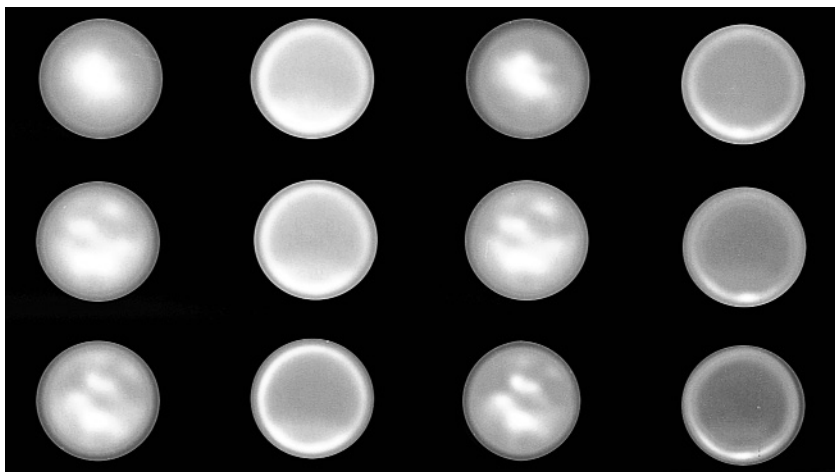


Александр Волков

На небесах – время **Титана**



Вот уже четыре года космический зонд «Кассини» ведет исследование крупнейшей луны Солнечной системы – Титана. Наземные наблюдения за Титаном невозможны из-за плотного облачного покрова. Что скрывается за этими облаками? Титан – единственная планета Солнечной системы, имеющая азотную атмосферу, которая напоминает атмосферу ранней Земли. Недаром перед стартом экспедиции «Кассини» некоторые ученые надеялись найти на этой планете следы жизни. Как выясняется теперь, рельеф Титана заставляет также вспомнить земные пейзажи.

Ледяная молния в оранжевом небе

«Погода переменная, необычайно облачная, сильные бури, местами дождь и град, нарастает опасность смога, по-прежнему очень холодно». Что это? Лапландия? Гренландия? Финляндия?

Нет, в этом прогнозе погоды – нотки совсем неземные. Он составлен для одного из отдаленных уголков нашей Солнечной системы – для странного мирка, в который человек впервые заглянул лишь пару лет назад, посадив на поверхность этой планеты свой космический аппарат. Там, на Титане, царит страшный холод и бушуют злейшие бури.

Титан – один из спутников Сатурна. У такого гиганта и спутник ему под стать. Диаметр Титана – 5150 километров. Титан крупнее Меркурия и лишь немного уступает Марсу. По сути, это самая настоящая большая планета, удержанная злокозненным великаном, однажды преградившим ей путь.

Наблюдателю, попавшему на Титан, открылась бы удивительная картина. Высоко над горизонтом светятся огромные кольца Сатурна, рассекающие небо. Колышутся оранжево-красные облака, отразившиеся в озерах из жидкого метана. Вулканы выбрасывают ввысь потоки воды и аммиака. Пронесется смерчи, развивая

скорость до четырехсот с лишним километров в час, а высоко в небесах плывут белые облака, из которых на планету проливаются метановые дожди.

Здесь пейзажи кажутся дикими и непривычными. Разветвленные речные долины, по которым, глубоко вгрызаясь в берега, сложенные из льда, и прорывая в них целые каньоны, мчатся потоки жидкого метана, этана, пропана или ацетилена. Простираются обширные топи, затянутые пеленой жидких углеводородов. В грунте, пропитанном метаном, виснут глыбы льда. В воздухе разносится приторный запах, напоминающий ароматы нефтеперерабатывающих заводов.

Станным кажется этот мир, но все же он существует — и в последние годы все больше привлекает внимание исследователей.

Самое большое белое пятно

Пятнадцатого октября 1997 года ракета-носитель с шеститонным зондом «Кассини» стартовала с мыса Канаверал в США. На борту зонда находился европейский спускаемый аппарат «Гюйгенс», созданный специально для изучения Титана. «Кассини» — «Гюйгенс» — самая крупная пара автоматических зондов, которую когда-либо посылали на исследование чужих планет.

Чтобы изучать Титан, надо совершить на него посадку. Это единственный спутник в Солнечной системе, окруженный плотной атмосферой, непроницаемой и для человеческого глаза, и для оптики телескопов. Ее протяженность достигает трехсот километров.

С тех пор как три с половиной века назад, в 1655 году, Христиан Гюйгенс открыл Титан, о нем мало что было известно. Под облачной завесой скрывается «самое большое белое пятно на карте Солнечной системы», как выразился один из инженеров, работавших над американско-европейским проектом «Кассини» — «Гюйгенс».

Когда в 1980 году космический зонд «Вояджер-1», минув Сатурн и его семейство, сблизился с Титаном на расстояние 4030 километров, астрономы за несколько минут узнали о нем, пожалуй, больше, чем за три столетия наземных наблюдений. С тех пор они могли лишь мечтать о разгадке многочисленных тайн Титана.

Особый интерес вызывал химический состав его атмосферы (см. «ЗС», 1/05): помимо азота (его концентрация, как теперь выяснилось, достигает 90 процентов), она содержала также аргон (не более шести процентов) и «болотный газ» — метан (пара процентов). Известный американский астроном Карл Саган после полетов «Вояджеров» предположил, что атмосфера Титана по своему химическому составу весьма похожа на атмосферу Земли в далеком прошлом, до появления жизни. С тех пор разговоры об этом слышатся постоянно, хотя, по мнению ряда ученых, сама постановка вопроса ошибочна. «В ту пору метан в атмосфере Земли выделяли живые организмы, — отмечает геохимик Джеймс Кастинг из Пенсильванского университета. — Мы не можем точно установить, как именно выглядела атмосфера Земли до их появления. Судя по имеющимся у нас моделям, та первичная атмосфера состояла в основном из азота и углекислого газа». Исследования Титана, скорее, помогут нам понять, что происходило на Земле уже после того, как ее населили первые одноклеточные организмы. «На примере Титана мы можем увидеть, что за процессы протекают в атмосфере, содержащей большое количество метана», — отмечает Кастинг. В любом случае, как подчеркнул ученый секретарь Института космических исследований РАН Александр Захаров: «Изучение Титана очень важно. Возможно, полученные данные приблизят нас к ответу на вопрос о происхождении жизни на Земле».

Летом 2004 года космический зонд «Кассини» стал искусственным спутником Сатурна (об его исследовании колец и спутников Сатурна читайте в «Знание — сила», 9/06, 2/07). Можно



было готовиться к десанту на самую загадочную из его лун. Звездный час «Гюйгенса» настал 14 января 2005 года. Он оказался первым космическим аппаратом, совершившим посадку на спутник одной из планет Солнечной системы (наша Луна не в счет), а также первым аппаратом, опустившимся на поверхность небесного тела, находящегося на периферии Солнечной системы, — до сих пор земные зонды побывали лишь на Венере и Марсе.

В течение 3 часов 44 минут зонд «Гюйгенс» передавал информацию на Землю, в том числе 72 минуты вел репортаж с поверхности Титана. На трех с половиной сотнях снимков видны метановые и этановые облака, темные равнины, светлые участки поверхности. Местность, в которой он оказался, скорее, напоминает марсианскую пустыню. На следующий день эти фотографии облетели первые полосы мировых газет.

Метан впадает в Каспийское море

Экспедиция «Кассини» — «Гюйгенса» позволила узнать немало нового о Титане.

Так, в июле 2006 года между 73 и 80 градусами северной широты Титана были найдены обширные темные участки. Сигналы радиолокатора буквально «тонули» здесь. По словам одного из участников программы «Кассини», Ларри Содерблома, «мы увидели, что этот регион был темнее любого другого места на Титане». Темные участки на радиолокационных снимках свидетельствуют, что речь идет об очень гладкой поверхности, например, залитой водой или покрытой слоем льда. Астрономы склоняются к первой версии. На некоторых снимках вырисовывались также разветвленные русла, впадавшие в эти «водоемы». Когда-то по ним, наверное,

струилась жидкость. А может быть, реки текут и теперь?

По мнению Содерблома и его коллег, описавших в январе 2007 года свое открытие на страницах журнала Nature, зонд «Кассини» обнаружил на Титане настоящий «озерный край». Всего к началу 2007 года в северном полушарии Титана было найдено более 75 «озер». Их размер составлял от трех до семидесяти километров в поперечнике. Некоторые озера высохли, другие же были до краев заполнены жидкостью. По словам астрономов, эти озера напоминают, если представить себе земные пейзажи, кратеры или вулканические кальдеры, затопленные водой.

Однако главное открытие было впереди. В районе северного полюса Титана радиолокатор «Кассини» обнаружил широкую темную полосу, протянувшуюся на тысячу километров. На фотографиях вырисовалось громадное «море», которое затмило все «озера», обнаруженные на Титане. По расчетам американских астрономов, его площадь сравнима с площадью Каспийского моря — самое большое озеро Земли раскинулось на территории в 370 тысяч квадратных километров.

Еще лет двадцать назад ученые предполагали, что на Титане могут простираться целые моря, заполненные не водой, конечно, — для этого там слишком холодно, — а углеводородами: метаном и этаном, которые при очень низких температурах превращаются в жидкость. Некоторые исследователи пробовали даже рассуждать о том, что вся поверхность Титана покрыта одним громадным океаном. Однако первые снимки, переданные в 2004 году зондом «Кассини», разочаровали сторонников этой гипотезы. На них не было и следа морей на Титане, не говоря уже об океане, простертом от полюса к полюсу. Теперь же возникает ощущение, что астрономы просто «смотрели не туда».

К сожалению, сигналы радиолокатора не дают представления о том, из каких именно углеводородов состоят

озера на Титане, а работе спектрометра мешает облачная завеса. Можно лишь предполагать, что они действительно содержат жидкий метан и растворенный в нем этан, а также, возможно, некоторое количество жидкого азота. Из-за низких температур на Титане жидкий метан, скапливающийся на поверхности, будет испаряться довольно долго. Так что, появление и существование здесь метановых озер неудивительно.

Близ южного полюса Титана тоже обнаружены экзотические озера. «Мы понимаем, как формируется ландшафт Титана, — отмечает американский астроном Мартин Томаско. — Полученные нами геологические данные о процессах эрозии, выпадении осадков на Титане и циркуляции своего рода рек свидетельствуют, что на Титане во многом протекают те же самые физические процессы, что и на Земле». Ему вторит немецкий астроном Михаэль Кан: «Мы видим те же процессы, что наблюдаются и на нашей планете, разве что химия их очень своеобразна, а потому вместо камней мы находим здесь ледяные глыбы».

Где спрятался вулкан?

Приближаясь менее чем на тысячу километров к Титану, зонд «Кассини» постепенно разгадывает тайны, скрывающиеся за облачной завесой. Он ведет наблюдения за Титаном в ту пору, когда в северном полушарии этой планеты длится долгий зимний сезон (он продолжается семь земных лет). Лишь в 2010 году зима сменится летом. Пока же, отмечают астрономы, здесь идут углеводородные дожди, или, если температура достаточно низка, с неба сыплется углеводородный снег.

К слову, осадки на Титане выпадают часто. В его природе мы наблюдаем настоящий круговорот метана и этана — подобно круговороту воды на Земле. В зимний период метан конденсируется, а затем в виде осадков выпадает на поверхность Титана, где скапливается в ложбинах или испаря-

ется, чтобы затем вновь просыпаться снегом или пролиться дождем. В летнее время метан стремительно испаряется; озера сужаются или полностью пересыхают. Ни на одной другой планете Солнечной системы, кроме нашей, мы не встречаем ничего подобного. Метан здесь играет ту же роль, что у нас – вода. Он встречается на Титане в жидком, газообразном и твердом состояниях – все зависит от конкретной температуры и атмосферного давления.

Правда, расчеты показывают, что в результате фотохимических реакций весь метан, содержащийся в атмосфере Титана, всего за 10 – 20 миллионов лет превратился бы в другие соединения, а поскольку метан по-прежнему присутствует в атмосфере, значит, его запасы каким-то образом пополняются. Стоит ли сводить все к упомянутому уже круговороту метана? Возможны другие источники его поступления в атмосферу.

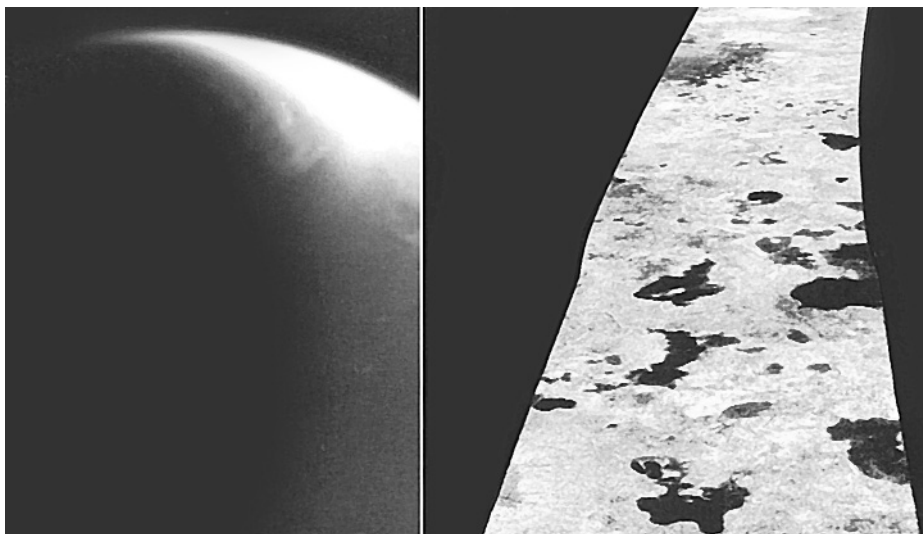
● Так, метан мог бы выделяться в результате жизнедеятельности микроорганизмов, населяющих Титан. Однако, по данным приборов, которые были установлены на борту «Гюйгенса», метан поступает в атмосферу Титана, главным образом, из недр этой планеты, а не с ее поверхности, и этот метан не биологического происхождения, а геологического. Дело в том,

что в атмосфере Титана не отмечено никакого избытка изотопа углерода-12 по сравнению с углеродом-13, что характерно именно для жизненных процессов.

● Еще одна гипотеза хорошо согласуется с результатами наблюдений. Глубоко в недрах Титана или даже возле его поверхности могут залежать обширные полости, заполненные газообразным метаном. Из этих резервуаров газ вырывается, например, после падения метеоритов, пробивающих верхний слой поверхности.

● Возможно также, что метан извергают (или извергали в прошлом) так называемые криовулканы – «льдодышащие горы Титана», выбрасывающие ледяную лаву, а также клубы газов. В пользу данной гипотезы говорит и то, что в атмосфере планеты найдены следы аргона-40 (43 частицы на миллион). Этот изотоп возникает при распаде радиоактивного калия-40, который здесь, как и на Земле, содержится в горных породах, скрывающихся, по-видимому, под слоем льда. Лишь извержения вулканов, возможно, выносят его на поверхность планеты.

В июле 2004 года зонд «Кассини» обнаружил в атмосфере Титана светлое пятно диаметром около 400 километров. Что это было? Облако? Туман, расстелившийся над поверхнос-



тью планеты? Или зона вулканической активности? Все это могло быть здесь, на Титане. Может быть, светлое пятно на его поверхности и есть свидетельство извержения вулкана?

Цвет пятна постоянно меняется. В марте 2005 года оно светилось в два раза ярче, чем летом 2004 года. К ноябрю 2005 года яркость его заметно убавилась и достигла прежней величины, а месяц спустя пятно снова вспыхнуло. Чем ярче становится пятно, тем большую площадь оно занимает. В обозреваемый период площадь пятна менялась с 70 до 140 тысяч квадратных километров. И вряд ли оно может быть облаком — в течение нескольких дней облако бы, образно говоря, растаяло. То же касается пелены тумана.

В то же время ряд астрономов оспаривает вулканическую версию. Так, один из руководителей программы «Кассини» Роберт Браун считает, что изменения яркости пятна представляют собой лишь оптическую иллюзию, обусловленную атмосферными явлениями. Других же признаков вулканической активности на Титане нет. «Если бы температура подскочила на 10 — 20 градусов, это было бы хорошим аргументом». Ведь температура аммиачно-водяной смеси, выбрасываемой из жерла подобного вулкана, составляла бы примерно -103°C . Температура же светлого пятна равна 179 градусам ниже нуля, как и везде на Титане. Нет ответа и на вопрос: «Где же находится вулкан?» Зонд «Кассини» располагается достаточно далеко от поверхности Титана, и потому сквозь плотную атмосферу планеты не удается разглядеть пресловутое жерло.

И все-таки, по мнению немецкого астронома Ральфа Яуманна, уже тот факт, что поверхность Титана очень молода, может указывать на геологическую активность этой планеты, в том числе свидетельствовать о вулканизме. Здесь, на Титане, вулканы, очевидно, извергают водяной лед — вот почему пятно время от времени светлеет. Со временем выброшенный из жерла лед покрывается пылью и

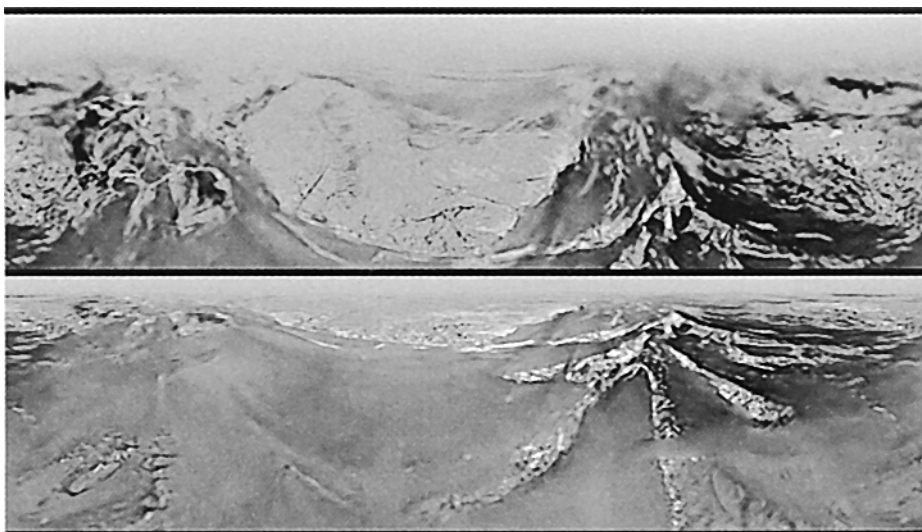
темнеет — так меняется цвет загадочного пятна.

Большое космическое путешествие из Намибии в Альпы

Итак, мы лишь начинаем понимать природу Титана. Его трудно изучать. Приборы «Кассини» были специально разработаны для того, чтобы заглянуть сквозь облачную пелену. Но снимки, выполненные им, по-прежнему расплывчаты и нечетки, а на фотографиях, сделанных «Гюйгенсом», виден лишь небольшой участок поверхности планеты; к тому же аппарат проработал очень недолго.

Однако новости с Титана исправно продолжают поступать. Так, на радиолокационных снимках обнаружили дюны высотой от 100 до 150 метров — наподобие тех дюн, что можно увидеть у нас, например, в Намибии или Сахаре. Плотная атмосфера Титана и малая сила тяжести — она составляет всего 14 процентов от земной — лишь способствуют переносу материала, из которого они сложены, с места на место. Подобно песчаным дюнам, его также перегоняет ветер. По словам астрономов, поверхность Титана похожа на калейдоскоп, и никогда не знаешь, что увидишь в следующий раз. Химическая природа здешних «песчинок» пока не ясна. Возможно, дюны состоят из ледяного крошева или крупниц каких-то органических веществ, но вряд ли это могут быть крупницы силикатов — песчинки, как на нашей планете. Черда этих «ледяных» пустынь, покрытых дюнами, протянулась на многие сотни километров. Они пролегают вдоль экватора Титана, там, где раньше астрономы предполагали найти метановые моря.

Возможно, в атмосфере Титана протекают особые химические процессы, в результате которых и образуются крохотные частицы органического вещества — те самые частицы, из которых и громоздятся дюны. По другой гипотезе, метановые дожди могут вызывать эрозию отдельных участков поверхности Титана, а ветер затем уже



сметает осыпь – из нее вырастают дюны.

По их расположению ученые могут судить о характерной для Титана «розе ветров». В среднем скорость ветра должна достигать двух километров в час, чтобы образовались дюны. Под действием приливных сил, порождает

рых Сатурном, атмосфера Титана перемешивается. Кстати, из-за близости к громадному Сатурну приливные силы здесь примерно в 400 раз мощнее, чем на Земле, где их создает Луна. Ветры в нижних слоях атмосферы Титана обусловлены именно действием приливных сил, порожденных осо-

Нет жизни на Земле – для этих летающих бактерий

Ученые до сих пор гадают о том, как четыре миллиарда лет назад на нашей планете возникла жизнь. Так называемая теория панспермии гласит, что «разносчиками жизни» служат метеориты – именно они когда-то принесли на Землю жизнь, зародившуюся далеко за ее пределами. Недавно канадские ученые попробовали взглянуть на этот вопрос с другой стороны. По мнению Бретта Глэдмана из университета Британской Колумбии, сама Земля после появления на ней жизни стала экспортировать ее на другие небесные тела. Живучесть земных микроорганизмов поражает воображение. К примеру, среди обломков американского космического корабля «Колумбия», разбившегося в 2003 году, ученые обнаружили бактерии, благополучно пережившие катастрофу. Так что микробы готовы к «инопланетным визитам».

Многие мелкие метеориты, прилетающие на нашу планету, представляют собой куски породы, выброшенные с поверхности Марса или Луны после столкновения их с астероидами (см. «З-С», 1/00). Это – факт общеизвестный. Так, на Земле уже найдено три десятка метеоритов, прилетевших с Марса. Десять лет назад даже произошла сенсация: показалось, что в одном из таких метеоритов обнаружены следы внеземной жизни. А вот добирались ли в далекой древности до других планет обломки пород, отлетевшие от Земли после подобных коллизий, оставалось не ясным. Ведь этим камням приходилось преодолевать не только притяжение Земли, но и силу притяжения Солнца.

Глэдман и его коллеги попробовали воспроизвести на компьютере падение на Землю примерно такого же метеорита, как и тот, что 65 миллионов лет назад пробуровил полуостров Юкатан и, возможно, вызвал последующее массовое вымирание динозав-

бенностями его орбиты – она сильно вытянутая, эллиптическая. Если бы планета двигалась по круговой орбите, то подобные ветры не наблюдались бы.

В 120 километрах от поверхности Титана скорость ветра достигает 430 километров в час. На этой высоте атмосфера Титана вращается быстрее самой планеты. Этим он напоминает Венеру, где густая облачная завеса также стремительно совершает свое круговращение. Лишь на низких высотах ветер стихает.

Картины природы Титана, возникающие на расплывчатых снимках, летевших к нам полтора миллиона километров, порой удивительно напоминают что-то родное, земное. Вот длинная череда заснеженных вершин – еще один знакомый образ, альпийский пейзаж планеты Титан. Протяженность этой необычной горной гряды составила около 160 километров. Конечно, горные цепи Титана не сравнить с Альпами или хотя бы со Сьеррой-Невадой, ведь их высота достигает всего 1600 метров. Однако са-

мо их существование доказывает, что ландшафты Титана когда-то формировали те же грандиозные силы, что определили и облик земных пейзажей – эти горы порождены тектоническими перемещениями плит. По-видимому, горы сложены из твердого, как гранит, льда; их вершины покрывает необычный снег – россыпь кристалликов метана или какой-то другой органической субстанции.

Таким образом, в последние годы ученые получают все больше подтверждений тому, что не только климат, но и геология этой ледяной луны все больше напоминает условия, царившие на нашей планете четыре миллиарда лет назад.

P.S. Миссия зонда «Кассини» продлена до 2010 года, но уже сейчас мы можем сказать, что этот аппарат сделал очень многое для исследования самого большого белого пятна на карте Солнечной системы.

ров (см. «3-С», 7/07). Подобных коллизий насчитывают несколько десятков за всю историю нашей планеты. После такой катастрофы в небо взметнулось до 600 миллионов камней, и некоторые из них – их изначальный размер составлял не менее трех метров – даже преодолели притяжение планеты. Вылететь они могли только при столкновении Земли с метеоритом, достигавшим 10 – 50 километров в поперечнике.

Ученые проследили траекторию полета обломков, поднятых взрывом. Результат оказался абсолютно неожиданным. «Я полагал, что лишь редкие, редкие камни могут отлететь на периферию Солнечной системы», – признался Глэдман. В действительности, за пять миллионов лет 100 виртуальных метеоритов долетело с Земли до спутника Юпитера – Европы и около тридцати – добрались до Титана.

Впрочем, если бы эти обломки породы и содержали бактерии, то последние, скорее всего, погибли бы в момент падения на поверхность Европы. Ведь скорость их падения здесь была очень высока – до 25 километров в секунду. Удар о ледяную поверхность Европы обращал камни в пыль.

По сотне метеоритов просыпалось бы и на другие крупные спутники Юпитера – Ио и Ганимед. Оптимистичнее от этого расчеты не стали. Если микроорганизмы, населявшие поверхность этих камней, и выжили бы во время космического путешествия, то при падении на Ио или Ганимед они погибли бы.

А вот на Титане у них были бы шансы спастись. В его плотной атмосфере крупные метеориты распались бы на крупницы, и те медленно, словно дождевики, просыпались бы на поверхность планеты. Оптимальным был бы и разогрев этих обломков, обусловленный трением в плотных слоях атмосферы: намерзший на них лед растаял бы, и в каплях воды начался бы бурный рост выживших микроорганизмов. Вот только понравилось бы им на Титане, где царит жуткий холод?