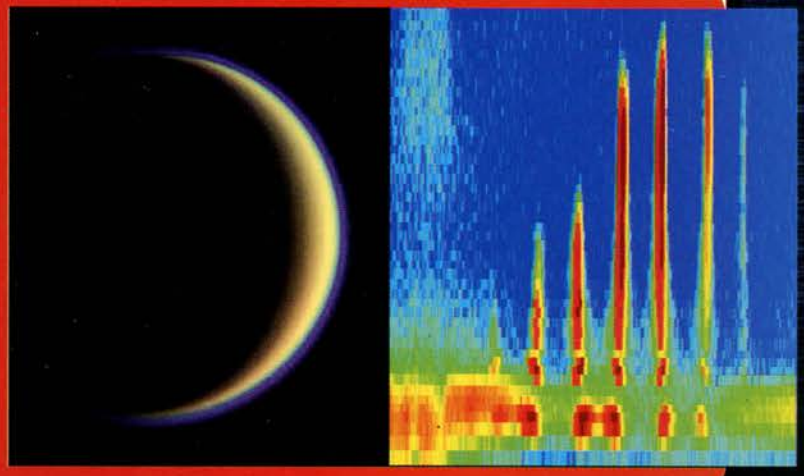
ПИЩА ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЙ

Откуда бы ни появилась жизнь на Титане, ей нужно было бы чем-то питаться, чтобы производить энергию. Архебактерии на Земле могут перерабатывать водород и более крупные органические соединения, например ацетилен, но они дают лишь абсолютный минимум энергии. Более богатыми источниками питания считаются куда большие по размеру молекулы – толины. Эти сложные структуры, содержащие сотни атомов, также считаются одним из трамплинов на пути к развитию жизни. Открытие «Кассини» в 2007 году крупных толинов в атмосфере Титана достоверно увеличило шансы на то, что жизнь на этом спутнике могла выжить и, более того, появиться независимо от Земли.

НАШИ СВЕДЕНИЯ

ОХОТА ЗА ЖИЗНЬЮ

Если на Титане все же существуют какие-то микроорганизмы, то лучший способ поискать их – это отследить их возможное влияние на атмосферу. Запасы метана в атмосфере Титана должны постоянно пополняться, а раз так, то вполне возможно, что определенную роль в этом процессе играют микробы. Найти точный источник метана, вероятно, сложно, но ведь любое живое существо, вырабатывающее метан, должно перерабатывать и другие химические соединения, следовательно, это не может не влиять на состав атмосферы над грунтом. Будущие экспедиции, возможно, смогут следить за изменениями уровня водорода, ацетилена и толинов в ходе их смещения к поверхности спутника.



СТРОИТЕЛЬНЫЕ БЛОКИ В верхних слоях атмосферы Титана (фото справа) в 2007 году спектрометр на станции «Кассини» обнаружил отрицательные ионы (фото крайнее справа).