ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ

РЕФЕРАТ

**Исследования Титана**

Воронеж 2010

**История изучения Титана в докосмическую эру**

терраформинг титан докосмический

Зонд «Кассине», запущенный Европейским Космическим Агентством к Сатурну, в настоящее время исследует крупнейший спутник планеты — Титан, передавая всё новые и новые данные и в ближайшее время, мы узнаем о том, что скрывается под толстым слоем его атмосферы. Наконец-то мы подходим к разгадке тайны Титана, одного из самых загадочных спутников ХХ века.

Но оставим в покое научные данные «Кассине» и углубимся в историю исследования и наблюдения этого спутника. К тому же для этого есть и повод: в следующем году исполниться 460 лет с момента его открытия.

И так спутник Сатурна Титан был открыт голландским астрономом Христианом Гюйгенсом в 1665 году при помощи самодельного телескопа рефрактора, кстати, одного из крупнейших на тот период. Одновременно с Титаном, Гюйгенс открывает и кольца этой планеты. Таким образом, на данный период Титан стал шестым спутником известным в Солнечной системе, до него было известно лишь о Луне и 4-х галилеевых спутников Юпитера (Ио, Ганимед, Каллисто и Европа).

Собственное имя Титан спутник, как и 5 других спутников, открытых до 1848 года получил в 1850 году. Такое название ему придумал английский астроном Дж. Гершель, исходя из греческой мифологии, в которой Сатурну соответствовал Кронус. В греческой мифологии Титанами называли божеств старшего поколения, детей Урана и Геи.

Титан очень далек от Земли, в телескоп он виден, как звезда 8,5 зв.вел. Поэтому для астрофизиков Титан, как и многие другие спутники, был практически недоступным объектом для исследований, оставаясь интересным объектом для изучения небесных механиков. Первым же, кто описал теорию движение и составил эфемериды Титана, стал русский астроном Баклун, произошло это в 1898 году.

Изучение Титана астрофизиками и планетологами началось значительно позднее. Только 1907 году испанский астроном Хосе Сола делает теоретическое предположение о существовании атмосферы у Титана. Причём надо отметить тот факт, что на тот момент было лишь точно установлено, что атмосфера на объектах Солнечной системы, кроме Земли есть у Венеры и планет-гигантов, но, как считали многие астрономы того времени, возможно, и у Луны. Точное же подтверждение открытия атмосферы у Титана было сделано только в 1944 году известным американским планетологом Дж. Койпером, когда тот, при помощи 2,5м телескопа обсерватории Маун-Вилсон, крупнейшего в то время, сумел, получит снимки спектров Титана.

Новая эпоха изучения этого спутник начинается с 1979 года, когда вблизи Сатурна промчался американский космический аппарат «Пионер-11».

**Исследования Титана**

Основные сведения об этом загадочном спутнике были получены совсем недавно при помощи аппарата Huygens, который вошел в плотную атмосферу Титана и сел на его поверхность 14 января 2005 года. Спуск занял 2 часа 57 минут. При этом раскрылось 3 парашюта, которые позволили ученым получить различные важные данные о Титане.

Первый, самый маленький, раскрылся на высоте примерно 160 километров, предназначенный для снятия верхней крышки спускаемого аппарата. Затем раскрылся основной парашют диаметром 8,3 метра. Позже отделился тепловой щит в нижней части аппарата. А на 110 километрах второй парашют отстрелился и раскрылся третий, 3-метровый, так называемый стабилизирующий парашют. На высоте нескольких сотен метров "Гюйгенс" включил мощную лампу, чтобы осветить поверхность планеты.

При ударе о поверхность аппарат испытал очень кратковременные перегрузки около 15 G, а относительная скорость составила около 10 миль в час. При посадке аппарат на шесть дюймов вошёл в замороженную почву похожую на гальку.

Пенетрометр в основании аппарата пробурил скважину глубиной чуть более 15 сантиметров. Полученные данные вместе с замедлением, испытанным зондом в момент касания, привели учёных к выводу, что под аппаратом - тонкая корочка, покрывающая нечто более мягкое с относительно однородной консистенцией.

В механическом плане эта поверхность напоминает мокрый песок или глину, объявили исследователи. Возможно, это место ещё совсем недавно было мокрым, и оставшаяся влага не просочилась слишком глубоко, рассуждают учёные.

Специалисты также добавили, что осадки на Титане могут быть сезонными. И в определённое время каналы вновь наполняются. Интересно, что скруглённая потоками жидкости галька, замеченная на снимках с места посадки, это не камни (силикаты), а, судя по всему, грязный водяной лёд. Однако при температуре минус 170 градусов Цельсия и ниже - это всё равно, что камни. Таким образом, Титан активен, но активность эта похожа на земную лишь общими принципами, но не химией.

Первые снимки показали, что поверхность спутника Сатурна имеет бледно-оранжевый цвет.

По данным, полученных с Гюйгенса, ученые сделали выводы, что поверхность Титана относительно ровная. Альтиметр показал перепады высот не более 100 м на протяжении нескольких сот километров. В то же время локальные перепады высот, как показывают данные радара и стереоснимки могут быть весьма значительными; скорее всего крутые склоны на Титане не редкость. Это является результатом интенсивной эрозии при участии ветра и, вероятно, жидкости. Имеются несколько объектов, похожих на ударные кратеры, заполненные предположительно углеводородами.

На снимках, сделанных с высоты несколько тысяч километров, видны образования похожие на речные каналы и побережья. Это свидетельствует о том, что на поверхности Титана есть или, по крайней мере, была, жидкость.

При спуске Гюйгенс исследовал атмосферу Титана. На высотах от 6 до 12 миль скорость ветра составляла около 16 миль в час. Инструменты аппарата обнаружили толстый метановый туман (или облако) на высоте от 11 до 12 миль от поверхности. Атмосферное давление на этой высоте составляет 7.3 фунта на квадратный дюйм. Температура атмосферы в начале спуска составляла 70.5 К, а на поверхности - уже 93.8 К.

Совершенно неожиданно в атмосфере Титана был найден изотоп Аргон-40. Это свидетельство вулканической деятельности на спутнике. Причём извергается здесь не горячая лава, как на Земле, а холодный водяной лёд и аммиак.

В верхних слоях атмосферы под воздействием ультрафиолетового солнечного излучения метан и азот разлагаются и образуют сложные углеводородные соединения. Некоторые из них по данным масс-спектрометра Кассини содержат не менее 7 атомов углерода. А среди соединений азота идентифицированы нитрилы - своего рода предшественники аминокислот.

После 2,5 часов работы в атмосфере Титана и 1,5 часов работы на поверхности зонд "Гюйгенс" прекратил работу, выработав полностью заряд своих батарей.

Изучения Титана не закончились после приземления спускаемого аппарата Гюйгенс. Исследования продолжил орбитальный комплекс "Кассини". При помощи радара, установленного на его борту, ученые смогли уже получить много интересных данных, позволяющие расширить наши представления об этом загадочном спутнике.

Первые снимки Титан были проведены еще на подлете к Сатурну. Они были сделаны ближнем инфракрасном диапазоне. Они позволили впервые увидеть его поверхность через плотную атмосферу. Но к сожалению на них было не разобрать детали ландшафта.

Тогда "Кассини" впервые увидел динамику, происходящую в атмосфере Титана. Возможно, метановые облака в практически азотной атмосфере. Так же был обнаружен второй атмосферный слой, который берет свое начало на высоте несколько сотен километров на поверхность. Это слой напоминает городской смог, только в несколько раз плотнее.

Новая, более близкая встреча с Титаном ждала "Кассини" в конце первого витка вокруг Сатурна и состоялась 26 октября 2005г. Аппарат пролетел на расстоянии 1200 км. от спутника.

Четко стали видны темные и светлые области на поверхности. Одна из таких светлых областей (сама крупная) имеет форму похожую на Австралию. Ученые предполагают, что это континент, названный Ксанаду (Xanadu). На западном краю отснятой области тёмные дюны уступают сложному ландшафту, изрезанному ветвящимися речными сетями, холмами и долинами. Эти узкие речные сети текут к более тёмным областям, которые могут быть озёрами. Также здесь был найден кратер, сформированный либо ударом астероида, либо водным вулканизмом.

Извилистые каналы восточной части Ксанаду заканчиваются на тёмной равнине, где дюны (встречающиеся в изобилии в других местах), как кажется, отсутствуют.

Имеются и темные области схожих размеров, опоясывающие спутник по экватору, которые поначалу идентифицировались как метановые моря. Радарные исследования, однако, показали, что темные экваториальные регионы повсеместно покрыты длинными параллельными рядами дюн, вытянутых в направлении преобладающих ветров (с запада на восток) - т.н. "кошачьи царапины". Лишь в некоторых местах зафиксированы участки ровной (возможно жидкой) поверхности, по площади соответствующие скорее озерам, чем морям. Темный цвет низменностей объясняется скоплением частиц углеводородной "пыли", выпадающей из верхних слоев атмосферы и смываемой метановыми ливнями с возвышенностей.

Таким образом, сегодня в результате исследований ученые не отрицают даже возможности наличия на Титане хотя бы каких-то органических процессов, схожих с происходившими миллиарды лет назад на Земле, еще до этапа зарождения на ней жизни. Звучит как фантастика, но нередко бывает, что реальность оказывается удивительнее любых вымыслов. Удалось уточнить и состав верхнего слоя атмосферы Титана: в ней обнаружены сложные органические молекулы бензола, диацетилена и пропана. Определены были и необходимые для успешного десанта данные по скорости ветра в атмосфере Титана. Она составляет от 15 до 35 метров в секунду, а это, учитывая плотность (в 1,6 раза больше земной) газовой оболочки гигантского спутника Сатурна, считается достаточно крепким ветром.

В июне 2005 "Кассини" обнаружил гораздо более тёмное образование с очень чёткими границами, которое находится в регионе с очень мощными (возможно "ливневыми") облаками и которое может быть идентифицировано как действительно жидкое озеро. По размеру и форме оно схоже с озером Онтарио, поэтому и было названо Lacus Ontario. Пока не ясно - жидкость там, или тёмное высохшее дно, покрытое осадочным слоем. По некоторым признакам, активная "работа" углеводородных жидкостей на поверхности Титана (дожди или бьющие из-под поверхности ключи, ручьи и реки) носит сезонный характер. Дальнейшее изучение озера должно раскрыть его загадку.

Уже в июле 2006 года "Кассини" обнаружил дюжину озёр размером до 110 километров. Некоторые из них объединены между собой каналами, тогда как другие, отдельные, пополняются реками. Несколько из них оказались сухими (как и полагали учёные раньше), но некоторые - наполнены жидкостью, по-видимому, смесью метана и этана.

Некоторые озёра, вероятно, не всегда остаются сухими, а периодически наполняются во время углеводородных дождей. Однако новые данные пока так и не смогли уверенно ответить на вопрос - каков источник этих веществ.

Гигантское облако, размером в половину США, было заснято аппаратом "Кассини" в декабре 2006 г. Облако может состоять из того же материала, что и озера, обнаруженные ранее.

Закрытое зимней тенью, только сейчас облако стало видно для фотокамер. Тем самым мы можем видеть, как на Титане зима сменяется весной. Облако простирается до 60 гр. с.ш., и составляет примерно 2400 километров в диаметре, почти поглотившее весь северный полюс спутника.

Новое изображение было получено 29 декабря 2006 года, при помощи VIMS (visual and infrared mapping spectrometer). Научные модели предсказывали такое облако, но впервые оно было заснято с таким высоким разрешением.

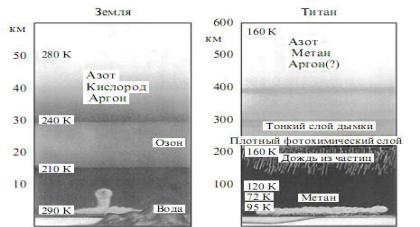
**Представление о Титане после полета аппарата "Кассини-Гюйгенс"**

Титан выглядит как странное и не похожее на Землю место. Но что удивительно, имеет такие знакомые геологам понятия, как горы, озера и свой собственный климатический цикл. Из всех объектов Солнечной системы только на Земля есть все это. Поэтому три группы ученых-геологов заинтересованы в изучении Титана: планетологи, океанографы и климатологи.

Если вместо Луны поместить Титан (размышления) то ночь сменится на день. У Титана в 2 раза больше отражающая способность и диаметр больше на половину. Таким образом спутник Сатурна способен пролить в 5 раз больше света, чем наша собственная Луна. Но мы бы не увидели привычный ландшафт, Титан выглядел бы почти пустым, как Венера, из-за плотной собственной атмосферы.

Атмосфера состоит в основном из азота с большой примесью метана. Хотя сила тяжести и меньше, чем на Луна, давление на поверхности в 1.5 раза больше земного. По всей видимости Титан получает все эти газы из своих недр.

Строение Титана: каменистое ядро , покрытое толстым слоем льда, типично для холодных тел Солнечной системы. Лед, как предполагают, метановый (СН4), также с примесями аммиака (NH 3). Ультрафиолет разрушает молекулу аммиака, высвобождая водород, который испаряется в открытый космос, а в атмосфере остается азот в газообразном состоянии(N2), основная часть нашего воздуха.



Но молекулы метана способны соединяться и образовывать такие сложные соединения как этан, этилен, ацетилен и другие тяжелые углеводороды. Ранее предполагалось, что доминирующей составляющей Титана является этан и другие его соединения. До полета "Кассини" учеными была построена климатическая модель этого загадочного спутника. Образования этана медленно выпадают в виде дождя и, вероятно, формируют темное "смолянистое" побережье из углеводородного ила на Титанической суше. Этан остается жидким при очень низкой температуре, -180 по Цельсию. Мы можем вообразить картину этанового дождя, выпадающего на поверхность Титана, в результате которого формируется множество потоков, а далее озера и моря. А вот твердые химические соединения, ацетилен и его полимеры, могли бы плавать в этане как лед в воде. Некоторые смелые ученые выдвигали идею этанового океана на поверхности Титана. Это крайнее предположение было отброшено при первых радарных снимках, которые показали, что поверхность неоднородна.

Но до приземления "Гюйгенса" и анализа данных громографического газового масс-спектрометра (GCMS) казалось вероятным присутствие жидкого этана, как главного компонента Титана. Теперь эта гипотеза кажется маловероятной, обработанные данные показали, что это не этан, а метан. И действительно при приземлении "Гюйгенса" был зарегистрирован скачок обилия метана, который означал выброс этого газа предположительно в результате испарения жидкого метана с поверхности или предповерхностных слоев при нагреве вблизи горячего впускного отверстия прибора GCMS. Это приблизительно 30-% увеличение метана наблюдалось около часа, а затем несколько уменьшилось к концу сеанса. Содержание азота при этом осталось тем же.

К сожалению, при приземлении "Гюйгенса" не было обнаружено никаких доказательств существования жидкости на Титане. Но на изображениях, полученных в камеры лэндера, были замечены формирования похожие на русла рек, каналы и овраги. Ученые предполагают, что "Гюйгенс" застал сухой период Титана. Вероятно, каналы были прорезаны ранее жидким метаном.

Так же на поверхности были зарегистрированы следы присутствия HCN, C2H2 и прочих углеводородных соединений, из которых самым сложным оказался бензол, - все они были обнаружены в стратосфере Титана, где они образуются в результате фотохимических реакций. Пока не обнаружены более сложные соединения, но это не означает, что их нет. Анализ данных продолжается.

Чувствительные датчики показали, что поверхность Титана по плотности похожа на земной морской песок. Вернее даже сказать, "грязь" или "ил". Эта "грязь" должна состоять из уплотненных органических аэрозолей, выпадающих в виде осадков из атмосферы, на которых естественным образом конденсируются молекулы метана. Это модель согласуется с впрыском метана, обнаруженным GCMS. Она также объясняет присутствие бензола и других химических соединений вблизи поверхности Титана, которые, видимо, испарились из почвы при контакте с нагретым при посадке впускным клапаном спектрометра.

Радиоэхо сигнала от поверхности Титана по казало, что существуют темные области, в которых возможно и содержится жидкий метан. Уже при первом же облете Кассини обнаружил очень небольшие темные области недалеко от экватора, которые могли быть озерами. На Ксанаду, куда приземлился Гюйгенс, были видны темные области между горными хребтами, возможно образованные жидким метаном. Но ученые утверждают, что образование у северного полюса "по своей форме и свойствам сильно отличаются, от найденных ранее, и наталкивают на мысль, что они заполнены жидкостью. Возможно, это первые свидетельства жидких метановых озер на Титане".

Гигантское облако, размером в половину США, было замечено аппаратом "Кассини" при очередном облете Титана. Облако может состоять из того же материала (предположительно метана), что и озера, обнаруженные "Кассини" ранее. Наземные наблюдения показывают, что облака на Титане появляются сезонно. Один сезон на Титане длится около семи лет на Земле. Основываясь на модели глобальной циркуляции, похоже, что активность таких облаков может длиться около 25 земных лет и почти исчезает за четыре - пять лет, и так далее. На самом деле метан на Титане, скорее всего, играет туже роль, что и вода на Земле, и проходит круговорот: осадки, сбор на поверхности, испарение, конденсация, осадки.

Удивительным оказалось отсутствие тяжелых благородных газов: аргона, криптона, ксенона. Эти газы есть в атмосфере в атмосфере Венеры, Земли, Марса, Юпитера и были обнаружены на метеоритах. Как показывают эксперименты, они могут захватываться при образовании льда либо путем абсорбции при температурах ниже 100К, либо в виде клатратов (т.е. вкраплений) гидратов, если лед образуется в кристаллическое состояние при более высоких температурах, а затем остывает до температур при которых клатраты устойчивы. Титан имеет азотную атмосферу, которая в расчете на 1г вещества планеты в 0 раз массивнее земной. Отсутствие первичных инертных газов говорит о том, что азот образовался из таких молекул как NH3, а не из N2. Причина в том, что захват молекул N2 твердыми частицами, из которых состоит лед Титана, сопровождался захватом тяжелых инертных газов. Напротив, соединения типа NH3 должны были испарится и в результате их фотодиссоциации образоваться N2. Существующие верхние пределы Xe\N намного ниже земных, которые в свою очередь ниже значения на Солнце. В чем же тут дело? Объяснение состоит в том, что платезимали Титана формировались при температуре > 75 K, и в этом случае благородные газы не захватывались бы в форме клатратов. Точно также не захватывались бы молекулы CH4 и CO, а молекулы CO2 и NH3 сконденсировались бы вместе с H2O. В таком случае молекулы CH4 могли бы образовываться внутри твердых частиц, поскольку свободный водород может выделяться из пород в результате серпентизации воды, а углерод может взаимодействовать с водородом путем реакции Фишера- Тропша и в результате редукции карбонов. Метан также частично мог бы образоваться при нагреве макромолекулярного углерода, оставшегося на Титане от платезималей, из которых он сформировался. CO мог бы образовываться при взаимодействии молекул OH и CH4. К тому же был зарегистрирован изотоп Ar40, что согласовывается с наземными наблюдениями (радиоактивный распад K40).предположительно, изотоп Ar40 высвобождается из-под толщи калиевых скал Титана). Возобновление источника метана и присутствие изотопа Ar40 означает, что на Титане сохраняется геологическая активность.

На Земле метан образуется в результате биологических или геологических процессов. Изучая показания приборов зонда "Гюйгенс. Если бы озера Титана были единственным источником метана, этот газ исчез бы из атмосферы путем распада в верхних слоях атмосферы спутника Сатурна в течение 100 млн. лет, что, учитывая возраст Титана, 4,5 млрд. лет, - совсем небольшой срок.

Доктор Хассо Нейманн (Hasso Niemann) из центра космических полетов имени Годдарда, вместе с коллегами изучил показания газового хроматографа и масс-спектрометра (GCMS), установленного на зонде "Гюйгенс", чтобы проверить биологическую версию происхождения метана. Углерод в молекулах метана присутствует в виде изотопов 12С и 13С. В молекулах живых организмов наблюдается главным образом изотоп 12С - следовательно, его присутствие в молекулах метана могло бы свидетельствовать о существовании жизни на Титане. Но изотоп 12С не был обнаружен в метане, содержащемся в атмосфере спутника Сатурна.

К тому же, в 2005 году аппарат "Кассини" обнаружил на Титане первый крио-вулкан. На снимках, сделанных в инфракрасных лучах сквозь плотный слой облаков, разглядели темное куполообразное образование диаметром около 30 километров, поверхность которого покрыта замерзшим метаном. Еще одно доказательство, что Титан геологически жив, и что метан поступает из недр спутника.

**Моря на Титане**

Во время очередного пролета над спутником Сатурна Титаном зонд "Кассини" получил радарные изображение образований, скорее всего являющихся метановыми водоемами. Крупнейший из этих "водоемов", заполненные не водой, а жидкими этаном и метаном, располагается в околополярной области. Этот "водоем" больше любого из земных пресноводных озер и имеет площадь около 100 000 квадратных километров. К примеру, самое крупное пресноводное озеро Земли, озеро Верхнее, имеет площадь в 82 400 квадратных километров.

Самое крупное "внутреннее" море Земли, Черное, занимает 0,085% площади планеты, в то время, как новооткрытый "водоем" занимает 0,12% площади Титана. Поэтому, полагают специалисты NASA, должен называться морем.

Первые озера обнаружили еще в прошлом году, а еще раньше, после прибытия на сатурнианскую орбиту станция отправила на Титан спускаемый зонд "Гюйгенс". 14 января 2005 года аппарат успешно вошел в атмосферу спутника и совершил посадку на его поверхность в районе материка Ксанаду. Судя по переданным данным, незадолго до посадки на поверхность Титана, там прошел метановый дождь. Так что уже ясно, откуда берется наполнение новооткрытых морей.

Однако нет точных доказательств тому, что эти образования на поверхности Титана заполнены жидкостью. Но по изображениям, полученным с радара, учитывая форму, темную окраску и гладкую поверхность, можно судить, что они, все таки, заполнены жидким этаном или метаном.

Пролет над полярными областями крупнейшего спутника Сатурна состоялся 22 февраля и являлся 25-м сближением "Кассини" с Титаном.

После столь удачного сближения 22 февраля, зонд уже успел совершить еще один пролет - 10 марта, данные с которого обрабатываются. В его ходе "Кассини" прошел со скоростью в 6,2 км/с на расстоянии в 980 километров от спутника. Следующий пролет Титана состоится 26 марта 2007 года. В это время аппарат подойдет к спутнику Сатурна на расстояние в 1010 километров.

Во время предыдущих пролетов зонд также делал весьма интересные наблюдения. Так, во время пролета 30 апреля, аппарат сумел обнаружить несколько кратеров.

Тогда аппарат пролетал над окраиной "материка" Ксанаду, до сих пор не исследованного радаром. Исследование выявило несколько новых крайне интересных деталей, в том числе две кольцеобразные структуры, похожие на кратеры или вулканические кальдеры.

Структуры получили названия Факел Шикоку и Гуабонито. Темное пространство между ними назвали Шангри-Ла. Скорее всего, аппарат нашел предсказанные теоретически кратеры криовулканов, извергающих в атмосферу спутника метан.

**На Титане существует подлёдный водяной океан**

Космический аппарат NASA "Кассини", обнаружил свидетельство наличия на спутнике Сатурна Титане подземного океана, состоящего из воды и аммиака, сообщает NASA Jet Propulsion Laboratory . Это открытие было с помощью радарных измерений вращения Титана и было опубликовано в мартовском номере журнала Nature.

"Со своими дюнами, каналами и горами поверхность Титана больше всего похожа на земную.", говорит Ральф Лоренц (Ralph Lorenz, Johns Hopkins Applied Physics Laboratory in Laurel), руководитель исследования. Для сбора данных, команда учёных использовала инструмент "Кассини Synthetic Aperture Radar, сделанных в промежутке между октябрём 2005 года и маем 2007. Радар способен пробиться сквозь плотную, богатую метаном, атмосферу Титана и изучить его ландшафт. После чего ученые заметили изменения во вращении Титана, что дало повод думать об океане под поверхностью спутника. Обрабатывая полученные ранее радарные данные, специалистам удалось установить местоположение 50 уникальных неровностей его поверхности. Затем они попытались найти в более поздней информации, присланной "Кассини" те же озёра, каньоны и горы, но обнаружили, что они сдвинулись примерно на 30 километров от ожидаемых точек. Тем самым подтверждается наличием океан под корой Титана, благодаря которой она и смещается.

По словам Брайена Стилса (Bryan Stiles, NASA's Jet Propulsion Laboratory ), исследователи полагают, что под 100 километрами льда Титана располагается океан, состоящий из смеси воды в жидком состоянии с аммиаком. Ральф Лоренц, в свою очередь, указывает, что комбинация богатой органическими соединениями поверхности с жидкой водой под корой даёт серьёзную пищу для размышления астробиологам. На Титане как в холодильнике может существовать органика, которая предшествовала жизни на Земле. Он говорит, что дальнейшее изучение вращения Титана поможет лучше понять зависимость движения коры от атмосферных ветров, а также понять, насколько меняется скорость её вращения в зависимости от времени года.

**Нефти и газа на Титане в сотни раз больше, чем на Земле**

Согласно полученным аппаратом Кассини данным, запасы газа, в том числе этана и метана, а также жидких углеводородов на одном из крупнейших спутников Сатурна Титане в сотни раз превышают земные запасы нефти и природного газа.

В процентном соотношении жидкие углеводороды на Титане составляют примерно ту же долю, что и вода на Земле. А темные дюны, проходящие по экватору планеты, содержат в себе в несколько сотен раз больше запасов угля, чем на всей нашей планете.

Доказанные запасы природного газа на Земле составляют около 130 000 млн. тонн. Этого должно хватить для отопления, охлаждения и освещения всей территории США в течение 300 лет. Тот же объем сжиженного газа имеется в 10-15 озерах на Титане. В основном ученые точно могут сказать, что глубина озера превышает 10 метров.

А темные дюны, которые проходят вдоль экватора содержать объем органики в несколько сотен раз больше, чем весь земной запас угля.

Конечно, в настоящее время использование этих ресурсов для людей затруднительно: температура на поверхности Титана примерно минус 180 градусам, да и расстояние до него внушительное (к.п. аппарат Кассини-Гюйгенс добирался 7 лет).

Пока Кассини исследовал с помощью радара лишь около 20% поверхности Титана, в основном северную полярную область. "Мы предполагаем, что южные полярные регионы имеют примерно ту же структуру и состав, однако в действительности мы пока не знаем этого наверняка. Радар Кассини наблюдал юг Титана лишь однажды, и тогда были видны лишь два небольших углеводородных озера", - говорит Ральф Лоренц, один из специалистов миссии Кассини из Лаборатории прикладной физики при Университете Джона Хопкинса.

"Мы - углеродная форма жизни, и понять, как далеко по цепочке сложности может пройти химия в таких условиях, как на Титане, - важно для понимания происхождения жизни во Вселенной" - говорит Лоренц.

В будущем Кассини должен будет провести подробные исследования южной полярной области и других регионов спутника. Также предстоит выяснить более подробный химический состав углеводородных морей. Если вся наблюдаемая на Титане жидкость - метан, то подобной структуре планеты не более двух миллионов лет, поскольку метан активно испаряется с поверхности спутника в космическое пространство. Как только он закончится, Титан станет гораздо более холодным. Ученые считают, что метан может поступать в атмосферу путем крио-извержений из недр Титана. Если это так, то количество метана, и температура на Титане, возможно, резко колебалась в прошлом.

**Терраформинг Титана**

Те́рраформирова́ние (лат. terra — земля и forma — вид) — изменение климатических условий планеты, спутника или же иного космического тела для приведения атмосферы, температуры и экологических условий в состояние, пригодное для обитания земных животных и растений. Сегодня эта задача представляет в основном теоретический интерес, но в будущем может получить развитие и на практике.

Термин «терраформирование» был впервые введён Джеком Уильямсоном в научно-фантастической повести, опубликованной в 1942 году в журнале Astounding Science Fiction, хотя идея преобразования планет под земные условия обитания присутствовала уже в более ранних произведениях других писателей-фантастов.

Терраформирование спутника Сатурна Титана представляет собой весьма отдалённую перспективу, и в немалой степени этому способствует его значительная удалённость от Солнца. Титан — достаточно крупное тело солнечной системы и по размерам превышает планету Меркурий (площадь поверхности Титана равна 83 млн км²). Ускорение свободного падения на Титане составляет 1,36 м/с². В то же время Титан из-за соответствующих природных условий (отсутствие парникового эффекта, высокое альбедо, то есть отражательная способность) в значительной степени охлаждён. Подсчитано, что при отсутствии отражения солнечной энергии средняя температура атмосферы Титана была бы выше на 80 градусов, и температурные условия соответствовали бы нынешним условиям на Марсе, а при наличии парникового эффекта могли бы быть значительно комфортнее для проживания людей в специальных поселениях на его поверхности. Титан интересен для человечества своими значительными природными ресурсами углеводородов. Океаны, моря и озера, состоящие в основном из жидкого этана, представляют собой ценные ресурсы. Так как ускорение свободного падения и, соответственно, вторая космическая скорость невелики, то добыча углеводородов будет существенно легче, чем на Земле, и, что особенно важно, углеводородное сырье достаточно просто выкачивать из недр Титана. Усиленная добыча сырья и его вывоз с планеты позволит наряду с уменьшением объёма углеводородного смога в атмосфере Титана увеличить её прозрачность и разогрев солнечными лучами. Рассматривая этот процесс, стоит заметить, что потребление углеводородного сырья на Земле (нефть, газ, уголь) уже в нынешнее время превышает 6—7 млрд тонн в год, и потребности в нём растут, а откачивание такого объёма углеводородов с поверхности Титана существенным образом будет влиять на его климат. Не исключено также, что углеводородное сырьё понадобится в будущем для снабжения не только Земли, но и колоний на Луне, Марсе и Венере. Также Титан очень интересен и тем что, по-видимому, содержит огромные количества жидкого ацетилена и смесей ацетилена с этаном.

**Список источников информации**

1. "Внеземная догадка":первые результаты зондирования атмосферы Титана космическим аппаратом "Гюйгенс"
2. Geology of Titan, Andrew Alden
3. Метан в атмосфере Титана: загадка происхождения, SpaceNews.ru
4. http://www.astrobio.net/news/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=2271&mode=thread&order=0&thold=0
5. http://www.spaceref.com/news/viewpr.html?pid=25005
6. Газета.ru, Jet Propulsion Laboratory
7. ESA News
8. Astrobiology Top 10 2006
9. Infuture.ru
10. Википедия