

Е. В. Кормышев – студент кафедры компьютерного проектирования аэрокосмических измерительных-вычислительных комплексов

Е. Н. Котликов (д-р физ.-мат. наук, проф.) – научный руководитель

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Спутник представляет собой объект, обращающееся вокруг центрального тела по определенной траектории, так что центр масс системы, состоящей из этого объекта и центрального тела, находится внутри центрального тела. В данной работе спутники – это планетоиды или астероиды, обращающиеся вокруг планет солнечной системы. Они являются интересным объектом для изучения. Спутники малы, но это очень разнообразные и динамичные миры. Ближайшие к Солнцу планеты – Меркурий и Венера не имеют естественных спутников. Земля имеет единственный естественный спутник – Луну.

Ближайшие к Солнцу планеты – Меркурий и Венера не имеют естественных спутников. Земля имеет единственный естественный спутник – Луну.

Луна самый исследованный объект космоса. Ее размер в 81 раз меньше Земли, а диаметр равен 3476 км. 4,5 миллиарда лет назад тело размером с Марс «выбило» из Земли огромный кусок расплавленной материи, который позже превратился в Луну. Поверхность покрыта реголитом — смесью тонкой пыли и скалистых обломков, образующихся в результате столкновений метеоритов с лунной поверхностью. Луна всегда повернута одной стороной к земле, так как период обращения вокруг оси равен обороту вокруг земли. Перепад температур на поверхности (от -160°C до $+120^{\circ}\text{C}$), в зависимости от освещенности, но температура на глубине 1 м постоянная и равна -35°C . Гравитационные силы между Землей и Луной вызывают эффект морских приливов и отливов. Принято считать, что смешивание минералов и питательных веществ приливными волнами на Земле способствовало зарождению жизни.

В грунте Луны были найдены следы воды, позже обнаружилось не менее 600 млн. тонн водяных глыб на дне лунных кратеров в регионе северного полюса. Вскоре в лунных тоннелях будут созданы жилые базы.

Японский зонд Кагуя обнаружил отверстие диаметром около 65 метров, а глубиной, предположительно, 80 метров. Подобные тоннели могут послужить для колонизации, благодаря защите от солнечной радиации и замкнутости пространства, в котором проще поддерживать условия жизнеобеспечения. В феврале 2010 года НАСА представило новый проект: «аватары» на Луне, который может быть реализован уже через 1000 дней. Суть его заключается в организации экспедиции на Луну с участием роботов-аватаров, управляемых дистанционно и представляющих собой устройство телеприсутствия [1].

Спутники Марса были открыты в 1877г. во время великого противостояния американским астрономом А. Холлом. Их называли Фобос (греч. φόβος «страх») и Деймос (греч. Δεῖμος «ужас»), поскольку в античных мифах бог войны всегда сопровождался своими детьми страхом и ужасом. Деймос – наименьший спутник нашей солнечной системы. Его диаметр всего 13 км. Деймос отдаляется и в будущем сойдет с орбиты Марса.

Диаметр Фобоса 26 километров. Фобос обращается вокруг Марса на расстоянии 9400 км и делает один оборот за 7 ч 39 мин, что быстрее вращения Марса вокруг оси [2]. Чрезвычайно низкая средняя плотность Фобоса – около $1,86 \text{ г/см}^3$, указывает на пористую структуру спутника с пустотами, составляющими 25 – 45 %.

Спутники очень маленькие по размерам и имеют неправильную форму. Фобос, как и Деймос повернут к планете одной и той же стороной. Его орбита находится внутри предела Роша и спутник не разрывается только за счёт своей прочности. Приливное воздействие Марса постепенно замедляет движение Фобоса и в будущем приведёт к его падению на Марс [3].

В 1998 году Эфрейн Палермо и Лен Флеминг на снимках переданных зондом Mars Global Surveyor, обнаружили загадочный объект похожий на плиту высотой примерно 76 метров. Объяснения его появления не существует [4].

Далее за Марсом следуют газовые гиганты Юпитер и Сатурн. Вокруг Юпитера обращаются 63 известных спутника, которые можно разделить на две группы – внутреннюю и внешнюю, или регулярные и иррегулярные; первая группа включает 8 спутников, вторая – 55. В данной статье рассмотрим только некоторые.

Ио – самый близкий к Юпитеру спутник, диаметром 3630 км, по массе и радиусу Ио похожа на Луну. Самая сенсационная особенность Ио заключается в том, что она вулканически активна (рисунок 1). На ее желто-оранжевой поверхности «Вояджеры» обнаружили 12 действующих вулканов, извергающих султаны высотой до 300 км. Ударные кратеры на спутнике Ио отсутствуют из-за интенсивной вулканической переработки поверхности. На ней есть каменные массивы высотой до 9 км. Постоянно над планетой поднимается фонтан газа высотой 300 км. Мощный подземный гул сотрясает почву, из жерла вулкана с огромной скоростью (до 1 км/с) вылетают вместе с газом камни. Из некоторых вулканических впадин выплёскивается расплавленная черная сера и растекается горячими реками [5].

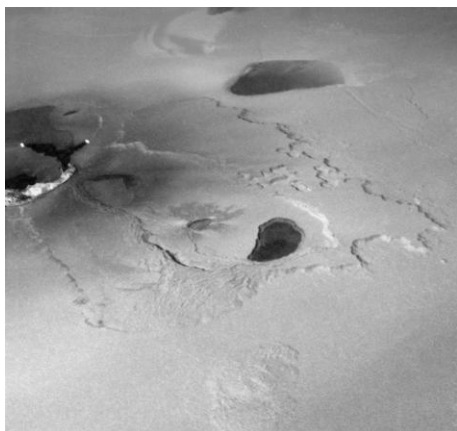


Рис. 1. Извержение вулкана

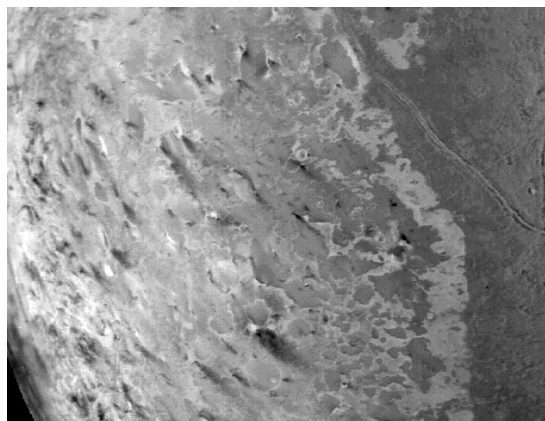


Рис. 2. Южная полярная область Тритона

С помощью Ио впервые была измерена скорость света в вакууме датским ученым О. Ремером в 1676 г. Опыт заключался в измерении времени затмения спутника Юпитером. Это время равнялось 42 ч 28 мин на самом близком расстоянии Земли к Юпитеру. На самом дальнем расстоянии Земли от Юпитера затмение завершалось на 22 минуты позже. Таким образом, на основании знания периода обращения Ио была рассчитана скорость света равная 300.000 км/с [6].

Европа – шестой спутник Юпитера, диаметром 3130 км. Она покрыта водяным льдом. По-видимому, под ледяной коркой толщиной в 100 километров существует водный океан, который покрывает силикатное ядро. Поверхность усеяна сетью светлых и темных линий: это трещины в ледяной коре, возникшие в результате тектонических процессов. Их толщина иногда превосходит сотню километров, а длина достигает нескольких тысяч километров. На поверхности Европы практически отсутствуют кратеры, что говорит о молодости поверхности спутника – сотни тысяч или миллионы лет. На ней нет возвышенностей более 100 м высотой. Ширина разломов составляет от нескольких километров до сотен километров, а протяженность достигает тысяч километров. Оценка толщины коры колеблется от нескольких километров до десятков километров. В недрах Европы также выделяется энергия приливного взаимодействия, которая поддерживает в жидком состоянии мантию – подледный океан, возможно, даже теплый. Есть предположение о возможности существования в этом океане простейших форм жизни.

В скором будущем к Европе отправится космический аппарат Jupiter Icy Moons Orbiter, который подробно изучит этот спутник и откроет его тайны [7].

Вокруг Сатурна вращаются десятки спутников. В настоящее время известно 62 спутника.

Титан – крупнейший спутник Сатурна, открытый в 1665 году Христианом Гюйгенсом. Диаметр – 5152 км, на 50 % больше Луны и на 80% больше по массе, превосходит размерами планету Меркурий. Сила тяжести составляет одну седьмую земной. Масса Титана составляет 95 % массы всех спутников Сатурна. Поверхность Титана в основном состоит из водяного льда и осадочных органических веществ, геологически молодая. Плотная атмосфера, окружающая Титан, долгое время не позволяла увидеть поверхность спутника вплоть до прибытия аппарата «Кассини – Гюйгенс» в 2005 году. Атмосфера преимущественно состоит из азота, также имеется небольшое количество метана и этана, которые образуют облака, являющиеся источником жидких осадков. Зонд Гюйгенс показал, что на поверхности имеются метан — этановые озёра и реки. Давление у поверхности примерно в 1,5 раза превышает давление земной атмосферы. Температура у поверхности – минус 170 – 180 °С.

Несмотря на низкую температуру, Титан сопоставляется с Землёй на ранних стадиях развития, и нельзя исключать, что на спутнике возможно существование простейших форм жизни, в частности, в подземных водоёмах, где условия могут быть гораздо комфортнее, чем на поверхности.

В очень далёком будущем условия на Титане могут значительно измениться. Через 6 млрд. лет Солнце станет красным гигантом, температура на поверхности спутника увеличится до –70 °С, достаточно высокой для существования жидкого океана из смеси воды и аммиака. Подобные условия просуществуют несколько сотен миллионов лет, этого вполне достаточно для развития относительно сложных форм жизни [8].

Энцелад – шестой по размерам спутник Сатурна, диаметром 500 км. Был открыт в 1789 году в ходе наблюдений Уильяма Гершеля. Поверхность Энцелада отражает почти весь падающий на неё солнечный свет. Автоматическая станция «Кассини», достигшая в 2004 г. системы Сатурна, зарегистрировал ледяные гейзеры, высотой в 300 километров, образующие одно из колец Сатурна. 9 октября 2008 года Кассини во время полёта сквозь струи выбросов гейзеров Энцелада собрал данные, указывающие на наличие жидкого океана под ледяной коркой.

В июле 2009 года от Кассини получены и опубликованы детализированные данные химического состава водяных выбросов Энцелада, подтверждающие теорию о жидком океане. NASA планирует отправить к Энцеладу аппарат для обнаружения «биомаркеров» (вещества, указывающие на существование живых организмов). Но время миссии уходит. Разогнать аппарат с помощью притяжения Юпитера можно будет в 2015 – 2017 годах [9].

Нептун – восьмая и последняя «настоящая» планета Солнечной системы. На данный момент у Нептуна известно 13 спутников. Спутники Нептуна можно разделить на три явно выраженных группы. Первая – это внутренние спутники: Наяда, Таласса, Деспина, Галатhea, Ларисса, Протеус, вторая – Тритон и Нереида, и третья – 5 внешних спутников S/2002 N1, S/2002 N2, S/2002 N3, S/2002 N4, S/2003 N1. Все внутренние спутники Нептуна – темные (альбедо менее 10%) глыбы неправильной формы размером 100 – 200 км, вращающиеся в прямом направлении по круговым орбитам практически в плоскости экватора Нептуна. Галатhea и Деспина находятся в области колец и, возможно, являются источником материала, пополняющего кольца. Каждый из внутренних спутников облетает планету всего за несколько часов, и только самый крупный из внутренних спутников, Протеус, делает один оборот за 1,12 суток.

Самым странным спутником солнечной системы, со своей аномальной траекторией, является луна Нептуна – Тритон.

Тритон – диаметром 2700 км, был открыт вскоре после Нептуна в 1846 году. У него очень странная траектория движения. Это единственный спутник, движущийся в противоположном направлении от вращения планеты. Предполагается, что спутник Тритон некогда был одной из самостоятельных планет притянутой нептунянской гравитацией. Лед на его поверхности нескольких

оттенков. От сине-зеленого – там, где замерз чистый азот до красноватого, в местах, где присутствуют примеси железа.

Главным сюрпризом Тритона оказалась его современная геологическая активность, которую до полета «Вояджера» никто и не предполагал. На снимках обнаружены газовые гейзеры – темные столбы азота, идущие строго вертикально до высоты 8 км, где они начинают стелиться параллельно поверхности Тритона и вытягиваться в «хвосты» длиной до 150 км. Обнаружено десять действующих гейзеров. Все они «дымят» в южной полярной области, над которой Солнце в этот период находилось в зените. Причиной активности газовых гейзеров считают нагрев Солнцем, приводящий к плавлению азотного льда на некоторой глубине, где имеются также водный лед и метановые соединения темного цвета. Давление газовой смеси, возникающее в глубинном слое при его нагреве всего на 4°С, хотя и небольшое, но вполне достаточное, чтобы выбросить газовый фонтан высоко в разреженную атмосферу Тритона.

Южная полярная шапка покрыта инеем, возможно из замерзшего азота, который постепенно испаряется. (Благодаря особенностям характеристик орбит Нептуна и Тритона эта область к моменту наблюдения была непрерывно освещена Солнцем почти 100 лет). В этой области нет ударных кратеров. На изображениях Тритона можно разглядеть очень немного кратеров, его поверхность сравнительно молода (рисунок 2). Почти все южное полушарие покрыто «ледяным колпаком» замороженного азота и метана [10].

Вопрос, затрагивающий изучение систем спутников, невероятно важен, поскольку он является одним из ключевых вопросов современных представлений об устройстве космоса. Основным преимуществом в изучении спутников является их досягаемость и возможность потенциального контакта с ними, в отличие от других небесных тел. Спутники очень важная часть космического механизма. Возможно, без нашей Луны не зародилась бы жизнь на Земле. И если удастся найти жизнь на спутниках, то это изменит взгляд всего человечества на устройство вселенной и мира в целом.

Библиографический список

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0>
2. <http://galspace.spb.ru/index43.html>
3. <http://millionplanet.ru/index.php/sputniki-planet-solnca>
4. <http://kosmos-x.net.ru/forum/16-1589-1>
5. <http://systemplanet.narod.ru/io.html>
6. http://www.fizika9kl.pm298.ru/g1_u1.htm
7. <http://www.shvedun.ru/jupiter-europa.htm>
8. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD_%28%D1%81%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29
9. <http://kosmos-x.net.ru/forum/10-1141-1>
10. http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D0%BD_%28%D1%81%D0%BF%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%29