



№ 2 (21), 2008
ФЕВРАЛЬ

НАУКА@ ТЕХНИКА

ЖУРНАЛ ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ МОЛОДЕЖИ



ДЛИННАЯ РУКА АМЕРИКИ
транспортный самолет C-130



IMPERIAL —
РОСКОШЬ НА КОЛЕСАХ



ТЕЛОХРАНИТЕЛЬ
ДЛЯ ТАНКОВ



РАКЕТНЫЙ ВОЕВОДА



БОЕВЫЕ СОБАКИ



ХОББИТЫ
С ОСТРОВА ФЛОРЕС



ИСТОРИЯ ГЕТМАНСТВА
В УКРАИНЕ. Часть I



СТР. 12

ЗАГАДКИ УДИВИТЕЛЬНОГО ТИТАНА

Представитель журнала Астробиологии Лесли Муллен (Leslie Mullen) беседует с ведущим исследователем по проблемам внеземной жизни в НАСА Дэвидом Гринспуном (David Grinspoon) о возможности возникновения жизни на Титане.

ГИПОТЕЗА ОБИТАЕМЫХ МИРОВ

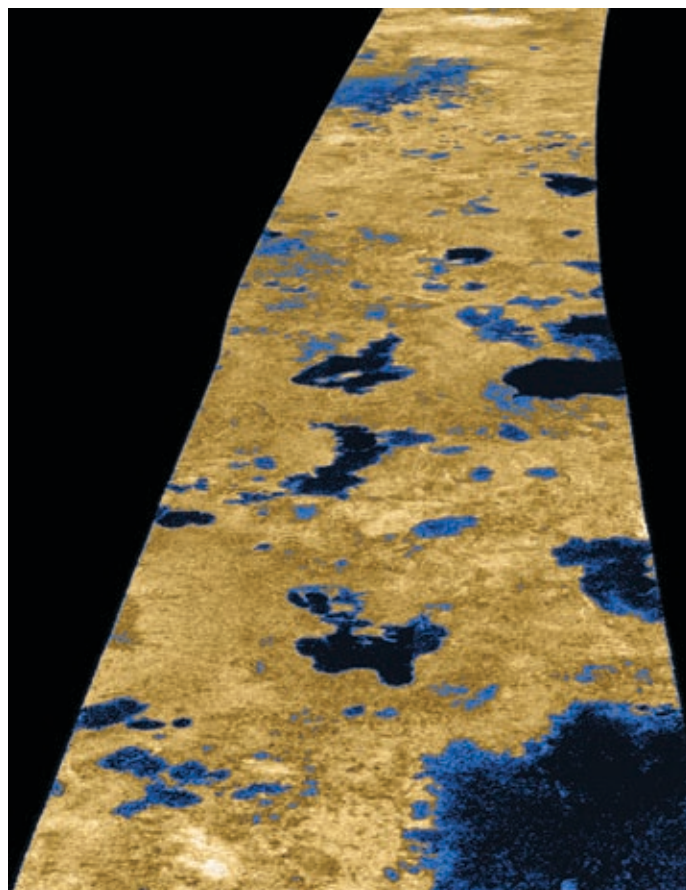
Спутник Сатурна Титан окутан толстым оранжевым туманом, в котором могут жить органические частицы. Эти частицы не задерживаются в атмосфере, а выпадают на поверхность в течение тысячелетий из-за проливающих дождей. Предполагается, что это насыщенное химическое варево может быть источником возникновения жизни, в некотором отношении аналогичное тому, что происходило на Земле на заре ее существования.

Журнал Астробиологии (ЖА): Недавно Вы опубликовали статью о том, что на Титане возможно существование жизни. Выдвигая эту гипотезу, Вы основывались на известных данных об этом спутнике Сатурна.

Дэвид Гринспун (ДГ): В этой статье были рассмотрены условия, необходимые для зарождения жизни, а также какого типа планеты мы должны искать, чтобы найти внеземную жизнь. И после этого мы задаемся вопросом, а удовлетворяет ли Титан этим условиям? Раньше мы тоже задавались таким вопросом, однако теперь, когда мы имеем новые данные с космического аппарата «Кассини» и зонда Гюйгенс, есть смысл заново вернуться к нему.

Ученые говорят о Титане и астробиологии все время, рассматривая этот спутник как лабораторию, в которой воссоздаются условия добиотической жизни на Земле. (Прим. переводчика: biotic — от греческого слова biotikos. Здесь означает период, когда окружающая среда еще не была изменена живыми существами). Там имеется азот и органические соединения. И это было известно долгое время, так что одним из важнейших мотивов запуска «Кассини» было желание уточнить добиотический химический состав на Титане. Однако, люди не очень верили в то, что на Титане что-то может жить в настоящее время. Я думаю, главным образом потому, что химические реакции на холодном Титане идут слишком медленно. Однако, Титан является исключительно активным небесным телом: имеются свидетельства криовулканической активности и метеорологических явлений. Так что «жизнь» там кипит.

Я полагаю, что основными условиями для зарождения жизни является наличие источника энергии в каком-либо виде, нечто жидкого и основного набора химических элементов для образования сложных соединений. Оказалось, что на Титане все три условия выполняются. Очевидно, что там имеются вещества в жидкой фазе: из-за криовулканической активности должны образовываться водоемы, в которых будет содержаться вода или вода с незамерзающим аммиаком. Конечно, на поверхности имеются углеводороды в жидком состоянии. Я бы хотел остановиться на проблеме источников энергии. Если бы там существовала жизнь, как бы она поддерживалась? Фотохимические реакции протекают в верхней атмосфере, где метан превращается в другие



Это изображение — построенная на основании радиолокационной съемки карта северного района Титана, представленная в искусственных цветах. Наблюдения проводились во время пролета автоматического космического аппарата «Кассини» около покрытого облаками спутника в июле прошлого года. Карта охватывает область размером около 150 километров. Темные области отражают сравнительно меньше радиоволн, излучаемых радаром. Подобные изображения свидетельствуют, что Титан — это второе тело в Солнечной системе, на поверхности которого есть жидкость. Будущие наблюдения с борта «Кассини» во время пролетов около Титана должны проверить гипотезу о метановых озерах, будет исследовано сравнительное влияние ветра на разноразмерные

органические молекулы. Эти молекулы обладают большой энергией. В этой статье мы рассмотрели молекулу ацетилена. Известно, что она образуется в атмосфере и выпадает на поверхность в виде дождя. С помощью зонда Гюйгенс был обнаружен ацетилен на поверхности Титана. Мы вычислили, что, если ацетилен взаимодействует с водородом, то

получается опять молекулы метана, и при этом выделяется небольшое количество энергии. Вот предполагаемый источник энергии на Титане.

ЖА: *Итак, на Титане идут ацетиленовые дожди, вызванные распадом молекул метана?*

ДГ: Это возможно из-за влияния ультрафиолетового излучения и взаимодействия с магнитосферой Сатурна. Там наверху есть большое количество энергии. Когда проходит ацетиленовый дождь, ацетилен впитывается в почву. После этого организмы в приповерхностных слоях могут поглощать ацетилен и превращать его обратно в метан, который, в свою очередь, поднимается обратно в атмосферу. Поэтому мы и назвали нашу статью «Влияние организмов на выделение энергии и оборот углерода на Титане». Это может решить проблему существования метана на Титане, который, как мы знаем, разрушается.

ЖА: *Вы сказали, что криовулканическая активность также способствует зарождению жизни. Так?*

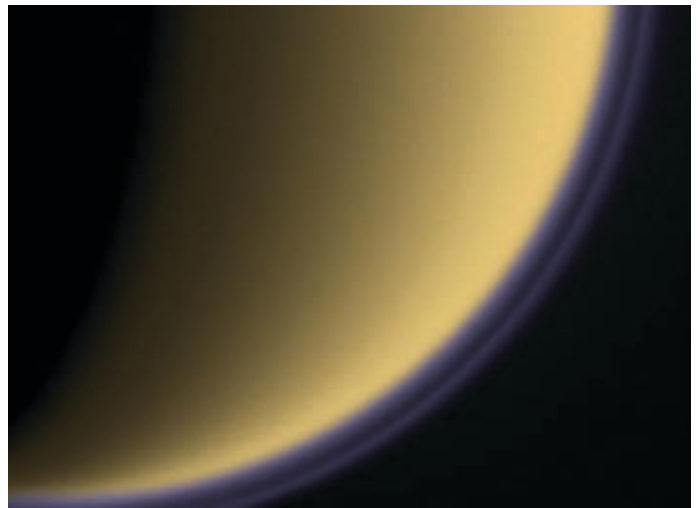
ДГ: Подумайте, где бы вы решили жить на Титане? Чтобы не замерзнуть, вы, конечно, захотите жить поближе к горячим источникам. Я люблю горячие источники и думаю, что организмы на Титане тоже неплохо относятся к ним. И вообще, я думаю, что в местах, подобных Титану, горячие источники должны быть весьма привлекательны для углеродных форм жизни.

ЖА: *Получается мир, полный крайностей: имеется ацетилен, который дает очень горячее пламя. И при этом все это находится в замерзшей среде. Огонь и лед!*

ДГ: Ацетилен не привлекает как еда, но с другой стороны, при горении ацетилена выделяется огромное количество энергии. Однако, на Титане очень холодно, и химические реакции, которые на Земле имеют взрывной характер, здесь могут протекать с умеренной скоростью. Чтобы зародилась жизнь, как раз очень важно, чтобы реакции шли не очень быстро, не было мощных возжиганий и взрывов. Также хорошо, если реакции будут не такими уж инертными. Требуется, чтобы их скорость находилась в определенном диапазоне. И определенные типы реакций, которые на Земле могли бы быть слишком активными для биохимических процессов, на более холодном Титане могли протекать вполне успешно.

ЖА: *В Вашей статье также упоминается о радикалах как о возможном источнике энергии на Титане. Мне известно, что на Земле радикалы кислорода считаются опасными для жизни.*

ДГ: Радикалы крайне активны, поскольку у них нет электронного баланса — либо электронов недостает, либо электронов имеется в избытке. Поэтому радикалы активно ищут возможности, чтобы провзаимодействовать хоть с чем-нибудь и в процессе могут разрушать вещества. Считается, что радикалы способствуют развитию рака, потому что, попадая в живую клетку, они начинают взаимодействовать со всем чем угодно. Если научиться управлять этими реакциями, то это может быть мощнейшим источником энергии для биологических целей. Один из способов управления — это использовать низкую температуру окружающей среды, в которой химические процессы идут более медленно. Подобный механизм получения энергии никак не связан с ацетиленом. Мы просто указываем на то, что холодный Титан может быть пригоден для протекания определенных химических процессов с допустимой скоростью, и эти процессы могут быть хорошим биологическим источником энергии.



На большинстве спутников вообще нет слоев тумана — почему же на Титане их два? Изображения, полученные космическим аппаратом «Кассини», который вышел на орбиту Сатурна, подтверждают, что самый загадочный спутник Солнечной системы окружен не только плотной атмосферой, но и двумя оболочками из тумана. Эти слои, окрашенные в фиолетовый цвет, хорошо видны на этом ультрафиолетовом изображении в искусственных цветах. Непрозрачная атмосфера Титана похожа на земную атмосферу тем, что в основном состоит из азота. Когда солнечный свет с высокой энергией облучает находящиеся в верхних слоях атмосферы азот и метан, образуется небольшое количество органических соединений, таких как этан и углекислый газ. Эти и другие сложные органические молекулы, вероятно, находятся в обособленных слоях тумана

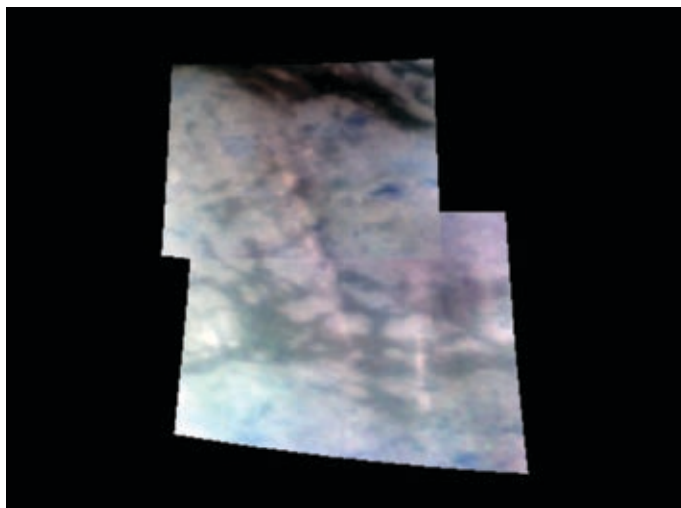
ЖА: *Складывается ощущение, что есть целый спектр биологических процессов, которые на Земле в силу тех или иных причин не работают — слишком опасны или мощны, но которые в условиях Титана могут работать как надо.*

ДГ: Абсолютно верно. Мы часто проектируем ситуацию на свою жизнь: собственные условия, возможности, цели. Мы ищем такие планеты, где будет жизнь, похожая на жизнь на Земле. Однако такая жизнь может быть лишь одной из множества вариантов. Если вы более обще поразмыслите о жизни, как об управляемой совокупности химических процессов, приводящих к саморегуляции и эволюции, то можно предположить, что имеется большое число альтернатив для форм жизни. Но для этого вам необходимо понимать, какие физико-химические условия возможны. Последнее сложно, поскольку перед нами имеется только пример нашей Земли.

ЖА: *Но, в то же время, наши земные примеры тоже могут принести пользу?*

ДГ: Вполне. Хотя бы потому, что мы можем понять, какие аспекты земной жизни являются универсальными, а какие пригодны только для Земли. В конце концов, мы не начинаем моделировать, теоретизировать и множить статьи, чтобы найти ответы. Мы смотрим на окружающий мир и находим. Наука — это удовольствие, это интересное и полезное занятие, но мы будем искать ответы с помощью разведки.

ЖА: *При поиске жизни люди часто думают, что ключом являются изотопы элементов типа углерода, так как некоторые формы жизни на Земле предпочитают питаться более легкими изотопами углерода. Однако вы*



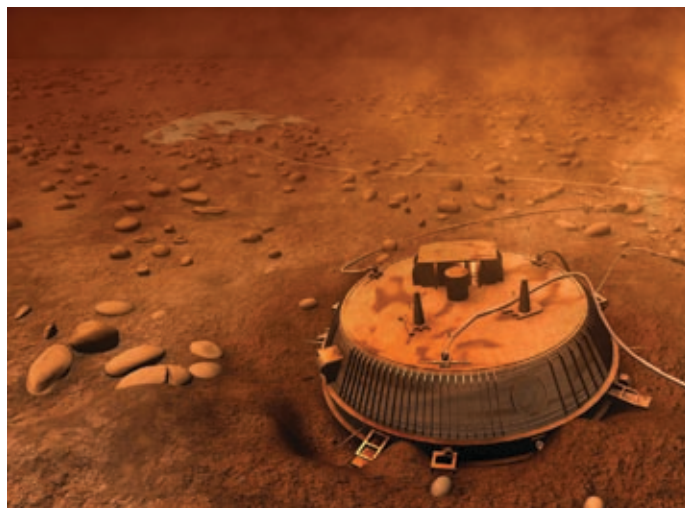
Инфракрасной камере на борту космического аппарата «Кассини» удалось запечатлеть этот вид самых высоких из всех обнаруженных на Титане гор, заглянув под плотную, туманную атмосферу самого большого спутника Сатурна. На этом представленном в искусственных цветах фотомонтаже из изображений с высоким разрешением, полученных при пролете около спутника в конце октября, виден горный хребет длиной около 150 километров и высотой примерно 1,5 километра, похожий на горный хребет Сьерра Невада на западе США, на планете Земля. На вершинах гор видны светлые отложения, предполагается, что это снег из метана или другого органического вещества. Вероятно, ледяные горы на Титане сформировались таким же образом, как и срединно-океанические хребты на Земле — из вещества, поднимающегося из глубины, чтобы заполнить разрывы между расходящимися тектоническими плитами на поверхности

сказали, что изотопный состав, указывающий на жизнь, совсем необязательно одинаков на Земле и Титане.

ДГ: Здесь надо быть осторожным. Я думаю, что, вероятно, жизнь будет проявляться в отличиях изотопного состава, и это то, что мы пытаемся найти. В конце нашей статьи мы перечисляем некоторые возможные биологические «знаки», которые можно обнаружить на Титане, и необычное распределение изотопов присутствует в этом списке. Однако мы не знаем, какое распределение изотопов способствует зарождению жизни. Мы также не знаем, какие еще природные распределения изотопов могут встречаться на Титане. Газ, покидающий атмосферу, фракционирует углерод, но мы не знаем, как сильно это влияет на состав изотопов. Наше современное знание не позволяет ни полностью исключить присутствие жизни, ни доказать ее существование.

ЖА: И все-таки, насколько вероятно, что Титан соответствует вашим представлениям об «обитаемых планетах»?

ДГ: Аппарат «Кассини» обнаружил множество протекающих процессов на Титане, в которых выделяется энергия. Важный момент в гипотезе об обитаемых планетах заключается, по-моему, в том, что планеты, обладающие геологической и метеорологической активностью, вероятнее всего и биологически живы, особенно, если эта активность длилась непрерывно с самого образования. Внешняя поверхностная активность вовсе не является абсолютным доказательством наличия биологической деятельности. Однажды в будущем, когда мы накопим большой опыт сравнительной астробиологии (достаточную выборку заведомо обитаемых



Что бы вы увидели, если бы вам удалось попасть на Титан? Примерно год назад автоматический зонд Гюйгенс совершил посадку на загадочный спутник Сатурна и передал первые изображения из-под плотного слоя облаков Титана. Основываясь на этих изображениях, художник попытался изобразить, как выглядел зонд Гюйгенс на поверхности Титана. На переднем плане этой картинке находится спускаемый аппарат размером с автомобиль. Он передавал изображения в течение более 90 минут, пока не закончился запас энергии в батареях. Парашют, который затормозил зонд Гюйгенс при посадке, виден на дальнем фоне. Он прикреплен к аппарату прочными стропами. Странные легкие и гладкие камни, возможно, содержащие водяной лед, окружают спускаемый аппарат. Анализ данных и изображений, полученных Гюйгенсом, показал, что поверхность Титана в настоящее время имеет интригующее сходство с поверхностью Земли на ранних стадиях ее эволюции

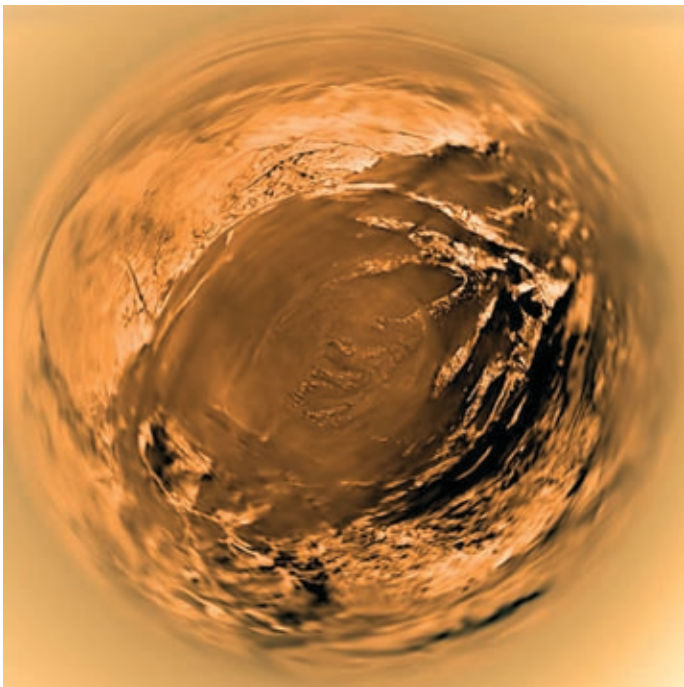
и необитаемых планет), я думаю, мы сможем заключить, что все обитаемые планеты являются активными.

ЖА: Фраза «обитаемая планета» напоминает мне, что Вы говорили раньше: «Планета и жизнь на ней будут эволюционировать совместно».

ДГ: Ну да, на Земле это несомненно так. Жизнь возникла на Земле вовсе не потому, что Земля — это прекрасное место для жизни, и не просто по случайности. Жизнь в значительной степени повлияла на Землю и сделала ее такой, какой она есть сейчас. Это и есть гипотеза Гайя, и гипотеза обитаемых миров просто пытается обобщить ее на другие планеты. (Прим. переводчика: по гипотезе Гайя (Gaia, в честь греческой богини Земли Геи), выдвинутой профессором Джеймсом Лавлоком (James Lovelock) в 1969 г., Земля функционирует как единый организм, который поддерживает условия, необходимые для своего выживания.)

ЖА: Итак, получается, что жизнь создала Землю, так же как и Земля создала нас. И, таким образом, вы можете не найти другую планету, идентичную Земле. Если теперь обратиться к Титану, то возможно ли, что и здесь жизнь могла переплестись с какими-либо процессами на нем?

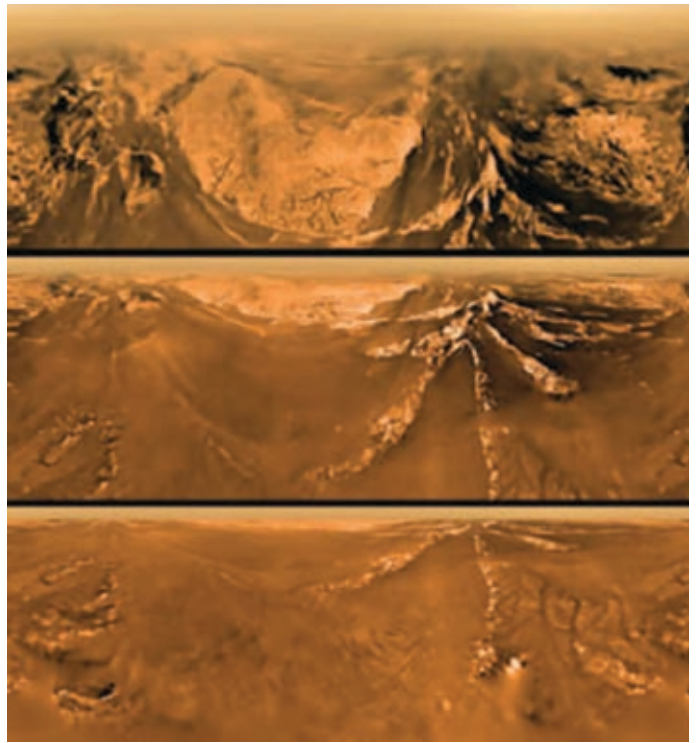
ДГ: Я думаю, что это возможно. Если энергия выделяется в результате всех этих мощных химических реакций вместе с веществом наподобие ацетилена или других образований, которые выпадают в виде осадков, то часть энергии может идти на метаболизм, работу, которую организм выполняет для поддержания своей активности. Еще часть энергии растрачивается в виде тепла в окружающую среду,



Эта картинка — панорамный вид «рыбьим глазом», запечатленный зондом Гюйгенс с высоты около пяти километров над поверхностью Титана. Цифровая проекция делает почти плоский участок поверхности похожим на шар, однако это позволяет видеть во всех направлениях. Место посадки Гюйгенса — в большой темной области внизу, немного правее центра. Этот темный песчаный бассейн, в котором почти не видно деталей, окружен светлыми холмами справа, а выше виден ландшафт, изрезанный руслами потоков и каньонами. Недавно полученные данные свидетельствуют, что русла потоков и бассейны озер на Титане обычно сухие, но иногда они на короткое время заполняются жидким метаном, выпадающим из редких, но обильных метановых дождей

хотя в таких местах, как Титан, это выглядит не такой уж и бесполезной тратой. Организмы могут тратить энергию на растапливание небольших дыр во льду. В этом заключается механизм Гаяя: организмы каким-то образом организуют среду, чтобы существование в ней было удобным. Теперь представьте, что масштабное таяние льдов на Титане обусловлено деятельностью организмов. Я не утверждаю, что мы можем это подтвердить, но представьте на мгновение, что Титан действительно кишит живыми организмами! Ведь исключить этого нельзя. Представьте, что на поверхности Титана живут организмы, и ацетилен и другие химические соединения вовлечены в биологические процессы, в результате которых получается обратно метан, и выделяется тепловая энергия. Сколько же может растопиться льда! Если ацетилен содержится в месторождениях, в чем можно не сомневаться, тогда деятельность организмов приведет к масштабному таянию льдов, что способствует повышению любого рода активности на поверхности. Гипотеза существования жизни любопытна, но при этом она может быть абсолютно реальной.

Возвращаясь к гипотезе обитаемых миров, можно посмотреть на Землю, где жизнь радикально изменила планету, и вероятно, что жизнь всегда радикально изменяет планету, на которой она зародилась. Я считаю вполне вероятным, что мы не сможем найти жизнь на планете, которая не была бы радикально изменена жизнью.



Имеются свидетельства, что на необычном спутнике Сатурна существуют испаряющиеся озера, созданные дождями из метана. Однако автоматический космический аппарат «Кассини» несколько раз получил изображения Титана в инфракрасном свете и около экватора были обнаружены обширные темные области (на фото — изображения, сделанные на разных высотах при посадке зонда «Гюйгенс»).

Анализируя данные, полученные с зонда Гюйгенс и аппарата «Кассини», ученые из Аризонского университета выяснили, что они принимали желаемое за действительное. Принятые за жидкость темные участки поверхности в экваториальной области оказались зонами, покрытыми песчаными дюнами стометровой высоты и тысячекилометровой длины. На самом деле, даже сейчас нельзя сказать, что метановые реки и озера не могут существовать на Титане, но совершенно определенно, что пока они не найдены.

Впрочем, потеряв одну сенсацию, ученые сразу ухватились за другую: для образования дюн такой высоты нужны мощные ветры, а откуда бы им взяться в атмосфере, которая получает так мало энергии от солнечных лучей? Форма дюн говорит, во-первых, о преобладании в экваториальных областях поясных ветров, дующих с запада на восток, а во-вторых, о том, что направление ветра там непостоянно, и время от времени в атмосфере спутника случаются течения, не совпадающие по направлению с основным. Источником энергетической подпитки атмосферы Титана называют гравитационное влияние Сатурна, а потому эти ветры можно назвать приливными.

Образование самого песка списывают на метановые дожди и реки, разрушающие твердые породы. Альтернативная гипотеза предполагает некие фотохимические реакции в атмосфере спутника, результатом которых становится выпадение песчинок из углеводородов. Песок, образующий дюны, чуть темнее остальной поверхности. Больше о нем ничего не известно. Так что в ближайших планах «Кассини» стоит исследование дюн с помощью спектрометров, которые позволяют определить состав песчинок.