**«Луна - Естественный спутник Земли»**

Оглавление

1. Введение

Раздел 1

2.1. Мифологическая история Луны

2.2. Происхождение Луны

Раздел 2

3.1. Лунные затмения

3.2. Затмения в прежние времена

Раздел 3

4.1. Форма Луны

4.2. Поверхность Луны

4.3. Рельеф лунной поверхности

4.4. Лунный грунт.

4.5. Внутреннее строение Луны

Раздел 4

5.1. Фазы Луны.

5.2. Новый этап в исследовании Луны.

5.3. Магнетизм Луны.

Раздел 5

6.1. Исследование приливных электростанций

Раздел 6

7.1. Вывод.

**1. Введение**.

Луна - естественный спутник Земли и самый яркий объект на ночном небе. На Луне нет привычной для нас атмосферы, нет рек и озер, растительности и живых организмов. Сила тяжести на Луне в шесть раз меньше, чем на Земле. День и ночь с перепадами температур до 300 градусов длятся по две недели. И, тем не менее, Луна все больше привлекает землян возможностью использовать ее уникальные условия и ресурсы.

Добыча природных запасов на Земле затрудняется с каждым годом. По прогнозам ученых в ближайшем будущем человечество вступит в сложный период. Земная среда обитания исчерпает свои ресурсы, поэтому уже сейчас необходимо начинать осваивать ресурсы других планет и спутников. Луна, как ближайшее к нам небесное тело станет первым объектом для внеземного промышленного производства. Создание лунной базы, а затем и сети баз, планируется уже в ближайшие десятилетия. Из лунных пород можно извлекать кислород, водород, железо, алюминий, титан, кремний и другие полезные элементы. Лунный грунт является прекрасным сырьем для получения различных строительных материалов, а также для добычи изотопа гелий-3, который способен обеспечить электростанции Земли безопасным и экологически чистым ядерным горючим. Луна будет использоваться для уникальных научных исследований и наблюдений. Изучая лунную поверхность ученые могут "заглянуть" в очень древний период нашей собственной планеты, поскольку особенности развития Луны обеспечили сохранность рельефа поверхности в течение миллиардов лет. Кроме того, Луна послужит экспериментальной базой для отработки космических технологий, а в дальнейшем будет использоваться как ключевой транспортный узел межпланетных сообщений.

Луна, единственный естественный спут­ник Земли и ближайшее к нам небесное тело; среднее расстояние до Луны - 384000 километров.

Луна движется вокруг Земли со средней скоростью 1,02 км/сек по приблизительно эллиптической орбите в том же направлении, в котором движется по­давляющее большинство других тел Солнеч­ной системы, то есть против часовой стрелки, если смотреть на орбиту Луны со стороны Северного полюса мира. Большая полуось орбиты Луны, равная среднему расстоянию меж­ду центрами Земли и Луны, составляет 384 400 км (приблизительно 60 земных радиусов).

Поскольку масса Луны относительно мала, плотной газовой оболочки - атмосферы у нее практически нет. Газы свободно рассеиваются в окружающем космическом пространстве. Поэтому поверхность Луны освещается прямыми солнечными лучами. Тени от неровностей рельефа здесь очень глубоки и черны, поскольку нет рассеянного света. Да и Солнце с лунной поверхности будет выглядеть гораздо ярче. Разреженная газовая оболочка Луны из водорода, гелия, неона и аргона в десять триллионов раз меньше по плотности, чем наша атмосфера, но в тысячу раз больше, чем количество молекул газа в космическом вакууме. Поскольку Луна не имеет плотной защитной оболочки из газа, на ее поверхности в течение суток происходят очень большие изменения температуры. Солнечное излучение поглощается лунной поверхностью, которая слабо отражает лучи света.

Вследствие эллиптичности орби­ты и воз­мущений расстояние до Луны колеблется между 356 400 и 406 800 км. Период обраще­ния Луны вокруг Земли, так называемый сидерический (звездный) месяц равен 27,32166 суток, но подвержен небольшим колебаниям и очень малому вековому сокращению. Движение Луны вокруг Земли очень сложно, и его изучение составляет одну из труднейших задач небесной ме­ханики. Эллиптическое движение представ­ляет собой лишь грубое приближение, на него накладываются многие возмуще­ния, обусловленные притяжением Солнца, планет. Главней­шие из этих возмущений, или неравенств, были открыты из наблюдений задолго до теоретического вы­вода их из закона всемирного тяготения. Притяжение Луны Солнцем в 2,2 раза сильнее, чем Землей, так что, строго говоря, следовало бы рассматривать движение Луны вокруг Солнца и возмущения этого движения Землей. Однако, поскольку исследователя интересует движение Луны, каким оно видно с Земли, гравитационная тео­рия, которую разрабатывали многие круп­нейшие ученые, начиная с И. Ньютона, рассматривает движение Луны именно вок­руг Земли. В 20 веке пользуются теорией американского математика Дж. Хилла, на основе которой американский астроном Э. Браун вычислил (1919 г.) математически, ряды и составил таблицы, содержащие широту, долготу и параллакс Луны. Аргументом служит время.

Плоскость орбиты Луны наклонена к эклиптике под углом 5\*8”43”, подверженным небольшим колебаниям. Точки пересечения орбиты с эклиптикой, называются восходящим и нисходящим узлами, имеют неравномерное попятное движение и совершают полный оборот по эклиптике за 6794 суток (около 18 лет), вследствие чего Луна возвращается к одному и тому же узлу через интервал времени - так называемый драконический месяц, - более короткий, чем сидерический и в среднем равный 27.21222 суток, с этим месяцем связана периодичность солнечных и лун­ных затмений.

Луна вращается вокруг оси, наклоненной к плоскости эклиптики под углом 88°28', с периодом, точно равным сидерическому месяцу, вслед­ствие чего она повернута к Земле всегда одной и той же стороной. Однако сочетание равномерного враще­ния с неравномерным движением по ор­бите вызывает небольшие периодические от­клонения от неизменного направления к Земле, достигающие 7° 54' по долготе, а наклон оси вращения Луны к плоскости ее орбиты обусловливает отклонения до 6°50' по широте, вследствие чего в разное время с Земли можно видеть до 59 % всей поверхности Луны (хотя области близ краев лунного диска видны лишь в сильном перспективном ракурсе); та­кие отклонения называются либрацией Луны. Плоскости экватора Луны, эклиптики и лун­ной орбиты всегда пересекаются по одной прямой (закон Кассини).

В движение Луны различают четыре лунных месяца.

**29, 53059 суток СИНОДИЧЕСКИЙ**(от слова synodion-встреча).

**27, 55455 суток АНОМАЛИТИЧЕСКИЙ**( угловое расстояние Луны от её перигея называли аномалией).

**27**, **32166 суток СИДЕРИЧЕСКИЙ**(siderium- звездный)

**27, 21222 суток ДРАКОНИЧЕСКИЙ**(узлы орбиты обозначают значком похожими на дракона).

**Цель**: Узнать как можно больше о естественном единственном спутнике Земли – Луне. О её пользе и значении в жизни людей о происхождении, истории, движении, и т.д.

**Задачи:**

1. Узнать об истории Луны.
2. Узнать о лунных затмениях.
3. Узнать о строении Луны.
4. Узнать о новых исследованиях Луны.
5. Исследовательская работа.
6. Вывод

**2.1. Мифологическая история Луны.**

Луна в римской мифологии является богиней ночного света. Луна имела несколько святилищ, одно вместе с богом солнца. В египетской мифологии богиня луны – Тефнут и ее сестра Шу – одно из воплощений солнечного начала, были близнецами. В индоевропейской и балтийской мифологии широко распространен мотив ухаживания месяца за солнцем и их свадьбы: после свадьбы месяц покидает солнце, за что ему мстит бог-громовержец и разрубает месяц пополам. В другой мифологии месяц, живший на небе вместе со своей женой-солнцем, пошел на землю посмотреть, как живут люди. На земле за месяцем погналась Хоседэм (злое женское мифологическое существо). Месяц, торопливо возвращающийся к солнцу, только наполовину успело войти в его чум. Солнце схватило его за одну половину, а Хоседэм за другую и начали тянуть его в разные стороны, пока не разорвали пополам. Солнце пыталось потом оживить месяц, оставшийся без левой половины и тем самым без сердца, пробовало сделать ему сердце из угля, качало его в колыбели (шаманский способ воскрешения человека), но все было тщетно. Тогда солнце повелело месяцу, чтобы он светил ночью оставшейся у него половиной. В армянской мифологии Лусин («луна») – молодой юноша попросил у матери, державшей тесто, булочку. Рассерженная мать дала пощечину Лусину, от которой он взлетел на небо. До сих пор на его лице видны следы теста. По народным поверьям, фазы луны связаны с циклами жизни царя Лусина: новолуние – с его юностью, полнолуние – со зрелостью; когда луна убывает и появляется полумесяц, наступает старость Лусина, который затем уходит в рай (умирает). Из рая он возвращается возрожденным.

Известны также мифы о происхождении луны из частей тела (чаще всего из левого и правого глаза). У большинства народов мира есть особые Лунные мифы, объясняющие возникновение пятен на луне, чаще всего тем, что там находится особый человек («лунный человек» или «лунная женщина»). Божеству луны многие народы придают особое значение, считая, что оно дает необходимые элементы для всего живого.

**2.2. Происхождение Луны.**

Происхождение Луны окончательно еще не установлено. Наиболее разработаны три разные гипотезы. В конце XIX в. Дж. Дарвин выдвинул гипотезу, согласно которой Луна и Земля первоначально составляли одну общую расплавленную массу, скорость вращения которой увеличивалась по мере ее остывания и сжатия; в результате эта масса разорвалась на две части: большую - Землю и меньшую - Луну. Эта гипотеза объясняет малую плотность Луны, образованной из внешних слоев первоначальной массы. Однако она встречает серьезные возражения с точки зрения механизма подобного процесса; кроме того, между породами земной оболочки и лунными породами есть существенные геохимические различия.

Гипотеза захвата, разработанная немецким ученым К. Вейцзеккером, шведским ученым Х. Альфвеном и американским ученым Г. Юри, предполагает, что Луна первоначально была малой планетой, которая при прохождении вблизи Земли в результате воздействия тяготения последней превратилась в спутник Земли. Вероятность такого события весьма мала, и, кроме того, в этом случае следовало бы ожидать большего различия земных и лунных пород.

Согласно третьей гипотезе, разрабатывавшейся советскими учеными - О. Ю. Шмидтом и его последователями в середине XX века, Луна и Земля образовались одновременно путем объединения и уплотнения большого роя мелких частиц. Но Луна в целом имеет меньшую плотность, чем Земля, поэтому вещество протопланетного облака должно было разделиться с концентрацией тяжелых элементов в Земле. В связи с этим возникло предположение, что первой начала формироваться Земля, окруженная мощной атмосферой, обогащенной относительно летучими силикатами; при последующем охлаждении вещество этой атмосферы сконденсировалось в кольцо планетезималей, из которых и образовалась Луна. Последняя гипотеза на современном уровне знаний (70-е годы 20 века) представляется наиболее предпочтительной. Не так давно возникла четвертая теория, которая и принята сейчас как наиболее правдоподобная. Это гипотеза гигантского столкновения. Основная идея состоит в том, что, когда планеты, которые мы видим теперь, только еще формировались, некое небесное тело величиной с Марс с огромной силой врезалось в молодую Землю под скользящим углом. При этом более легкие вещества наружных слоев Земли должны были бы оторваться от нее и разлететься в пространстве, образовав вокруг Земли кольцо из обломков, в то время как ядро Земли, состоящее из железа, сохранилось бы в целости. В конце концов, это кольцо из обломков слиплось, образовав Луну. Теория гигантского столкновения объясняет, почему Земля содержит большое количество железа, а на Луне его почти нет. Кроме того, из вещества, которое должно было превратиться в Луну, в результате этого столкновения выделилось много различных газов – в частности кислород.

**3.1. Лунные затмения.**

Из-за того, что Луна, обращаясь вокруг Земли, бывает иногда на одной линии Земля- Луна- Солнце, возникают солнечные или лунные затмения- интереснейшие и эффектные явления природы, вызывавшие страх в прошлые века, так как люди не понимали, что происходит. Им казалось, что какой- то невидимый черный дракон пожирает Солнце и люди могут остаться в вечном мраке. Поэтому летописцы всех народов тщательно заносили в свои хроники сведения о затмениях. Так летописец Кирилл из Новгородского Антониева монастыря 11 августа 1124 года записал: « Перед вечерней нача убывати Солнца, и наибе все. О велик страх и тьма быеть!». История донесла до нас случай, когда солнечное затмение привело в ужас сражающихся индейцев и медян. В 603 году до н.э. на территории современной Турции и Ирана. Воины в страхе побросали оружия и прекратили бой , после чего, устрашенные затмением заключили мир и долго не воевали друг с другом. Солнечные затмения бывают только в новолуние, когда Луна проходит не ниже и не выше, а как раз по солнечному диску и, словно гигантская заслонка, загораживает собой солнечный диск, «перекрывая Солнцу путь». Но затмения в разных местах видны по- разному, в одних Солнце закрывается полностью- полное затмение, в других частично- неполное затмение. Суть явления заключается в том, что Земля и Луна, освещенные Солнцем, отбрасывают концы теней(сходящиеся) и концы тени(расходящиеся) . Когда Луна попадает на одну линию с Солнцем и Землей и находится между ними, лунная тень движется по Земле с запада на восток. Диаметр полной лунной тени не превышает 250 км, поэтому одновременно затмение Солнца видно лишь на малом участке Земли. Там, где на Землю падает полутень Луны, наблюдается неполное затмение Солнца. Расстояние между Солнцем и Землёй не всегда одинаково: зимой в северном полушарии Земли ближе к Солнцу, а летом дальше. Луна обращаясь вокруг Земли, тоже проходит на разные расстояния- то ближе, то дальше от неё. В случае, когда Луна отстает дальше от Земли и загородить полностью диск Солнца не может, наблюдатели видят вокруг черной Луны сверкающий края солнечного диска- происходит красивейшее кольцеобразное затмение Солнца. Когда у древних наблюдателей записи затмений накопились за несколько столетий, они заметили, что затмение повторяются через каждые 18 лет и 11 с третью суток. Этот срок египтяне назвали «саросом», что значит «повторение». Однако для определения, где будет видно затмение, необходимо, конечно же, произвести более сложные вычисления. В полнолуние Луна иногда попадает в земную тень полностью или частично, и мы видим, соответственно полное или частичное затмение Луны. Луна намного меньше Земли, поэтому затмение продолжается до 1ч. 40мин. При этом даже при полном лунном затмении Луна остаётся видимой, но окрашивается в багровый цвет, что вызывает неприятные ощущения. В старину затмения Луны боялись как страшного предзнаменования, считали, что « месяц кровью обливается». Солнечные лучи, преломляясь в атмосфере Земли, попадают в конус земной тени. При этом атмосферой активно поглощаются голубые и соседние с ними лучи солнечного спектра, а пропускаются внутрь конуса тени преимущественно красные лучи, которые поглощаются слабее , они то и придают Луне зловещий красноватый цвет. Вообще, лунные затмения- довольно редкое явление природы. Казалось бы, что лунные затмения должны наблюдаться ежемесячно- в каждое полнолуние. Но так в действительности не бывает. Луна проскальзывает либо под земной тенью, либо над ней, и в новолуние тень Луны обычно проносится мимо Земли, и тогда затмения тоже не получаются. Поэтому затмения не так уж часты.

**Схема полного затмения Луны.**

|  |
| --- |
| Полные Лунные Затмения  1995 – 2005 гг. |
| Дата Продолжительность  1. 4 апреля 1 ч 24 мин   1996 27 сентября 1 ч 12 мин  1997 16 сентября 1 ч 6 мин  2000 21 января 1 ч 16 мин  2000 16 июля 1 ч  2001 9 января 30 мин  2003 16 мая 26 мин  2004 4 мая 38 мин  2004 28 октября 40 мин |

**3.2. Затмения в прежние времена.**

В древности затмения Солнца и Луны чрезвычайно интересовали людей. Философы Древней Греции были убеждены, что Земля является шаром, поскольку они заметили, что тень Земли, падающая на Луну, всегда имеет форму круга. Более того, они подсчитали, что Земля примерно втрое больше Луны, просто исходя из продолжительности затмений. Данные археологии позволяют предположить, что многие древние цивилизации пытались предсказывать затмения. Результаты наблюдений в Стоунхендж, в Южной Англии, могли давать возможность людям позднего каменного века, 4000 лет назад, предсказывать некоторые затмения. Они умели вычислять время прихода летнего и зимнего солнцестояний. В Центральной Америке 1000 лет назад астрономы майя могли предсказывать затмения, выстраивая длинный ряд наблюдений и отыскивая повторяющиеся сочетания факторов. Почти одинаковые затмения повторяются каждые 54 года 34 дня.

4.4. Как часто мы можем видеть затмения.

Хотя Луна проходит по своей орбите вокруг Земли раз в месяц, затмения не могут происходить ежемесячно из-за того, что плоскость орбиты Луны наклонена относительно плоскости орбиты Земли вокруг Солнца. Самое большее, за год может произойти семь затмений, из которых два или три должны быть лунными. Солнечные затмения происходят только в новолуние, когда Луна находится в точности между Землей и Солнцем. Лунные же затмения всегда бывают в полнолуние, когда Земля находится между Землей и Солнцем. За всю жизнь мы можем надеяться увидеть 40 лунных затмений (при условии, что небо будет ясным). Наблюдать солнечные затмения более трудно из-за узости полосы затмений Солнца.

**4.1. Форма Луны**

Форма Луны очень близка к шару с радиусом 1737 км, что равно 0,2724 экваториального радиуса Земли. Площадь поверхности Луны составляет 3,8 \* 107 кв. км., а объем 2,2 \* 1025 см3. Более детальное опреде­ление фигуры Луны затруднено тем, что на Луне, из-за отсутствия океанов, нет явно выраженной уровненной поверхности по отношению к которой можно было бы опре­делить высоты и глубины; кроме того, поскольку Луна повернута к Земле одной стороной, измерять с Земли радиусы то­чек поверхности видимого полушария Луны (кроме точек на самом краю лунною диска) представляется возможным лишь на основании слабого стереоскопического эф­фекта, обусловленного либрацией. Изу­чение либрации позволило оценить разность главных полуосей эллипсоида Луны. Полярная ось меньше экваториальной, направленной в сторону Земли, примерно на 700 м и меньше экваториальной оси, перпендикулярной направлению на Землю, на 400 м. Таким образом, Луна под влиянием приливных сил, немного вытянута в сторону Земли. Масса Луны точнее всего определяется из наблюдений её искусственных спутников. Она в 81 раз меньше массы земли, что соответствует 7.35 \*1025 г. Средняя плотность Луны равна 3,34 г. см3 (0.61 средней плотности Земли). Ускорение силы тяжести на поверхности Луны в 6 раз больше, чем на Земле, составляет 162.3 см. сек и уменьшается на 0.187 см. сек2 при подъеме на 1 километр. Первая космическая скорость 1680 м. сек, вторая 2375 м. сек. Вследствие малого притяжения Луна не смогла удержать вокруг себя газовой оболочки, а также воду в свободном состоянии.

**4.2. Поверхность Луны**

Поверхность Луны довольно темная, ее альбедо равно 0.073, то есть она отражает в среднем лишь 7.3 % световых лучей Солнца. Визуальная звездная величина полной Луны на среднем расстоянии равна - 12.7; она посылает в полнолуние на Землю в 465 000 раз меньше света, чем Солнце. В зависимости от фаз, это количество света уменьшается гораздо быстрее, чем площадь освещен­ной части Луны, так что когда Луна находится в четверти, и мы видим половину ее диска светлой, она посылает нам не 50 %, а лишь 8 % света от полной Луны Показатель цвета лунного света равен + 1.2, то есть он заметно краснее солнечного. Луна вра­щается относительно Солнца с периодом, равным синодическому месяцу, поэтому день на Луне длится почти 1.5 сутки и столько же продолжается ночь. Не будучи защищена атмосферой, поверхность Луны нагревается днем до + 110о С, а ночью остывает до -120° С, однако, как показали радионаблюдения, эти огромные колебания температуры проникают вглубь лишь на несколько дециметров вследствие чрезвычайно слабой теп­лопроводности поверхностных слоев. По той же причине и во время полных лунных затмений нагретая поверхность бы­стро охлаждается, хотя некоторые места дольше

Даже невооруженным глазом на Луне видны неправильные протяженные темноватые пятна, которые были приняты за моря; название сохранилось, хотя и было установлено, что эти образования ничего общего с земными морями не имеют. Телескопические наблюдения, которым положил начало в 1610 Г. Галилей, позволили об­наружить гористое строение поверхности Луны. Выяснилось, что моря - это равнины более темного оттенка, чем другие области, иногда называемые континентальны­ми (или материковыми), изобилующие горами, большинство которых имеет коль­цеобразную форму (кратеры). По много­летним наблюдениям были составлены подробные карты Луны. Первые такие кар­ты издал в 1647 Я. Гевелий в Ланцете (Гданьск). Сохранив термин “моря”, он присвоил названия также и главней­шим лунным хребтам - по аналогичным земным образованием: Апеннины, Кав­каз, Альпы. Дж. Риччоли в 1651 дал обширным темным низменностям фантастические названия: Океан Бурь, Море Кризисов, Море Спокойствия, Мо­ре Дождей и так далее, меньше примыкаю­щие к морям темные области он назвал заливами, например, Залив Радуги, а неболь­шие неправильные пятна - болотами, например Болото Гнили. Отдельные горы, главным образом кольцеобразные, он назвал именами выдающихся ученых: Коперник, Кеплер, Тихо Браге и другими. Эти названия сохранились на лунных картах и поныне, причем добавлено много новых имен вы­дающихся людей, ученых более позднего времени. На картах обратной стороны Луны, составленных по наблюдениям, выпол­ненным с космических зондов и искусст­венных спутников Луны, появились имена К. Э. Циолковского, С. П. Королева, Ю. А. Гагарина и других. Подробные и точные карты Луны были составлены по телескопическим наблюдениям в 19 веке немецкими астрономами И. Медлером, Й. Шмидтом и др. Карты составлялись в ортографической проекции для средней фазы либрации, то есть примерно такими, какой Луна видна с Земли. В конце 19 века начались фотографические наблюдения Луны.

В 1896-1910 большой атлас Луны был издан французскими астрономами М. Леви и П. Пьюзе по фотографиям, полученным на Парижской обсерватории; позже фотографический альбом Луны издан Ликской обсер­ваторией в США, а в середине 20 века Дж. Койпер (США) составил несколько детальных атласов фотографий Луны, полученных на крупных телескопах разных астрономических обсерваторий. С помощью современных телескопов на Луне можно заметить, но не рассмотреть кратеры размером около 0,7 километров и трещины шириной в первые сот­ни метров.

Большинство морей и кратеров на видимой стороне были названы итальянским астрономом Риччиолли в середине семнадцатого века в честь астрономов, философов и других ученых. После фотографирования обратной стороны Луны появились новые названия на картах Луны. Названия присваиваются посмертно. Исключением являются 12 названий кратеров в честь советских космонавтов и американских астронавтов. Все новые названия утверждаются Международным астрономическим союзом.

**4.3. Рельеф лунной поверхности.**

Рельеф лунной поверхности был в основном выяснен в результате мно­голетних телескопических наблюдений. “Лунные моря”, занимающие около 40 % видимой поверхности Луны, представляют собой равнинные низменности, пересе­ченные трещинами и невысокими изви­листыми валами; крупных кратеров на морях сравнительно мало. Многие моря окружены концентрическими кольцевы­ми хребтами. Остальная, более светлая поверхность покрыта многочисленными кратерами, кольцевидными хребтами, бо­роздами и так далее. Кратеры менее 15-20 километров имеют простую чашевидную форму, бо­лее крупные кратеры (до 200 километров) состоят из округлого вала с крутыми внутренними склонами, имеют сравнительно плоское дно, более углубленное, чем окружающая местность, часто с центральной горкой. Высоты гор над окружающей местностью определяются по длине теней на лунной поверхности или фотометрическим способом. Таким путем были составлены гипсометрические карты масштаба 1: 1 000000 на большую часть видимой стороны. Однако абсолютные высоты, расстояния точек поверхности Луны от центра фигуры или массы Луны определяются очень неуверен­но, и основанные на них гипсометрические кар­ты дают лишь общее представление о ре­льефе Луны. Гораздо подробнее и точнее изучен рельеф краевой зоны Луны, которая, в за­висимости от фазы либрации, ограничи­вает диск Луны. Для этой зоны немецкий ученый Ф. Хайн, советский ученый А. А. Нефедьев, американский ученый Ч. Уотс составили гипсометрические карты, которые используются для учета неровностей края Луны при наблюде­ниях с целью определения координат Луны (такие наблюдения производятся мери­дианными кругами и по фотографиям Луны на фоне окружающих звезд, а также по наблюдениям покрытий звезд). Микрометрическими измерениями определены по отношению к лунному экватору и среднему ме­ридиану Луны селенографические координаты нескольких основных опорных точек, которые служат для при­вязки большого числа других точек поверх­ности Луны. Основной исходной точкой при этом является небольшой правильной формы и хорошо видимый близ центра лунного диска кратер Мёстинг. Структура по­верхности Луны была в основном изучена фотометрическими и поляриметрическими наблюде­ниями, дополненными радиоастрономическими исследованиями.

Кратеры на лунной поверхности имеют различный относительный возраст: от древних, едва различимых, сильно пере­работанных образований до очень четких в очертаниях молодых кратеров, иногда окруженных светлыми “лучами”. При этом молодые кратеры перекрывают более древние. В одних случаях кратеры врезаны в поверхность лунных морей, а в других - горные породы морей пере­крывают кратеры. Тектонические разрывы то рассекают кратеры и моря, то сами пере­крываются более молодыми образова­ниями. Эти и другие соотношения позво­ляют установить последовательность воз­никновения различных структур на лун­ной поверхности; в 1949 советский ученый А. В. Хабаков разделил лунные образо­вания на несколько последовательных возраст­ных комплексов. Дальнейшее развитие такого подхода позволило к концу 60-х годов составить среднемасштабные геологические карты на значительную часть поверхности Луны. Абсолютный возраст лунных образований известен пока лишь в нескольких точках; но, используя некоторые косвенные методы, можно установить, что возраст наиболее молодых крупных кратеров составляет десятки и сочни миллионов лет, а основная масса крупных кратеров возникла в “доморской” период, 3-4 млрд. лет назад.

В образовании форм лунного рельефа принимали участие как внутренние силы, так и внешние воздействия. Расчеты термической истории Луны показывают, что вскоре после её образования недра были разогреты радиоактивным теплом и в значительной мере расплавлены, что привело к интенсивно­му вулканизму на поверхности. В результате образовались гигантские лаво­вые поля и некоторое количество вулканических кратеров, а также многочисленные тре­щины, уступы и другое. Вместе с этим на по­верхность Луны на ранних этапах выпадало огромное количество метеоритов и асте­роидов - остатков протопланетного об­лака, при взрывах которых возникали кра­теры - от микроскопических лунок до коль­цевых структур поперечником во много десятков, а возможно и до нескольких сотен километров. Из-за отсутствия атмосферы и гидросфе­ры значительная часть этих кратеров сохрани­лась до наших дней. Сейчас метеориты выпадают на Луну гораздо реже; вулка­низм также в основном прекратился, по­скольку Луна израсходовала много тепловой энергии, а радиоактивные элементы были вынесены во внешние слои Луны. Об остаточном вулканизме свидетельствуют истечения углеродосодержащих газов в лунных кратерах, спектрограммы которых были впервые получены советским астро­номом Н. А. Козыревым.

**4.4. Лунный грунт.**

Всюду, где совершали посадки космические аппараты, Луна покрыта так называемым реголитом. Это разнозернистый обломочно-пылевой слой толщиной от нескольких метров до нескольких десятков метров. Он возник в результате дробления, перемешивания и спекания лунных пород при падениях метеоритов и микрометеоритов. Вслед­ствие воздействия солнечного ветра реголит насыщен нейтральными газами. Среди обломков реголита найдены части­цы метеоритного вещества. По радиоизотопам было установлено, что некоторые облом­ки на поверхности реголита находились на одном и том же месте десятки и сотни миллионов лет. Среди образцов, доставленных на Землю, встречаются породы двух ти­пов: вулканические (лавы) и породы, возникшие за счет раздробления и расплавления лунных образований при па­дениях метеоритов. Основная масса вулканических пород сходна с зем­ными базальтами. По-видимому, такими породами сложены все лунные мо­ря.

Кроме того, в лунном грунте встреча­ются обломки иных пород, сходных с зем­ными и так называемым KREEP - порода, обогащенная калием, редкоземельными элементами и фосфором. Очевидно, эти породы пред­ставляют собой обломки вещества лунных материков. “Луна-20” и “Аполлон-16”, совершившие посадки на лунных мате­риках, привезли оттуда породы типа анортозитов. Все типы пород образовались в результате длительной эволю­ции в недрах Луны. По ряду признаков лунные породы отличаются от земных: в них очень мало воды, мало калия, натрия и других летучих элементов, в некоторых образцах очень много титана и железа. Возраст этих пород, определяемый по соотношениям радиоактивных элементов, равен 3 - 4.5 млрд. лет, что соответствует древней­шим периодам развития Земли.

**4.5. Внутреннее строение Луны**

Структура недр Луны также определяется с учетом ограничений, которые налагают на модели внутреннего строения данные о фигуре небесного тела и, особенно о характере распространения Р - и S - волн. Реальная фигура Луны, оказалась близкой к сферически равновесной, а из анализа гравитационного потенциала сделан вывод о том, что ее плотность несильно изменяется с глубиной, т.е. в отличие от Земли нет большой концентрации масс в центре.

Самый верхний слой представлен корой, толщина которой, определенная только в районах котловин, составляет 60 км. Весьма вероятно, что на обширных материковых площадях обратной стороны Луны кора приблизительно в 1,5 раза мощнее. Кора сложена изверженными кристаллическими горными породами - базальтами. Однако по своему минералогическому составу базальты материковых и морских районов имеют заметные отличия. В то время как наиболее древние материковые районы Луны преимущественно образованы светлой горной породой - анортозитами (почти целиком состоящими из среднего и основного плагиоклаза, с небольшими примесями пироксена, оливина, магнетита, титаномагнетита и др.), кристаллические породы лунных морей, подобно земным базальтам, сложены в основном плагиоклазами и моноклинными пироксенами (авгитами). Вероятно, они образовались при охлаждении магматического расплава на поверхности или вблизи нее. При этом, поскольку лунные базальты менее окислены, чем земные, это означает, что они кристаллизовались с меньшим отношением кислорода к металлу. У них, кроме того, наблюдается меньшее содержание некоторых летучих элементов и одновременно обогащенность многими тугоплавкими элементами по сравнению с земными породами. За счет примесей оливинов и особенно ильменита районы морей выглядят более темными, а плотность слагающих их пород выше, чем на материках.

Под корой расположена мантия, в которой, подобно земной, можно выделить верхнюю, среднюю и нижнюю. Толщина верхней мантии около 250 км, а средней примерно 500 км, и ее граница с нижней мантией расположена на глубине около 1000 км. До этого уровня скорости поперечных волн почти постоянны, и это означает, что вещество недр находится в твердом состоянии, представляя собой мощную и относительно холодную литосферу, в которой долго не затухают сейсмические колебания. Состав верхней мантии предположительно оливин-пироксеновый, а на большей глубине присутствуют шницель и встречающийся в ультраосновных щелочных породах минерал мелилит. На границе с нижней мантией температуры приближаются к температурам плавления, отсюда начинается сильное поглощение сейсмических волн. Эта область представляет собой лунную астеносферу.

В самом центре, по-видимому, находится небольшое жидкое ядро радиусом менее 350 километров, через которое не проходят поперечные волны. Ядро может быть железосульфидным либо железным; в последнем случае оно должно быть меньше, что лучше согласуется с оценками распределения плотности по глубине. Его масса, вероятно, не превышает 2 % от массы всей Луны. Температура в ядре зависит от его состава и, видимо, заключена в пределах 1300 - 1900 К. Нижней границе отвечает предположение об обогащенности тяжелой фракции лунного протовещества серой, преимущественно в виде сульфидов, и образовании ядра из эвтектики Fe - FeS с температурой плавления (слабо зависящей от давления) около 1300 К. С верхней границей лучше согласуется предположение об обогащенности протовещества Луны легкими металлами (Mg, Са, Na, Аl), входящими вместе с кремнием и кислородом в состав важнейших породообразующих минералов основных и ультраосновных пород - пироксенов и оливинов. Последнему предположению благоприятствует и пониженное содержание в Луне железа и никеля, на что указывает ее низкая средняя площадь.

Образцы горных пород, доставленные «Аполлонами-11, -12 и -15», оказались в основном базальтовой лавой. Этот морской базальт богат железом и, реже, титаном. Хотя кислород несомненно является одним из основных элементов пород лунных морей, лунные породы существенно беднее кислородом своих земных аналогов. Особо следует подчеркнуть полное отсутствие воды, даже в кристаллической решетке минералов. Доставленные «Аполлоном-11» базальты имеют следующий состав:

|  |  |
| --- | --- |
| **Компонент** | **Содержание, %** |
| Двуокись кремния (SiO2) | 40 |
| Окись железа (FeO) | 19 |
| Двуокись титана (TiO2) | 11 |
| Окись алюминия (Al2O3) | 10 |
| Окись кальция (CaO) | 10 |
| Окись магния (MgO) | 8,5 |

Доставленные «Аполлоном-14» образцы представляют другой тип коры – брекчию, богатую радиоактивными элементами. Брекчия – это агломерат каменных обломков, сцементированных мелкими частицами реголита. Третий тип образцов лунной коры – богатые алюминием анортозиты. Эта порода светлее темных базальтов. По химическому составу она близка к породам, исследованным «Сервейором-7» в горной области у кратера Тихо. Эта порода менее плотная, чем базальт, так что сложенные ею горы как бы плавают на поверхности более плотной лавы.

Все три типа породы представлены в крупных образцах, собранных астронавтами «Аполлонов»; но уверенность, что они являются основными типами породы, слагающей кору, основана на анализе и классификации тысяч мелких фрагментов в образцах грунта, собранных с различных мест на поверхности Луны.

**5.1. Фазы Луны**

Не будучи самосветящейся, Луна видна только в той части, куда падают солнечные лучи, либо лучи, отраженные Землей. Этим объясняются фазы Луны. Каждый месяц Луна, двигаясь по орбите, проходит между Землей и Солнцем и обращена к нам темной стороной, в это время происходит новолуние. Через 1 - 2 дня после этого на западной части неба появляется узкий яркий серп молодой Луны. Остальная часть лунного диска бывает в это время слабо освещена Землей, повернутой к Луне своим дневным полушарием. Через 7 суток Луна отходит от Солнца на 900, наступает первая четверть, когда освещена ровно половина диска Луны и терминатор, то есть линия раздела светлой и темной стороны, становится прямой - диаметром лунного диска. В последующие дни терминатор становится выпуклым, вид Луны приближается к светлому кругу и через 14 - 15 суток наступает полнолуние. На 22-е сутки наблюдается последняя четверть. Угловое расстояние Луны от солнца уменьшается, она опять становится серпом и через 29.5 суток вновь наступает новолуние. Промежуток между двумя последовательными новолуниями называется синодическим месяцем, имеющем среднюю продолжительность 29.5 суток. Синодический месяц больше сидерического, так как Земля за это время проходит примерно 113 своей орбиты и Луна, чтобы вновь пройти между Землей и Солнцем, должна пройти дополнительно еще 113 часть своей орбиты, на что тратится немногим более 2 суток. Если новолуние происходит вблизи одного из узлов лунной орбиты, происходит солнечное затмение, а полнолуние близ узла сопровождается лунным затмением. Легко наблюдаемая система фаз Луны послужила основой для ряда календарных систем.

**5.2. Новый этап исследования Луны.**

Неудивительно, что первый полет космического аппарата выше околоземной орбиты был направлен к Луне. Эта честь принадлежит советскому космическому аппарату "Луна-l", запуск которого был осуществлен 2 января 1958 года. В соответствии с программой полета через несколько дней он прошел на расстоянии 6000 километров от поверхности Луны. Позднее в том же году, в середине сентября подобный аппарат серии "Луна" достиг поверхности естественного спутника Земли.

Еще через год, в октябре 1959 года автоматический аппарат "Луна-3", оснащенный аппаратурой для фотографирования, провел съемку обратной стороны Луны (около 70 % поверхности) и передал ее изображение на Землю. Аппарат имел систему ориентации с датчиками Солнца и Луны и реактивными двигателями, работавшими на сжатом газе, систему управления и терморегулирования. Его масса 280 килограмм. Создание "Луны-3" было техническим достижением для того времени, принесло информацию об обратной стороне Луны: обнаружены заметные различия с видимой стороной, прежде всего отсутствие протяженных лунных морей.

В феврале 1966 года аппарат "Луна-9" доставил на Луну автоматическую лунную станцию, совершившую мягкую посадку и передавшую на Землю несколько панорам близлежащей поверхности - мрачной каменистой пустыни. Система управ­ления обеспечивала ориентацию аппарата, включение тормозной ступени по команде от радиолокатора на высоте 75 километров над поверхностью Луны и отделение станции от нее непосредственно перед падением. Амортизация обеспечивалась надувным резино­вым баллоном. Масса "Луны-9" около 1800 килограмм, масса станции около 100 килограмм.

Следующим шагом в советской лунной программе были автоматические станции "Луна-16, -20, -24" , предназначенные для забора грунта с поверхности Луны и доставки его образцов на Землю. Их масса была около 1900 килограмм. Помимо тормозной двигательной установки и четырехлапого посадочного устройства, в состав станций входили грунтозаборное устройство, взлетная ракетная ступень с возвращаемым аппаратом для доставки грунта. Полеты состоялись в 1970, 1972 и 1976 годах, на Землю были доставлены небольшие количества грунта.

Еще одну задачу решали "Луна-17, -21" (1970, 1973 года). Они доставили на Луну самоходные аппараты - луноходы, управляемые с Земли по стереоскопическому телевизионному изображению поверхности. "Луноход- 1 " прошел путь около 10 километров за 10 месяцев, "Луноход-2" - около 37 километров за 5 мес. Кроме панорамных камер на луноходах были установлены: грунтозаборное устройство, спектрометр для анализа химического состава грунта, измеритель пути. Массы луноходов 756 и 840 кг.

Космические аппараты "Рейнджер" разрабатывались для получения снимков во время падения, начиная с высоты около 1600 километров до нескольких сот метров над по­верхностью Луны. Они имели систему трехосной ориентации и были оснащены шестью телевизионными камерами. Аппараты при посадке разбивались, поэтому получаемые изображения передавались сразу же, без записи. Во время трех удачных полетов были получены обширные материалы для изучения морфологии лунной поверхности. Съемки "Рейнджеров" положили начало американской программе фотографирования планет.

|  |
| --- |
| Первое изображение Луны, полученное американским КА "Рейнджер 7" за 17 минут до падения аппарата на лунную поверхность 31 июля 1964 г. Размер кадра по вертикали - 360 км. Большой кратер справа от центра -Альфонс диаметром 108 км. Над ним - Птолемей, внизу - Арзахель. В центре, слева - Море Облаков. |

Конструкция аппаратов "Рейнджер" сходна с конструкцией первых аппаратов "Маринер", которые были запущены к Венере в 1962 году. Однако дальнейшее конст­руирование лунных космических аппаратов не пошло по этому пути. Для получения подробной информации о лунной поверхности использовались другие космические аппа­раты - "Лунар Орбитер". Эти аппараты с орбит искусственных спутников Луны фотографировали поверхность с высоким разрешением.



Одна из целей полетов состояла в получении высококачественных снимков с двумя разрешениями, высоким и низким, с целью выбора возможных мест посадки аппаратов "Сервейор" и "Аполлон" с помощью специальной системы фотокамер. Снимки прояв­лялись на борту, сканировались фотоэлектрическим способом и передавались на Зем­лю. Число снимков ограничивалось запасом пленки (на 210 кадров). В 1966-1967 годах было осуществлено пять запусков "Лунар орбитер" (все успешные). Первые три "Орбитера" были выведены на круговые орбиты с небольшим наклонением и малой высотой; на каждом из них проводилась стереосъемка избранных участков на видимой стороне Луны с очень высоким разрешением и съемка больших участков обратной стороны с низким разрешением. Четвертый спутник работал на гораздо более высокой полярной орбите, он вел съемку всей поверхности видимой стороны, пятый, последний "Орбитер" вел наблюдения тоже с полярной орбиты, но с меньших высот. "Лунар орбитер-5" обеспечил съемку с высоким разрешением многих специальных целей на видимой стороне, большей частью на средних широтах, и съемку значительной части обратной с малым разрешением. В конечном счете съемкой со средним разрешением была покрыта почти вся поверхность Луны, одновременно шла целенаправленная съемка, что имело неоценимое значение для планирования посадок на Луну и ее фотогеологических исследований.

Дополнительно было проведено точное картирование гравитационного поля, при этом были выявлены региональные концентрации масс (что важно и с научной точки зрения, и для целей планирования посадок) и установлено значительное смещение центра масс Луны от центра ее фигуры. Измерялись также потоки радиации и микрометеоритов.

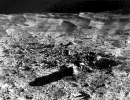
Аппараты "Лунар орбитер" имели систему трехосной ориентации, их масса состав­ляла около 390 килограммов. После завершения картографирования эти аппараты разбивались о лунную поверхность, чтобы прекратить работу их радиопередатчиков.

Полеты космических аппаратов "Сервейор", предназначавшихся для получения научных данных и инженерной информации (такие механические свойства, как, напри­мер, несущая

способность лунного грунта), внесли большой вклад в понимание приро­ды Луны, в подготовку посадок аппаратов "Аполлон".

|  |
| --- |
| Мозаика снимков КА "Сервейор 7" северной части вала кратера Тихо. "Сервейер 7 опустился на лунную поверхность 10 января 1968 г. в районе 40,9 ю. ш., 11,4 з. д. и в течение месяца передал на Землю 21 000 снимков. Камень на переднем плане имеет поперечник 0,5 м, а кратер - диаметр 1,5 м. Холмы, видимые на горизонте, находятся в 13 км. |

Автоматические посадки с ис­пользованием последовательности команд, управляемых радаром с замкнутым контуром, были большим техническим достижением того времени. "Сервейоры" запускались с помощью ракет "Атлас-Центавр" (криогенные верхние ступени "Атлас" были другим техническим успехом того времени) и выводились на перелетные орбиты к Луне. Посадочные маневры начинались за 30 - 40 минут до посадки, главный тормозной дви­гатель включался радаром на расстоянии около 100 километров до точки посадки. Конечный этап (скорость снижения около 5 м/с) проводился после окончания работы главного двигателя и сброса его на высоте 7500 метров. Масса "Сервейора" при запуске составляла около 1 тонны и при посадке - 285 килограмм. Главный тормозной двигатель представлял собой твердотопливную ракету массой около 4 тонн Космический аппарат имел трехосную систему ориентации.



Прекрасный инструментарий включал две камеры для панорамного обзора местности, небольшой ковш для рытья траншеи в грунте и (в последних трех аппа­ратах) альфа-анализатор для измерения обратного рассеяния альфа - частиц с целью определения элементного состава грунта под посадочным аппаратом. Ретроспективно результаты химического эксперимента многое прояснили в природе поверхности Луны и ее истории. Пять из семи запусков "Сервейоров" были успешными, все опустились в экваториальной зоне, кроме последнего, который сел в районе выбросов кратера Тихо на 41° ю.ш. "Сервейор-6" был в некотором смысле пионером - первым американским космическим аппаратом, запущенным с другого небесного тела (но всего лишь ко второму месту посадки в нескольких метрах в стороне от первого).

Пилотируемые космические аппараты "Аполлон" были следующими в американской программе исследований Луны. После "Аполлона" полеты на Луну не проводились. Ученым пришлось довольствоваться продолжением обработки данных от автоматических и пилотируемых полетов в 1960 - е и 1970 - е годы. Некоторые из них предвидели эксплуатацию лунных ресурсов в будущем и направили свои усилия на разработку процессов, которые смогли бы превратить лунный грунт в материалы, пригодные для строительства, для производства энергии и для ракетных двигателей. При планировании возвращения к исследованиям Луны без сомнения найдут применение как автоматические, так и пилотируемые космические аппараты.

**5.3. Магнетизм Луны.**

Очень интересные сведения имеются на тему: магнитное поле луны, ее магнетизм. Магнитометры, установленные на луне обнаружу 2 типа лунных магнитных полей: постоянные поля, порожденные "ископаемым" магнетизмом лунного вещества, и переменные поля, вызванные электрическими токами, возбуждаемыми в недрах Луны. Эти магнитные измерения дали нам уникальную информацию об истории и современном состоянии Луны. Источник "ископаемого" магнетизма неизвестен и указывает на существование некоторой необычайной эпохи в истории Луны. Переменные поля возбуждаются в Луне изменениями магнитного поля, связанного с "солнечным ветром" -- потоками заряженных частиц, испускаемых солнцем. Хотя напряженность постоянных полей, измеренных на Луне, составляет менее 1% напряженности магнитного поля Земли, лунные поля оказались гораздо сильнее, чем предполагалось на основе измерений, проводимых ранее советскими аппаратами и американскими.

Приборы, доставленные на поверхность Луны "Аполлонами", засвидетельствовали то, что постоянные поля на Луне меняются от точки к точке, но не укладываются в картину глобального дипольного поля, аналогичного земному. Это говорит о том, что обнаруженные поля вызваны местными источниками. Более того, большая напряженность полей указывает, что источники приобрели намагниченность во внешних полях, гораздо более сильных, чем существующее не Луне в настоящее время. Когда-то в прошлом луна либо сама обладала сильным магнитным полем, либо находилась в области сильного поля. Мы сталкиваемся здесь с целой серией загадок лунной истории: имела ли Луна поле, подобное земному? Была ли она гораздо ближе к Земле там, где земное магнитное поле было достаточно сильным? Приобрела ли она намагниченность в каком-то ином районе солнечное системы и позднее была захвачена Землей? Ответы на эти вопросы могут быть зашифрованы в №ископаемом" магнетизме лунного вещества.

Переменные поля, порождаемые электрическими токами, текущими в недрах Луны, связаны со всей Луной, а не с какими-либо ее отдельными районами. Эти поля быстро растут и убывают в соответствии с изменениями солнечного ветра. Свойства индуцированных лунных полей зависят от проводимости лунных полей недр, а последняя, в свою очередь, тесно связано с температурой вещества. Поэтому магнитометр может быть использован как косвенный "термометр сопротивления" для определения внутренней температуры Луны.

**Исследовательская работа:**

**6.1. Исследования Приливных Электростанций.**

Под влиянием притяжения Луны и Солнца происходят периодические поднятия и опускания поверхности морей и океанов – приливы и отливы. Частицы воды совершают при этом и вертикальные и горизонтальные движения. Наибольшие приливы наблюдаются в дни сизигий (новолуний и полнолуний), наименьшие (квадратурные) совпадают с первой и последней четвертями Луны. Между сизигиями и квадратурами амплитуды приливов могут изменяться в 2,7 раза.

Вследствие изменения расстояния между Землей и Луной, приливообразующая сила Луны в течение месяца может изменяться на 40%, изменение приливообразующей силы Солнца за год составляет лишь 10%. Лунные приливы в 2,17 раза превышают по силе солнечные.

Основной период приливов полусуточный. Приливы с такой периодичностью преобладают в Мировом океане. Наблюдаются также приливы суточные и смешанные. Характеристики смешанных приливов изменяются в течение месяца в зависимости от склонения Луны.

В открытом море подъем водной поверхности во время прилива не превышает 1 м. Значительно большей величины приливы достигают в устьях рек, проливах и в постепенно суживающихся заливах с извилистой береговой линией. Наибольшей величины приливы достигают в заливе Фанди (Атлантическое побережье Канады). У порта Монктон в этом заливе уровень воды во время прилива поднимается на 19,6 м. В Англии, в устье реки Северн, впадающей в Бристольский залив, наибольшая высота прилива составляет 16,3 м. На Атлантическом побережье Франции, у Гранвиля, прилив достигает высоты 14,7 м, а в районе Сен-Мало до 14 м. Во внутренних морях приливы незначительны. Так, в Финском заливе, вблизи Ленинграда, величина прилива не превышает 4...5 см, в Черном море, у Трапезунда, доходит до 8 см.

Поднятия и опускания водной поверхности во время приливов и отливов сопровождаются горизонтальными приливо-отливными течениями. Скорость этих течений во время сизигий в 2...3 раза больше, чем во время квадратур. Приливные течения в моменты наибольших скоростей называют «живой водой».

При отливах на пологих берегах морей может происходить обнажение дна на расстоянии в несколько километров по перпендикуляру к береговой линии. Рыбаки Терского побережья Белого моря и полуострова Новая Шотландия в Канаде используют это обстоятельство при ловле рыбы. Перед приливом они устанавливают на пологом берегу сети, а после спада воды подъезжают к сетям на телегах и собирают попавшую в чих рыбу.

Когда время прохождения приливной волны по заливу совпадает с периодом колебаний приливообразующей силы, возникает явление резонанса, и амплитуда колебаний водной поверхности сильно возрастает. Подобное явление наблюдается, например, в Кандалакшском заливе Белого моря.

В устьях рек приливные волны распространяются вверх по течению, уменьшают скорость течения и могут изменить его направление на противоположное. На Северной Двине действие прилива сказывается на расстоянии до 200 км от устья вверх по реке, на Амазонке – на расстоянии до 1 400 км. На некоторых реках (Северн и Трент в Англии, Сена и Орне во Франции, Амазонка в Бразилии) приливное течение создает крутую волну высотой 2...5 м, которая распространяется вверх по реке со скоростью 7 м/сек. За первой волной может следовать несколько волн меньших размеров. По мере продвижения вверх волны постепенно ослабевают, при встрече с отмелями и преградами они с шумом дробятся и пенятся. Явление это в Англии называется бор, во Франции маскаре, в Бразилии поророка.

В большинстве случаев волны бора заходят вверх по реке на 70...80 км, на Амазонке же до 300 км. Наблюдается бор обычно во время наиболее высоких приливов.

Спад уровня воды в реках при отливе происходит медленнее, чем подъем во время прилива. Поэтому, когда в устье начинается отлив, на удаленных от устья участках еще может наблюдаться последействие прилива.

Река Сен-Джонс в Канаде, недалеко от места впадения в залив Фанди, проходит через узкое ущелье. Во время прилива ущелье задерживает движение воды вверх по реке, уровень воды выше ущелья оказывается ниже и поэтому образуется водопад с движением воды против течения реки. При отливе же вода не успевает достаточно быстро проходить через ущелье в обратном направлении, поэтому уровень воды выше ущелья оказывается выше и образуется водопад, через который вода устремляется вниз по течению реки.

Приливо-отливные течения в морях и океанах распространяются на значительно большие глубины, чем течения ветровые. Это способствует лучшему перемешиванию воды и задерживает образование льда на ее свободной поверхности. В северных морях благодаря трению приливной волны о нижнюю поверхность ледяного покрова происходит уменьшение интенсивности приливо-отливных течений. Поэтому зимой в северных широтах приливы имеют меньшую высоту, чем летом.

Поскольку вращение Земли вокруг своей оси опережает по времени движение Луны вокруг Земли, в водной оболочке нашей планеты возникают силы приливного трения, на преодоление которых тратится энергия вращения, и вращение Земли замедляется (примерно на 0,001 сек за 100 лет). По законам небесной механики дальнейшее замедление вращения Земли повлечет за собой уменьшение скорости движения Луны по орбите и увеличение расстояния между Землей и Луной. В конечном итоге период вращения Земли вокруг своей оси должен сравняться с периодом обращения Луны вокруг Земли Это произойдет, когда период вращения Земли достигнет 55 суток. При этом прекратится суточное вращение Земли, прекратятся и приливо-отливные явления в Мировом океане.

В течение длительного времени происходило торможение вращения Луны за счет возникавшего в ней приливного трения под действием земного притяжения (приливно-отливные явления могут возникать не только в жидкой, но и в твердой оболочке небесного тела). В результате Луна потеряла вращение вокруг своей оси и теперь обращена к Земле одной стороной. Благодаря длительному действию приливообразующих сил Солнца потерял свое вращение и Меркурий. Как и Луна по отношению к Земле, Меркурий обращен к Солнцу только одной стороной.

В XVI и XVII веках энергия приливов в небольших бухтах и узких проливах широко использовалась для приведения в действие мельниц. Впоследствии она применялась для приведения в действие насосных установок водопроводов, для транспортировки и монтажа массивных деталей сооружений при гидростроительстве.

В наше время приливная энергия в основном превращается в электрическую энергию на приливных электростанциях и вливается затем в общий поток энергии, вырабатываемой электростанциями всех типов, В отличие от гидроэнергии рек, средняя величина приливной энергии мало меняется от сезона к сезону, что позволяет приливным электростанциям более равномерно обеспечивать энергией промышленные предприятия.

В приливных электростанциях используется перепад уровней воды, образующийся во время прилива и отлива. Для этого отделяют прибрежный бассейн невысокой плотиной, которая задерживает приливную воду при отливе. Затем воду выпускают, и она вращает гидротурбины

Приливные электростанции могут быть ценным энергетическим подспорьем местного характера, но на Земле не так много подходящих мест для их строительства, чтобы они могли изменить общую энергетическую ситуацию.

В Кислой губе вблизи Мурманска с 1968 года начала работать первая в нашей стране приливная электростанция мощностью в 400 киловатт. Проектируется приливная электростанция в устье Мезени и Кулоя мощностью 2,2 млн. киловатт.

За рубежом разрабатываются проекты приливных электростанций в заливе Фанди (Канада) и в устье реки Северн (Англия) мощностью соответственно в 4 и 10 млн. киловатт, вступили в строй приливные электростанции Ранс и Сен-Мало (Франция) мощностью в 240 и 9 тыс. киловатт, работают небольшие приливные электростанции в Китае.

Пока энергия приливных электростанций обходится дороже энергии тепловых электростанций, но при более рациональном осуществлении строительства гидросооружений этих станций стоимость вырабатываемой ими энергии вполне можно снизить до стоимости энергии речных электростанций. Поскольку запасы приливной энергии планеты значительно превосходят полную величину гидроэнергии рек, можно полагать, что приливная энергия будет играть заметную роль в дальнейшем прогрессе человеческого общества.

Мировое сообщество предполагает лидирующее использование в ХХI веке экологически чистой и возобновляемой энергии морских приливов. Ее запасы могут обеспечить до 15 % современного энергопотребления.

33-летний опыт эксплуатации первых в мире ПЭС - Ранс во Франции и Кислогубской в России - доказали, что приливные электростанции:

* устойчиво работают в энергосистемах как в базе так и в пике графика нагрузок при гарантированной постоянной месячной выработке электроэнергии
* не загрязняют атмосферу вредными выбросами в отличие от тепловых станций
* не затапливают земель в отличие от гидроэлектростанций
* не представляют потенциальной опасности в отличие от атомных станций
* капитальные вложения на сооружения ПЭС не превышают затрат на ГЭС благодаря апробированному в России наплавному способу строительства (без перемычек) и применению нового технологичного ортогонального гидроагрегата
* стоимость электроэнергии самая дешевая в энергосистеме (доказано за 35 лет на ПЭС Ранс - Франция).

Экологический эффект (на примере Мезенской ПЭС) заключается в предотвращении выброса 17,7 млн. тонн углекислого газа (СО2) в год, что при стоимости компенсации выброса 1 тонны СО2 в 10 USD (данные Мировой энергетической конференции 1992 г.) может приносить по формуле Киотского протокола ежегодный доход около 1,7 млрд. USD.

Российской школе использования приливной энергии - 60 лет. В России выполнены проекты Тугурской ПЭС мощностью 8,0 ГВт и Пенжинской ПЭС мощностью 87 ГВт на Охотском море, энергия которых может быть передана в энергодефицитные районы Юго-Восточной Азии. На Белом море проектируется Мезенская ПЭС мощностью 11,4 ГВт, энергию которой предполагается направить в Западную Европу по объединенной энергосистеме " Восток-Запад".

Наплавная "российская" технология строительства ПЭС, апробированная на Кислогубской ПЭС и на защитной дамбе С-Петербурга, позволяет на треть снизить капитальные затраты по сравнению с классическим способом строительства гидротехнических сооружений за перемычками.

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
| Наплавное здание Кислогубской ПЭС перед выводом на перегон | Перегон Кислогубской ПЭС по морю  из Мурманска в Кислую губу |

Природные условия в районе исследований (Заполярье):

морская вода океанической солёности 28-35 о/оо и температурой от -2,8 С до +10,5 С

температура воздуха в зимний период (9 месяцев) до -43 С

влажность воздуха не ниже 80 %

количество циклов (в году): замачивания-осушки - до 690, замораживания-оттаивания до 480

обрастание конструкций в морской воде биомассой - до 230 кг/м2 (слои толщиной до 20 см)

электрохимическая коррозия металлов до 1 мм в год

экологическое состояние района - без загрязнений, морская вода - без нефтепродуктов.

В России обоснования проектов ПЭС осуществляются на специализированной морской научной базе на Баренцевом море, где идут исследования морских материалов, конструкций, оборудования и антикоррозионных технологий.

Создание в России нового эффективного и технологически простого ортогонального гидроагрегата предполагает возможность его массового изготовления и кардинального снижения стоимости ПЭС. Результаты российских работ по ПЭС опубликованы в капитальной монографии Л.Б.Бернштейна, И.Н.Усачева и др. "Приливные электростанции", изданной в 1996 г. на русском, китайском и английском языках.

Российские специалисты по приливной энергии в институтах Гидропроект и НИИЭС осуществляют полный комплекс проектных и научно-исследовательских работ по созданию морских энергетических и гидротехнических сооружений на побережье и на шельфе, в том числе в условиях Крайнего Севера, позволяющие в полной мере реализовать все преимущества приливной гидроэнергетики.

Экологическая характеристика приливных электростанций

Экологическая безопасность:

* плотины ПЭС биологически проницаемы
* пропуск рыбы через ПЭС происходит практически беспрепятственно
* натурные испытания на Кислогубской ПЭС не обнаружили погибшей рыбы или ее повреждений (исследования Полярного института рыбного хозяйства и океанологии)
* основная кормовая база рыбного стада - планктон: на ПЭС гибнет 5-10 % планктона, а на ГЭС - 83-99 %
* снижение солености воды в бассейне ПЭС, определяющее экологическое состояние морской фауны и льда составляет 0,05-0,07 %, т.е. практически неощутимо
* ледовый режим в бассейне ПЭС смягчается
* в бассейне исчезают торосы и предпосылки к их образованию
* не наблюдается нажимного действия льда на сооружение
* размыв дна и движение наносов полностью стабилизируются в течение первых двух лет эксплуатации
* наплавной способ строительства дает возможность не возводить в створах ПЭС временные крупные стройбазы, сооружать перемычки и прочее, что способствует сохранению окружающей среды в районе ПЭС
* исключен выброс вредных газов, золы, радиоактивных и тепловых отходов, добыча, транспортировка, переработка, сжигание и захоронение топлива, предотвращение сжигания кислорода воздуха, затопление территорий, угроза волны прорыва
* ПЭС не угрожает человеку, а изменения в районе ее эксплуатации имеют лишь локальный характер, причем, в основном, в положительном направлении.
* Энергетическая характеристика приливных электростанций

Приливная энергия

* возобновляема
* неизменна в месячном (сезонном и многолетнем) периодах на весь срок эксплуатации
* независима от водности года и наличия топлива
* используется совместно с электростанциями других типов в энергосистемах как в базе, так и в пике графика нагрузок
* Экономическое обоснование приливных электростанций

Стоимость энергии на ПЭС самая низкая в энергосистеме по сравнению со стоимостью энергии на всех других типах электростанций, что доказано за 33-летнюю эксплуатацию промышленной ПЭС Ранс во Франции - в энергосистеме Electricite de France в центре Европы.

За 1995 г. стоимость 1кВт.ч электроэнергии ( в сантимах) на:

ПЭС -18,5

ГЭС -22,61

ТЭС -34,2

АЭС -26,15

Себестоимость кВтч электроэнергии (в ценах 1996 г.) в ТЭО Тугурской ПЭС - 2,4 коп., в проекте Амгуеньской АЭС - 8,7 коп.  
ТЭО Тугурской (1996 г.) и материалы к ТЭО Мезенской ПЭС (1999 г.) благодаря применению эффективных технологий и нового оборудования впервые обосновали равнозначность капитальных затрат и сроков строительства крупных ПЭС и новых ГЭС в идентичных условиях.

Социальное значение приливных электростанций

Приливные электростанции не оказывают вредного воздействия на человека:

* нет вредных выбросов (в отличие от ТЭС)
* нет затопления земель и опасности волны прорыва в нижний бьеф (в отличие от ГЭС)
* нет радиационной опасности (в отличие от АЭС)
* влияние на ПЭС катастрофических природных и социальных явлений (землетрясения, наводнения, военные действия) не угрожают населению в примыкающих к ПЭС районах.

Благоприятные факторы в бассейнах ПЭС:

* смягчение (выравнивание) климатических условий на примыкающих к бассейну ПЭС территориях
* защита берегов от штормовых явлений
* расширение возможностей хозяйств марикультуры в связи с увеличением почти вдвое биомассы морепродуктов
* улучшение транспортной системы района
* исключительные возможности расширения туризма.

**ПЭС в энергосистеме Европы**

Вариант использования ПЭС в энергосистеме Европы - - -

По оценкам экспертов, они могли бы покрыть около 20 процентов всей потребности европейцев в электроэнергии. Подобная технология особенно выгодна для островных территорий, а также для стран, имеющих протяженную береговую линию.

Другой способ получения альтернативной электроэнергии – использовать разницу в температурах между морской водой и холодным воздухом арктических (антарктических) районов земного шара. В ряде районов Северного Ледовитого океана, особенно в устьях больших рек, таких как Енисей, Лена, Обь, в зимнее время года имеются особо благоприятные условия для работы арктических ОТЭС. Средняя многолетняя зимняя ( ноябрь-март) температура воздуха не превышает здесь -26 С. Более теплый, и пресный сток рек прогревает морскую воду подо льдом до 30 С. Арктические океанические тепловые электростанции могут работать по обычной схеме ОТЭС, основанной на закрытом цикле с низкокипящей рабочей жидкостью. В ОТЭС входят: парогенератор для получения пара рабочего вещества за счёт теплообмена с морской водой, турбина для привода электрогенератора, устройства для конденсации отработавшего в турбине пара, а также насосы для подачи морской воды и холодного воздуха. Более перспективна схема арктической ОТЭС с промежуточным теплоносителем, охлаждаемым воздухом в оросительном режиме» (См. Б.М. Берковский, В.А. Кузьминов «Возобновляемые источники энергии на службе человека», Москва, Наука, 1987 г., стр. 63-65.) Такая установка может быть изготовлена уже в настоящее время. В ней могут быть использованы: а) для испарителя – кожухопластинчатый теплообменник APV, тепловой мощностью 7000 кВт. б) для конденсатора – кожухопластинчатый теплообменник APV, тепловой мощностью 6600 кВт или любой другой конденсационный теплообменник, такой же мощности. в) турбогенератор – турбина Юнгстрем на 400 кВт и два встроенных генератора с дисковыми роторами, на постоянных магнитах, общей мощностью 400 кВт. г) насосы – любые, производительностью для теплоносителя – 2000 м3/ч, для рабочего вещества - 65 м3/ч, для охладителя – 850 м3/ч. д) градирня – сборно-разборная 5-6 метров высотой, диаметром 8-10 м. Установка может быть собрана в 20 футовом контейнере и перебрасываться в любое необходимое место, где имеется река с потоком воды более 2500 м3/ч, с температурой воды не менее +30С или большое озеро, из которого можно брать такое количество воды, и холодный воздух температурой ниже –300С. На сборку градирни потребуется всего несколько часов, после чего, если обеспечена подача воды, установка будет работать и выдавать для полезного использования более 325кВт электроэнергии, без какого - либо топлива. Из вышеизложенного видно, что уже в настоящее время можно обеспечить человечество альтернативной электроэнергией, если вкладывать в это средства.

Есть еще один способ получения энергии из океана - электростанции, использующие энергию морских течений. Их называют также «подводными мельницами».

**7.1. Вывод:**

Свой вывод я хотел бы основывать на лунно-земных связях и хочу рассказать об этих связях.

**ЛУННО-ЗЕМНЫЕ СВЯЗИ**

Луна и Солнце вызывают приливы в водной, воз­душной и твердой оболочках Земли. Ярче всего прояв­ляются приливы в Гидросфере, вызванные действием

Луны. В течение лунных суток, измеряемых 24 часами 50 минутами, наблюдается два подъема уровня океана (приливы) и два Опускания (отливы). Размах колеба­ний приливной Волны в литосфере на экваторе дости­гает 50 см, на широте Mocквы - 40 СМ. Атмосферные приливные Явления оказывают существенное влияние на общую циркуляцию атмосферы.

Солнце также вызывает все виды приливов. Фазы солнечных приливов 24 Часа, но приливообразующая сила Солнца составляет 0,46 Части приливообразующей силы Луны. Следует иметь в виду, что в зависимости от взаимного положения Земли, Луны и Солнца прили­вы, Вызванные одновременным действием Луны и Солн­ца, либо усиливают, либо ослабляют друг друга. Поэтому два раза в течение лунного месяца приливы будут достигать наибольшей и два раза наименьшей величи­ны. Кроме того, Луна обращается вокруг общего с Зем­лей центра тяжести по эллиптической орбите, и поэтому расстояние между центрами Земли и Луны меняется от 57 до 63,7 земных радиуса, вследствие чего приливообразующая сила в течение месяца изменяется на 40 % .

Геолог Б. Л. Личков, сопоставив графики приливов в океане на Протяжении последнего столетия с графи­ком скорости вращения Земли, пришел к выводу, что, чем выше приливы, тем меньше скорость вращения Земли. Приливная волна, постоянно движущаяся навстречу вращению Земли, замедляет его, и сутки удлиняются на 0,001 секунды за 100 лет. В настоящее время земные сутки равны 24 часам, точнее, Земля совершает вокруг своей оси полный оборот за 23 часа 56 мин. 4 сек., а один миллиард лет назад сутки равнялись 17 часам.

Б. Л. Личков установил также связь между измене­нием скорости вращения Земли под влиянием прилив­ных волн И изменением климата. Любопытны и другие сопоставления, сделанные этим ученым. Он взял график среднегодовых температур с 1830 по 1939 год и сопоставил его с данными об улове сельди за этот же период. Выяснилось, что температур­ные колебания, обусловленные изменением климата под влиянием лунного и солнечного притяжения, оказывают влияние на количество сельди, иными словами, на ее условия питания и размножения: в теплые годы ее боль­ше, чем в холодные.

Таким образом, сопоставление графиков позволило сделать вывод о единстве факторов, определяющих ди­намику тропосферы, динамику твердой земной оболоч­ки - литосферы, гидросферы и, наконец, биологических

процессов.

А. В. Шнитников также указывает, что главнейши­ми факторами, создающими ритмичность в изменении климата, являются приливообразующая сила и солнеч­ная активность. В каждые 40 тыс. лет продолжительность земных суток воз­растает на 1 секунду. Приливообразующая сила характеризуется ритмичностью в 8,9 ; 18,6 ; 111 и 1850 лет, а сол­нечная активность имеет циклы в 11, 22 и 80-90 лет.

Однако широко известные поверхностные приливные волны в океане не оказывают существенного влияния на климат, зато внутренние приливные волны, затраги­вающие воды Мирового океана на значительных глуби­нах, вносят существенное нарушение в температурный режим и плотность океанических вод. А. В. Шнитников, ссылаясь на В. Ю. Визе и О. Петтерсона, рассказывает о случае, когда в мае 1912 г. между Норвегией и Ислан­дией поверхность нулевой температуры сначала была обнаружена на глубине 450 м, а затем, спустя 16 часов, эту поверхность нулевых температур внутренняя волна подняла до глубины 94 М. Изучение распределения со­лености во время прохождения внутренних приливных волн, в частности поверхности соленостью в 35%, по­казала, что эта поверхность поднималась с глубины 270 м до 170 м.

Охлаждение поверхностных вод океана в результате действия внутренних волн передается соприкасающим­ся с ней нижним слоям атмосферы, т. е. внутренние вол­ны оказывают воздействие на климат планеты. В част­ности, охлаждение поверхности океана приводит к уве­личению снежности и ледовитости.

Скопление снегов и льдов в приполярных районах способствует увеличению скорости вращения Земли, по­скольку из Мирового океана изымается большое коли­чество воды и его уровень понижается, При этом сме­щаются в сторону экватора пути циклонов, что приво­дит К большему увлажнению средних широт.

Таким образом, при скоплении снега и льда в поляр­ных районах и при обратном переходе из твердой фазы в жидкую возникают условия для периодических пере­распределений водной массы относительно полюсов и экватора, что в конечном счете приводит к изменению суточной скорости вращения Земли.

Тесная связь приливообразующей силы и солнечной активности с биологическими явлениями позволила А. В. Шнитникову выяснить причины ритмичности в ми­грации границ географических зон по следующей цепи: приливообразующая сила, внутренние волны, темпера­турный режим океана, ледовитость Арктики, атмосфер­ная циркуляция, увлажненность и температурный ре­жим материков (сток рек, уровень озер, увлажненность торфяников, подземные воды, горные ледники, вечная

мерзлота) .

Т. Д. и С. д. Резниченко пришли к выводу, что:

.1) гидросфера трансформирует энергию гравитацион­ных сил в механическую, замедляет вращение Земли;

2) влага, перемещаясь к полюсам или к экватору, тран­сформирует тепловую энергию Солнца в механическую энергию суточного вращения и придает этому вращению колебательный характер.

Кроме того, по литературным данным они проследи­ли историю развития 13 водоемов и 22 рек Евразии за последние 4,5 тыс. лет и установили, что за этот отрезок времени гидросеть подвергалась ритмичной миграции. При похолодании скорость суточного вращения Земли возрастала и гидросеть испытывала смещение в сторо­ну экватора. При потеплении суточное вращение Земли замедлялось и гидросеть испытывала смещение в сто­рону полюс

*Использованная литература:*

1. Большая Советская энциклопедия.

2. Детская энциклопедия.

3. Б. А. Воронцов - Вельяминов. Очерки о Вселенной. М., “Наука”, 1975 г.

4. Болдуин Р. Что мы знаем о Луне. М., “Мир”, 1967 г.

5. Уиппл Ф. Земля, Луна и планеты. М., “Наука”, 1967 г.

6. Космическая биология и медицина. М., “Наука”, 1994 г.

7. Усачев И.Н. Приливные электростанции. - М.: Энергия, 2002. Усачев И.Н. Экономическая оценка приливных электростанций с учетом экологического эффекта// Труды XXI Конгресса СИГБ. - Монреаль, Канада, 16-20 июня 2003.  
Велихов Е.П., Галустов К.З., Усачев И.Н., Кучеров Ю.Н., Бритвин С.О., Кузнецов И.В., Семенов И.В., Кондрашов Ю.В. Способ возведения крупноблочного сооружения в прибрежной зоне водоема и плавкомплекс для осуществления способа. - Патент РФ № 2195531, гос. рег. 27.12.2002  
Усачев И.Н., Прудовский А.М., Историк Б.Л., Шполянский Ю.Б. Применение ортогональной турбины на приливных электростанциях// Гидротехническое строительство. – 1998. – № 12.  
Раве Р., Бьеррегорд Х., Милаж К. Проект достижения выработки 10% мирового электричества с помощью энергии ветра к 2020 г. // Труды форума FED, 1999.  
Атласы ветрового и солнечного климатов России. - СПб: Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, 1997.