

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа №9

Суперлуние

Исследовательский проект

Исполнитель:
обучающаяся 11А класса
Медведева Юлия Олеговна
Руководитель:
учитель физики
Синцова Елена Иванова

Нижний Тагил

2023

Содержание	стр.
Введение.....	3
I. Теоретическая часть.....	4
1.1. Луна. История открытия.....	4
1.2. Характеристики Луны.....	5
1.3. Фазы Луны.....	6
1.4. Расстояние от Земли до Луны.....	9
1.5. Суперлуние.....	9
1.6. Луна в составе двойной планеты Земля-Луна.....	14
1.7. Приливы и отливы в морях и океанах.....	17
II. Практическая часть.....	21
2.1. Наблюдение Луны.....	21
2.2. Сравнение вида Луны на нашем небосклоне.....	23
2.3. Сравнительные характеристики обычной Луны и суперлуны.....	27
2.4. Сравнения вида Луны утром и вечером.....	29
2.5. Периодичность суперлуния.....	29
Заключение.....	31
Использованные источники.....	35
Глоссарий.....	36
Приложение	

Введение

Луну видит каждый, но наблюдения Луны и анализ результатов наблюдений не у каждого получаются.

Луна влияет на жизнедеятельность природы и людей, меняет свои фазы. Но в какой фазе влияние больше или меньше?

А в 2017 году я увидела очень большую Луну, гораздо больше ее обычных размеров, но это было не полнолуние.

Как выяснилось, такое состояние Луны называется суперлунием, и это явление Луны определило цель моей работы.

задачи:

- изучить информационные источники
- изучить современную терминологию
- изучить фазы Луны
- изучить условия суперлуния
- провести наблюдения Луны на нашем небосклоне
- систематизировать материал.

Объект исследования: Луна

Предмет исследования: суперлуние

Гипотеза: состояние суперлуния-повторяющееся явление.

Методы исследования: теоретический, практический.

I. Теоретическая часть

1.1. Луна. История открытия

Луна́ — единственный естественный спутник Земли. Самый близкий к Солнцу спутник планеты, так как у ближайших к Солнцу планет (Меркурия и Венеры) их нет. Второй по яркости объект на земном небосводе после Солнца и пятый по величине естественный спутник планеты Солнечной системы. Среднее расстояние между центрами Земли и Луны — 384 467 км. Луна состоит из коры, мантии (астеносферы), свойства которой различны и образуют четыре слоя, кроме того, переходной зоны между мантией и ядром, а также самого ядра, которое имеет внешнюю жидкую и внутреннюю твёрдую части. Атмосфера и гидросфера практически отсутствуют. Поверхность Луны покрыта реголитом — смесью тонкой пыли и скалистых обломков, образующихся в результате столкновений метеоритов с лунной поверхностью.

По одной из версий Луна образовалась около 4,5 млрд лет назад в результате столкновения Земли с большим космическим телом, возможно, с мегакрупной кометой или другой планетой Солнечной системы. Японские астрофизики смоделировали ситуацию, при которой часть земной магмы после удара выплеснулась в открытый космос и застыла. Этот вариант подтверждает изотопный анализ земной и лунной породы. Они почти идентичны по своему составу. Вторая версия, которая озвучивается российскими учеными, говорит о том, что Земля и ее спутник формировались одновременно из одного пылевого облака. Т.е. спутник образовался из частиц, которые остались в космосе, но удерживаются силой притяжения ядра. Джордж Дарвин (сын Чарльза Дарвина) выдвинул теорию, что Селена — это часть Земли, которая оторвалась от нее под влиянием центробежной силы. Он утверждал, что на заре своего возникновения скорость вращения Земли была гораздо выше, чем сейчас. Но чтобы «потерять» кусок литосферы такой массы, планета должна делать оборот вокруг своей оси за 2 часа. А это трудно себе представить даже в теории.

О существовании Селены (так называли луну в Древней Греции) было известно еще до открытия устройств для наблюдения за небом. Это самый яркий объект на небосводе. Луна с Земли видна невооруженным взглядом даже в облачную ночь. С помощью телескопа за спутником Земли впервые стал наблюдать Галилео

Галилей. До него астрономия была математической наукой, и все предположения о движении звезд строились на основе вычислений и статистических таблиц. Галилей основывал свои тезисы о расположении и орбитах звезд Солнечной системы на визуальных данных. Он первый нарисовал, изготовил гравюры и показал людям лунные пятна, кратеры и неровности рельефа Луны. До него считалось, что она представляет собой ровный гладкий шар, а затемнения на поверхности — другой состав вещества. Свои наблюдения астроном представил миру в 1610 г. С этого времени началось активное изучение небесного тела. Детальное описание поверхности дал польский астроном Ян Галилей в 1647 г. Он наблюдал за спутником в телескоп в своей обсерватории, построенной в Гданьске на доходы от пивоварения. Это было устройство почти 45 м в длину. В своей работе «Селенография, или описание Луны» он представил 130 гравюр с изображением поверхности спутника. Это были первые топографические карты объекта. Галилей также изобразил попутчицу нашей планеты в разных фазах ее затмения и высказал мнение о возможной орбите движения.

1.2. Характеристики Луны

Луна — это шаровидное небесное тело без атмосферы и признаков когда-либо существовавшей жизни. Она не вращается вокруг Земли, а движется вместе с ней вокруг Солнца.

Ее физические характеристики следующие:

- диаметр — 3480 км;
- радиус — 1738 км;
- площадь поверхности — 38 млн км²;
- масса — $7,35 \times 10^{22}$ кг;
- средняя плотность — 3,35 г/см³;
- наклон оси — 6,68°.

Луна покрыта рыхлым обломочным веществом — реголитом, который образовался в процессе выветривания пород и имеет толщину от 4 до 15 м. Внутреннее строение в разрезе схоже со строением Земли. К этому выводу ученые

пришли после изучения сейсмических данных, полученных в процессе реализации проекта НАСА «Аполлон».

Объект имеет следующую геологию:

- кора толщиной около 55 км.
- нижняя мантия с элементами магмы — около 580 км.
- внешнее жидкое ядро в поперечнике около 350 км.
- внутреннее твердое ядро диаметром 160 км.

Спектрографы, которые были установлены в кратерах, обнаружили присутствие в лунном грунте пироксена, ильменита и оливина. Они являются породообразующими минералами и в мантии Земли. Из этого исследователи сделали вывод, что раньше спутник нашей планеты был магматическим океаном. В процессе остывания более тяжелые вещества опустились к центру и образовали ядро Луны, а легкие вверху образовали кору.

Орбитальные параметры спутника. Орбита Луны представляет собой медленно раскручивающуюся спираль. Это связано с тем, что на направление движения влияет не только Земля, но и далекое Солнце. По расчетам исследователей сила притяжения нашей планеты по отношению к спутнику составляет $2,028 \times 10^{20}$ Н, а сила притяжения Солнца — $4,39 \times 10^{20}$ Н. Т.е. почти в два раза больше. По этой причине орбита Луны вогнута в сторону Солнца во всех точках. Зона устойчивой орбиты нашей планеты составляет 600 тыс.км. Каждый год Луна отдаляется от Земли на 4 см.

Сейчас орбита спутника проходит в 362,826 тыс.км от Земли. И по расчетам некоторых астрофизиков через миллиарды лет попутчица покинет нашу планету. Это отразится на длительности земных суток и температуре мирового океана.

1.3. Фазы Луны.

Фа́зы Луны́ — периодическое изменение вида освещённой Солнцем части Луны на земном небе. Фазы Луны постепенно и циклически меняются в течение периода синодического месяца (около 29,5306 средних солнечных суток), как и орбитальное положение Луны при движении вокруг Земли и при движении Земли вокруг Солнца. Вращение Луны захвачено приливными силами Земли, поэтому бо́льшая часть одной и той же стороны Луны всегда обращена к Земле. Эта видимая

сторона освещается Солнцем по-разному, в зависимости от положения Луны на орбите. Таким образом, освещённость этой лицевой стороны может варьироваться от 0 % (при новолунии) до 100 % (при полнолунии). Лунный терминатор — граница между освещённым и затенённым полушариями.

Наблюдая за Луной, человек замечает, как ночное светило на протяжении определенного времени меняет свой внешний вид. Это явление называется сменой лунных фаз. С астрономической точки зрения лунная фаза - освещенная Солнцем часть Луны, которую человек может наблюдать с поверхности Земли в определенный момент. Луна сама по себе не светится. Ее свет представляет собой отражение солнечного света. От того как расположены в определенный момент Солнце, Земля и Луна по отношению друг к другу и будет зависеть внешний вид природного спутника. Традиционно выделяют четыре фазы Луны:

- Новолуние – лунный диск движется между Солнцем и Земным шаром. В этот период он обращен к планете стороной, на которую не попадают солнечные лучи. Поэтому его не видно на небосводе.
- Первая четверть – наблюдается лишь $\frac{1}{2}$ часть диска, который освещен. В Северном полушарии это будет правая сторона Луны.
- Полнолуние – в это время вся сторона Луны, освещенная Солнцем, направлена к Земле, и наблюдатель видит полный диск.
- Последняя четверть – снова видна только $\frac{1}{2}$ часть освещенного диска, только теперь это будет его левая сторона.

В течение так называемого синодического месяца происходит смена лунных фаз. Он имеет строгие временные рамки и составляет 29.53 суток. Период фаз включает время, за которое происходит смена всех лунных фаз. Каждая основная фаза длится около семи суток, это позволяет определять возраст Луны:

- 0 или 30-ый день – лунный диск не видно;
- 7 дней – первая четверть, наблюдать за спутником лучше всего вечером;
- 15 дней – полнолуние, лунный диск видно на протяжении всей ночи;
- 22 дня – последняя четверть, наблюдать за Луной лучше всего ближе к утру.



Рис.1

Фазы Луны на сентябрь 2022 года

По лунному календарю на сентябрь 2022 года будет циклическая смена фаз Луны в следующей последовательности



Рис.2

Фазы Луны на октябрь 2022 года

По лунному календарю на октябрь 2022 года будет циклическая смена фаз Луны в следующей последовательности



Рис.3

Фазы Луны на ноябрь 2022 года

По лунному календарю на ноябрь 2022 года будет циклическая смена фаз Луны в следующей последовательности

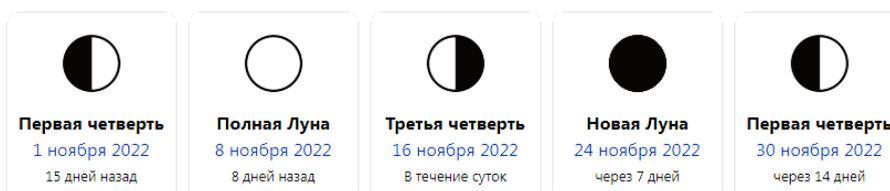


Рис.4

1.4. Расстояние от Земли до Луны

Ближайшим небесным телом к нашей планете является Луна. С давних времен мудрецы, ученые и звездочеты изучали данный объект. Одним из важнейших показателей при исследованиях считалось расстояние от Земли до Луны. Первые расчеты пытались выполнить древние греки, египтяне и китайцы. С развитием астрономии и космических технологий получить полную информацию о естественном спутнике нашей планеты стало на много проще.

Прежде всего, нужно сказать, что единой цифры, обозначающей расстояние от нашей планеты к спутнику, не существует. За счет постоянной динамики космических тел данный показатель отличается в зависимости от времени. Все же существуют два крайних положения, которые практически не меняются. Наибольшая удаленность Луны на своей орбитальной траектории составляет 405696 километров. Точка максимального расстояния называется апогей. Точка максимального сближения спутника и планеты – перигей, расстояние в ней – 363104 километров. Все же в некоторых источниках приводится и среднее расстояние, которое равно 384400 километров. Важно отметить, что расстояние между данными космическими объектами не является прямой линией. Если вылететь с космодрома прямо на Луну, то в момент прилета ее не будет на месте, поскольку она всегда движется по своей орбите. В силу этого при расчетах полета берут во внимание орбитальное вращение и место, где Луна окажется по истечении времени, затраченного на полет.

1.5. Суперлуние

Суперлуние не официальный астрономический термин. Это слово впервые использовал американский астролог Ричард Нолле в статье 1979 года для журнала Dell Horoscope. Ричард Нолле дал такое определение суперлунию: «новолуние или полнолуние в момент максимального или почти максимального (в пределах 90%) сближения Луны с Землей на заданной орбите». Только с 2011 года слово «суперлуние» стало появляться в научно-популярных СМИ, и теперь определение Нолле цитирует даже НАСА, хотя до сих пор не существует однозначной трактовки термина.

Общее определение: суперлуние — это новолуние или полнолуние, которое происходит примерно в то же время, что и перигей (точка на орбите Луны, где она находится ближе всего к Земле). По этому определению в году может быть несколько суперлун.

Строгое определение: суперлуна — это ближайшее новолуние и полнолуние в году. Согласно этому определению, может быть только две суперлуны в год (суперлуна в полнолуние и суперлуна в новолуние).

В популярном обиходе большинство людей придерживается широкого определения, поскольку гораздо интереснее иметь возможность говорить о нескольких суперлуниях, а не об одном или двух.

Еще одна мера, которая используется для определения того, является ли полная Луна суперлуной, — это ее физическое расстояние от Земли. Точное ограничение расстояния варьируется, но мы обычно придерживаемся идеи, что полная луна, происходящая на расстоянии ближе, чем 360 000 км, считается суперлуной.

Научное название для суперлуния – «перигей-сизигия системы Земля – Луна – Солнце». Более информативно:

- Перигей – ближайшая к Земле точка, которую проходит Луна за полный оборот вокруг нашей планеты. Самая дальняя точка от Земли до Луны называется апогеем. Перигеи и апогеи существуют, потому что околоземная орбита Луны – не идеальный круг, а эллипс (овал). Среднее расстояние от перигея до Земли равно 363 300 км, а от апогея до Земли – 405 500 км.

- Сизигия в астрономии означает выравнивание трех или более небесных тел. Чаще всего этот термин употребляется по отношению к Земле,



Солнцу и Луне или какой-либо планете Солнечной системы. Во время сизигии системы Земля – Луна – Солнце мы наблюдаем новую или полную фазу Луны.

Рис.5

Суперлуния в 2022 году наблюдались:

- 2 января: Суперноволуние (358 676 км);
- 16 мая: Суперполнолуние (362 127 км);
- 14 июня: Суперполнолуние (357 658 км);
- 13 июля: Суперполнолуние (357 418 км);
- 12 августа: Суперполнолуние (361 409 км);
- 23 декабря: Суперноволуние (359 083 км).

Суперлуния 2023 года ожидаются

- 3 июля (361 934 км)

- 1 августа (357 530 км)
- 31 августа (357 344 км)

Во время суперлуния Луна подходит ближе к Земле. Если это происходит во время новолуния, наблюдатели ничего не увидят, как и во время любого другого новолуния. Во время суперполнолуния Луна становится примерно на 7% больше и на 16% ярче, чем обычная полная Луна. По сравнению с полной Луной в апогее (когда Луна находится дальше всего от Земли), Луна в суперполнолуние выглядит на 14% больше и на 30% ярче. Если сфотографировать Луну в апогее и суперполнолуние с одинаковыми настройками, мы увидим разницу в размерах, но эта разница почти неразличима вживую на глаз.

Суперполнолуния происходят 3-4 раза в год, так что это не такое уж редкое событие. В целом, суперлуние происходит только во время полнолуния или новолуния в перигее или близко к нему. Однако циклы фаз Луны и движения Луны от перигея к перигею не всегда совпадают: лунный месяц (от полнолуния к полнолунию или от новолуния к новолунию) длится 29,53059 дней, в то время как аномалистический месяц (от перигея к перигею) длится 27,55455 дней. Оба цикла совпадают каждые 14 лунных и 15 аномалистических месяцев:

$$14 * 29,53059 = 413,428$$

$$15 * 27,55455 = 413,318$$



Рис.6

Это означает, что цикл суперлуний длится 413 дней (один год, один месяц и 18 дней). Каждые 413 дней повторяется последовательность суперлуний. Чтобы вычислить дату первого суперполнолуния в 2023 году, отсчитаем 413 дней от первого суперполнолуния 2022 года (16 мая) – и получим 3 июля 2023 года.

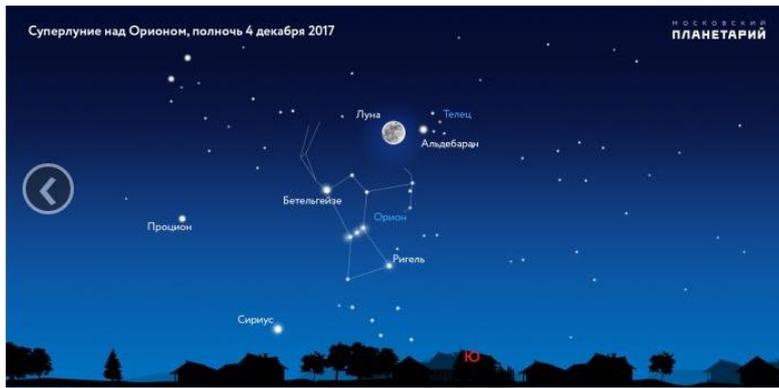


Рис.7

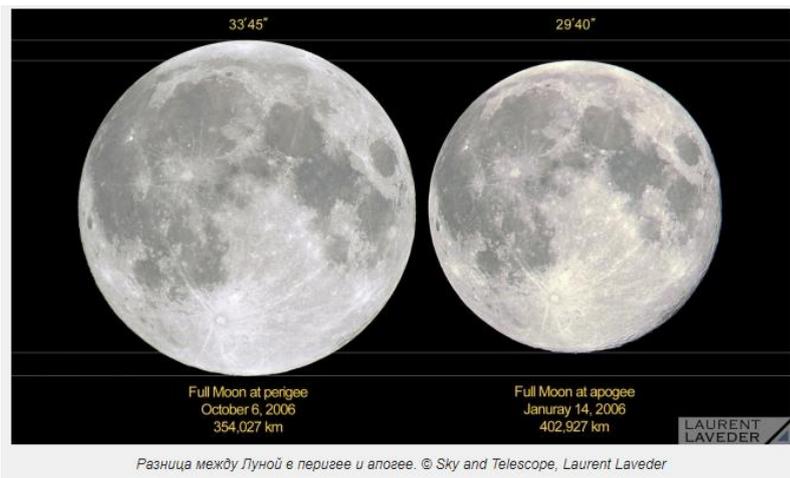


Рис.8

1.6. Луна в составе двойной планеты Земля-Луна

Термин “двойная (бинарная) планета” описывает один из видов взаимоотношений между двумя космическими телами. О том, что Земля и Луна — двойная планета, Европейское астрономическое сообщество впервые заговорило в конце прошлого века. Этим термином в среде астрономов принято обозначать бинарную систему из двух космических тел, каждое из которых обладает достаточной массой для оказания гравитационного эффекта. Гравитация астрономических тел должна превосходить гравитационный эффект звезды, являющийся центром их вращения. Еще одно требование заключается в том, что обе части такой бинарной системы должны вращаться вокруг общего центра массы, находящегося над их поверхностями. Это условная точка, являющаяся общим центром масс, называется также барицентром. Общий центр масс, вокруг которого вращаются Земля и Луна, располагается под земной поверхностью. Однако, несмотря на это, Европейское астрономическое общество выдвинуло предложение рассматривать систему, состоящую из Земли и ее спутника, в качестве бинарной системы.

Такая инициатива обусловлена тем, что Луна резко отличается от остальных спутников в Солнечной системе:

1. Она — один из самых крупных и тяжелых в Солнечной системе спутников по отношению к своему центральному космическому телу. Размеры космических тел, сопровождающих другие планеты Солнечной системы, составляют 1/10 долю диаметра центральных небесных тел, а то и менее. В свою очередь, поперечник Луны составляет четверть поперечника космического объекта, вокруг которого вращается данный спутник.

2. Необычна для планетарного спутника и масса Луны. Она составляет 1/81 от масса центрального космического тела, тогда как спутники других планет Солнечной системы легче своих центров вращения в десятки тысяч раз.

Еще одна особенность, которая приводится в качестве аргумента в пользу двойной планеты Земля-Луна, — это близость данных космических объектов.

Всемирное тяготение уравнивается всемирным отталкиванием. Суть тяготения (гравитации) заключается в том, что все тела притягиваются друг к другу пропорционально их массам и обратно пропорционально квадрату расстояния. Отталкивание - это центробежная сила, возникающая при вращении и обращении небесных тел. Земля и Луна взаимно притягиваются, но Луна не может упасть на Землю, так как она вращается вокруг Земли и тем самым стремится от нее уйти. Соответствие притяжения и отталкивания относительное, не полное. Расстояние между Землей и Луной таково, что силы их взаимного притяжения точно равны центробежной силе, возникающей при движении этих планет вокруг общего центра тяжести. Луна в 81,5 раза меньше Земли, поэтому общий центр тяжести системы Земля-Луна расположен не между ними, а внутри Земли, в удалении от центра Земли на 0,73 земного радиуса. Равновесие притяжения и отталкивания справедливо для центров планет, но оно не распространяется на отдельные точки поверхности Земли. Поэтому происходит возмущение поля силы тяжести, вызывающее приливы и отливы. Притяжение Луны действует на каждую точку поверхности Земли и всюду направлено в сторону Луны. Но из-за больших размеров земного шара величина его, обратно пропорциональная квадрату расстояния, всюду различна. Сторона Земли, в данный момент обращенная к Луне, притягивается сильнее всего. На противоположной стороне притяжение слабее. Разница в притяжении составляет около 10%. Взаимодействующая двух сил - силы притяжения и центробежной силы - и есть приливообразующая сила. Лучше всего приливы выражены в Мировом океане. Но на приливообразующую силу реагирует и мантия, а следовательно, и земная кора, и, вероятно, ядро. Приливной волне сопротивляются силы сцепления. Частицы взаимно перемещаются, преодолевая внутреннее трение. Это и есть приливное трение. На него расходуется энергия вращения Земли, которое постепенно в геологическом времени замедляется. В архее сутки продолжались, вероятно, 20 часов. В зависимости от уменьшения скорости вращения перестраивается фигура Земли и изменяется рельеф литосферы.

Скорость вращения Земли замедляется. Ньютон предсказал это явление за сотни лет до того, как появилась возможность проведения непосредственных измерений. В основном, Земля замедляется из-за того, что она вращается быстрее, чем Луна вращается вокруг Земли. Гравитация Луны создаёт приливную выпуклость на Земле. Эта выпуклость стремится вращаться с той же скоростью, что и планета. Когда скорость вращения выпуклости опережает скорость вращения Луны, Луна стремится её замедлить. А это, в свою очередь, замедляет вращение всей Земли.

Одно из правил Вселенной заключается в том, что угловой момент (момент импульса) никуда не может деться, даже если отдельные части ускоряются, замедляются, меняют направление. Общая сумма углового момента не может измениться.

Общий центр масс, вокруг которого вращаются Земля и Луна, располагается под земной поверхностью. Местоположение этой точки нестабильно. Она медленно движется по направлению к земной поверхности. Это связано с постепенным увеличением расстояния между Землей и ее естественным спутником. Выход общего центра массы в пространство над земной поверхностью ознаменует превращение бинарной системы “Земля-Луна” в двойную планету. Превращение пары космических тел, состоящей из Земли и ее спутника, в двойную планету прогнозируется на ближайшие несколько миллиардов лет. Тогда Луна под действием приливных сил отдалится от сопровождаемой планеты настолько, что центр масс, вокруг которого объекты вместе вращаются, сместится из-под земной поверхности в пространство между этими астрономическими телами. Отдаление земного спутника от центра вращения происходит со скоростью 3 см 7,4 мм в год. Рассчитать точный период времени, который понадобится для превращения пары Земля-Луна в двойную планету, пока затруднительно.

1.7. Приливы и отливы в морях и океанах

Механизм явления: приливы и отливы.

Уровень вод мирового океана зависит от расположения Земли по отношению к Солнцу и Луне. Наша планета, вращаясь, изменяет горизонтальное положение толщи воды. Этот процесс, происходящий в водоемах, ученые подразделяют на три степени.

1. Явление полной воды - вода поднимается до максимального уровня.
2. Отлив - постепенный отток, который наблюдается на протяжении 6 часов.
3. Явление малой воды - минимальное снижение воды в водоёме.

Луна изменяет уровень вод мирового океана и приподымает их. Весь процесс занимает в среднем 12,5 часов. Когда бывает новолуние или полнолуние, расстояние между уровнями минимального и максимального подъема увеличиваются. При влиянии Луны на приливы и отливы происходит сближение амплитуд больших и малых вод.

Что такое приливы и отливы. Приливы и отливы — ритмические поднятия и опускания уровня воды в океанах, вызванные притяжением Луны и Солнца. Они возникают два раза в день и регулярно сменяют друг друга. Наша планета Земля входит в состав солнечной системы и является третьей по счёту планетой от Солнца. Она имеет единственный спутник — Луну. Положение Земли и её спутника определяют многие процессы, происходящие на Земле. Сила лунного притяжения и сила, возникающая при взаимном вращении Земли и Луны приводит к образованию приливов и отливов на Земле.

Приливно-отливные процессы имеют следующий механизм:

1. Сначала вода медленно поднимается. Происходит это до тех пор, пока она не достигнет пика, который носит название «полная вода».
2. Какое-то время вода держится на пиковом уровне, а затем начинает постепенно опускаться.
3. Опускаться уровень воды может в течение 6 часов. Происходит это до тех пор, пока он не достигнет минимальной отметки, которая называется «малая вода».

Продолжительность. В среднем полный приливно-отливной цикл длится 12-13 часов. Вращение планеты оказывает на процесс своё влияние — он имеет периодичность (т.е. происходит дважды в сутки). Вертикальный промежуток между пиком и минимумом называется приливной амплитудой. Но гораздо важнее в приливно-отливном процессе не столько суточная, сколько месячная цикличность. Положение «малой» и «полной» отметки изменяется в зависимости от лунной фазы (т.е. полнолуния и новолуния). Так что частота максимальной приливной амплитуды составляет дважды в месяц, это же касается и минимальной. На показатели приливной высоты влияет и особенность рельефа побережья. Например, если участок имеет воронкообразную форму, то во время движения приливной волны берег будет сжиматься. Уровень воды станет выше, чем на соседних участках суши, которые имеют отличную от него форму.

Причина приливов и отливов.

Еще с древности люди наблюдали за этим явлением. Основную причину приливов и отливов впервые указал Исаак Ньютон. В 1687 году великий математик изложил закон всемирного тяготения. Этот закон послужил важнейшим шагом к научному пониманию природы приливов. Закон всемирного тяготения гласит: два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной массе каждого из них и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними. Притяжение Земли Луной складывается из притяжения Луной отдельных частиц Земли. Частицы, находящиеся в данный момент ближе к Луне, притягиваются ею сильнее, а более далекие — слабее. Если бы Земля была абсолютно твердой, то это различие в силе притяжения не играло бы никакой роли. Но Земля не является абсолютно твердым телом, поэтому разность сил притяжения частиц, находящихся вблизи поверхности Земли и вблизи ее центра смещает частицы относительно друг друга, и Земля, прежде всего ее водная оболочка, деформируется. В результате на той стороне, которая обращена к Луне, и на ее противоположной стороне вода поднимается, образуя приливные выступы, и там накапливается излишек воды. За счет этого уровень воды в других противоположных точках Земли в это время снижается — здесь происходит отлив. Если бы Земля не вращалась, а Луна оставалась неподвижной, то Земля вместе со своей водной оболочкой всегда сохраняла бы одну и ту же вытянутую форму. Но Земля вращается, а Луна движется вокруг Земли примерно за 24 часа 50 минут. С этим же периодом и приливные выступы следуют за Луной и перемещаются по поверхности океанов и морей с востока на Запад.

Поскольку таких выступов два, то над каждым пунктом в океане дважды в сутки с интервалом около 12 часов 25 минут проходит приливная волна.

Но оказывают влияние на приливы и отливы два главных фактора:

- гравитационное воздействие спутника Земли (наибольший процент влияния);
- воздействие Солнца (значительно меньший процент влияния).

Воздействие Солнца.

Солнце оказывает только небольшое воздействие на приливные силы. Оно находится на значительном расстоянии от планеты и ее спутника (почти в 400 раз дальше от Земли, чем Луна). Во время полнолуния и новолуния сразу три космических тела (Луна, Солнце и Земля) выстраиваются в линию. В результате таких перемещений солнечная амплитуда накладывается поверх лунной, это приводит к выраженным (максимальным) колебаниям воды. Их называют сизигийными. А минимальный прилив наблюдается тогда, когда действие Луны и Солнца находится под прямым углом. Такое явление называется квадратурным приливом.

Воздействие Луны.

Земля и её спутник — Луна неразрывно связаны друг с другом. Они оказывают друг на друга значительное влияние. Именно благодаря этой связи сохраняется определённое расстояние между орбитами этих космических тел. Планета и спутник стремительно приближаются друг к другу и также стремительно друг от друга отдаляются. Во время приближения Луны к Земле, планетарная кора последней как бы выгибается в сторону объекта, который к ней притягивается. Именно по этой причине воды Мирового океана начинают смещаться, поднимаются над поверхностью планеты. Интересно, что приливы в то же время происходят и на противоположной к Луне стороне Земли. И если в первом случае планетарная кора выгибается, что объясняет подъём водного пространства при притяжении спутника, то с противоположной стороны это же явление вызывается снижением силы притяжения. То есть там кора как бы оседает, а свободное пространство заполняется водой. Так как оборот спутника Земли вокруг планеты составляет чуть больше 24 часов, то каждые последующие сутки время наступления прилива и отлива будет отодвигаться на 50 минут. Волна, которая движется со скоростью 1600 км/ч, будет

«гнаться» за спутником, смещаясь за планетарные сутки на 13° . В астрономии принято считать, что приливные волны оказывают влияние на скорость движения Земли. Они формируют течения, а те, в свою очередь, движутся, подвергая испытаниям силу сопротивления земной коры. Это замедляет планету. Ещё каких-то несколько миллиардов лет назад земные сутки составляли 22 часа, поэтому можно с уверенностью прогнозировать, что в будущем Земля замедлится настолько, что её сутки полностью синхронизируются с лунными сутками, а приливно-отливные процессы прекратят существовать.



Рис.8



Рис.9

II. Практическая часть

2.1. Наблюдение Луны: фазы Луны, точки восхода и захода, направление движения по небу.

Таблица 1

15 января. 7:00	8 декабря. 7:00
	
15 декабря. 7:00	17 декабря. 7:00
	
9 декабря. 7:00	9 декабря. 7:00
	

Луна или фонарь?	Луна. Фонари. Вечер
	
Утренняя Луна	
	

Комментарий: в указанные даты Луна хорошо видна на небосклоне. Но на фотографиях ее контуры размыты. Одна из причин – параметры и возможности фотокамеры (смартфона). Вторая – состояние воздуха (погода ветреная, Луна как будто прячется за дымкой). Много было пасмурных дней, когда Луну увидеть не удавалось.

Фотосъемка проводилась в городе, где свет фонарей мешал.

Направление суточного движения Луны : по часовой стрелке.

2.2. Сравнение вида Луны на нашем небосклоне по результатам наблюдений 11 класса

Свои результаты наблюдений фаз Луны предоставили Фирсова Кристина, Подобрева Александра, Шляхова Полина, Нехаева Елизавета, Шмелин Александр.

На зарисовках хорошо видны фазы Луны, их изменения в течение 7-8 дней.

Линия терминатора на рисунках имеет разный угол наклона. Географические координаты нашего города: $55^{\circ} 57'$ северной широты, восточной долготы.

Наклон линии терминатора обусловлен градусами широты (приблизительно 60-я параллель). Это правильно отражено на рисунках 11,13. На рисунке 13 видны различия наклона линии терминатора для утренней и вечерней



Луны.

Рис.10

На этом рисунке вид Луны соответствует более высоким широтам (более 60°)

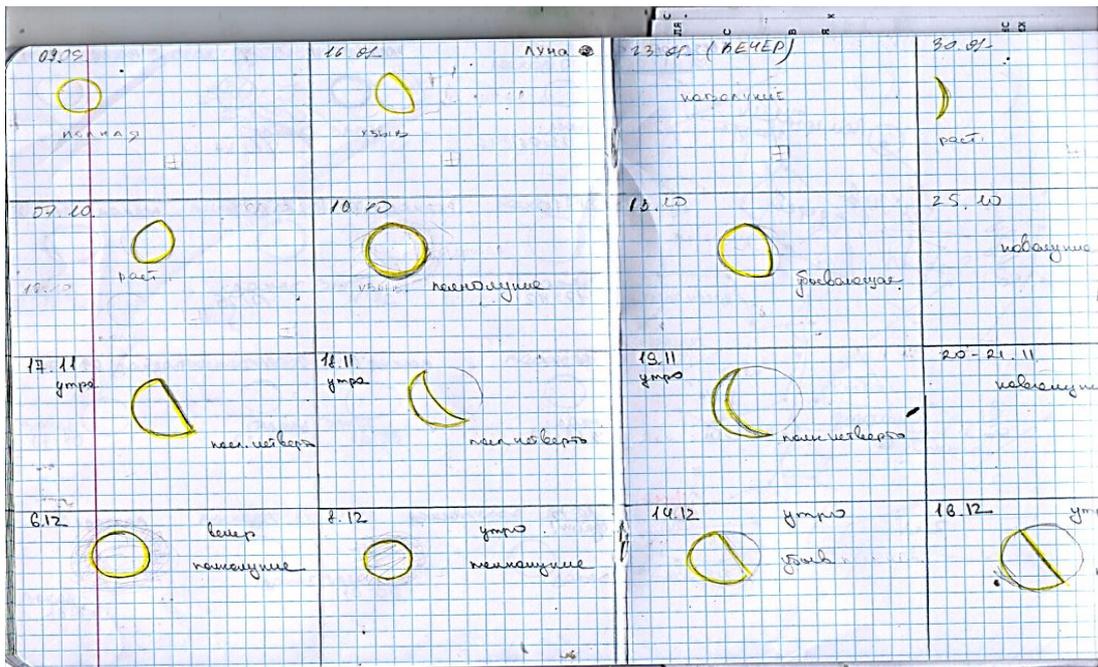


Рис.11 Угол наклона линии терминатора соответствует нашей географической широте. Хорошо видно смену фаз Луны. Но не просматривается различие вида вечерней и утренней Луны (в одной фазе).

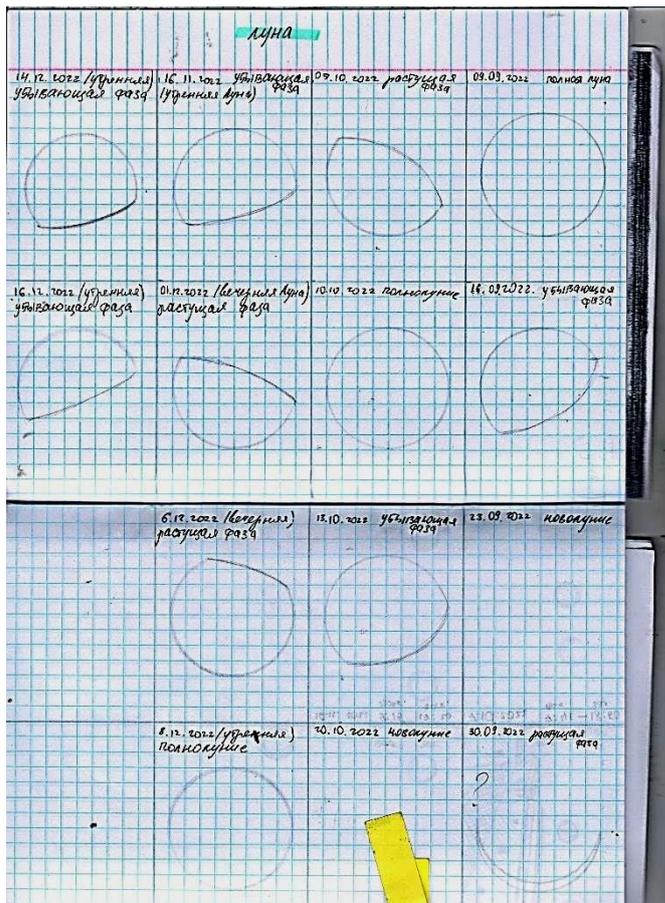
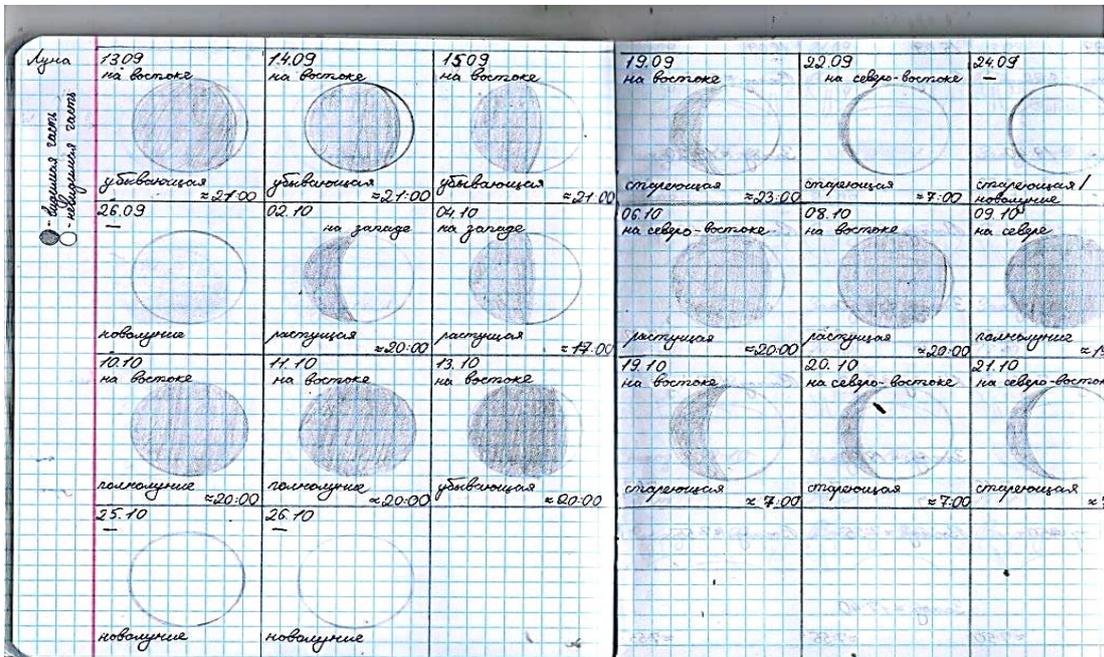


Рис.12

В этом случае вид Луны тоже соответствует более высоким широтам (за Полярным кругом)

Рис.13 Представленные наблюдения соответствуют нашей географической широте. Хорошо видно, что линия терминатора вечерней Луны идет зеркально линии утренней Луны.

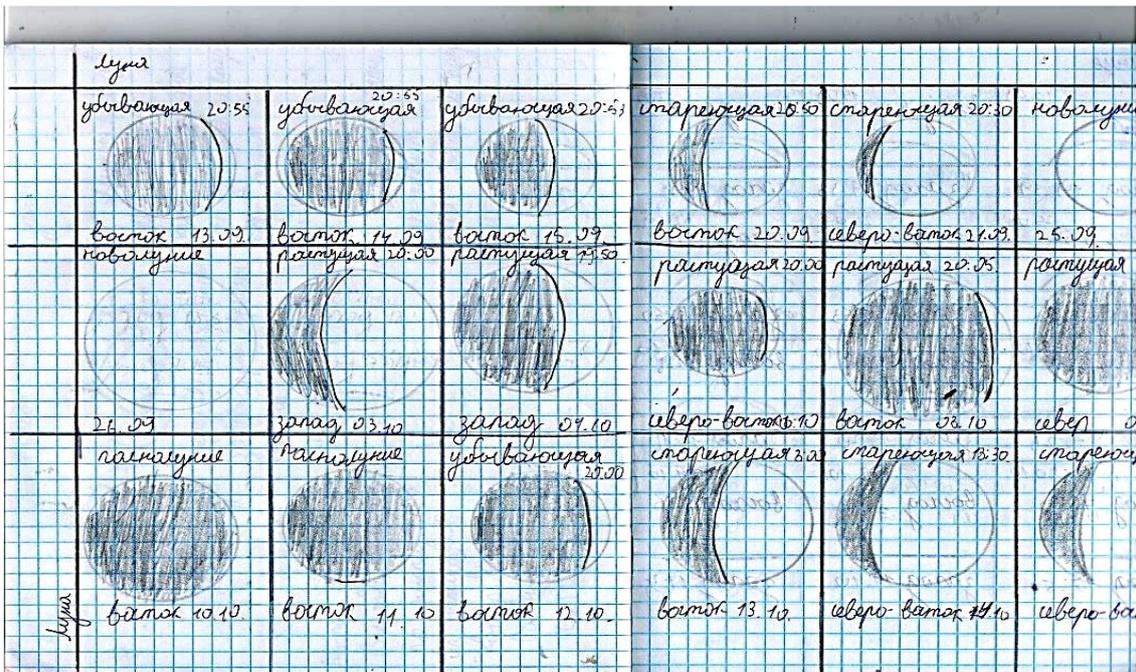


Рис.14

Наклон линии терминатора соответствует более высоким, полярным широтам. Не просматривается различие вечерней и утренней Луны.

Работая с информационными источниками, я видела много изображений фаз Луны. Без каких-либо комментариев. И часто линия терминатора показана вертикальной, т.е. под углом 90^0 к горизонту. Как оказалось, в средних широтах Луна выглядит иначе.

2.3. Сравнительные характеристики обычной Луны и суперлуны

Таблица 2

Дата (год)	Среднее расстояние от Луны до Земли	Максимальное расстояние от Луны до Земли (апогей)	Минимальное расстояние от Луны до Земли (перигей)	Отношение максимального расстояния к минимальному расстоянию
2017 год	384, 4 км	406 603 км	357 208 км	406.603:357.208= =1,13828078
2018 год	384, 4 км	406 464 км	356 565 км	406.464:356.565= =1,13994363
2019 год	384, 4 км	406 555 км	356 761 км	406.555:356.761= =1,13957243
2020 год	384, 4 км	406 692 км	356 906 км	406.692:356.906= =1,13949331
2021 год	384, 4 км	406 512 км	356 794 км	406.512:356.794= =1,13934651
2022 год	384, 4 км	406 580 км	357 264 км	406.580:357.264= =1,13803798

Таблица 3

Дата	Среднее расстояние от Луны до Земли	Минимальное расстояние от Луны до Земли (перигей)	На сколько ближе Луна к Земле в суперлунне
2017 год	384, 4 км	357 208 км	26 792 км
2018 год	384, 4 км	356 565 км	27 835 км
2019 год	384, 4 км	356 761 км	27 639 км
2020 год	384, 4 км	356 906 км	27 494 км
2021 год	384, 4 км	356 794 км	27 606 км
2022 год	384, 4 км	357 264 км	27 136 км

Для того, чтобы получить среднее значения на сколько Луна ближе к Земле в суперлунне, нам нужно сложить полученные результаты в последнем столбце и разделить на 6 (лет) При сложении у нас получается 165 502. Это число делим на 6, что получается 27 583,6667. Округлим до целых. Среднее значение на сколько Луна ближе к Земле в суперлунне за 6 лет равняется 27 584 км.

Расстояние между Землей и Луной в это время уменьшается в 1,14 раз. Соответственно, диаметр суперлуны больше диаметра обычной Луной во столько же раз.

Луна не меняет своих размеров. Меняется только расстояние между Луной и Землей. Именно поэтому нам кажется, будто Луна становится больших размеров.

2.4. Сравнения вида Луны утром и вечером

Луна ночью ярче потому, что Солнце заходит. И диск Луны четче виден на темном небе и кажется ярче, чем есть на самом деле. А утром Солнце ярче светит и Луна более блеклая. К тому же, она не кажется такой яркой на фоне более светлого неба.

Угловой диаметр Луны очень близок к солнечному и составляет около половины градуса. Луна отражает только 7 % падающего на неё солнечного света. Так как Луна не светится сама, а лишь отражает солнечный свет, с Земли видна только освещённая Солнцем часть лунной поверхности. (В фазах Луны, близких к новолунию, то есть в начале первой четверти и в конце последней четверти, при очень узком серпе можно наблюдать «пепельный свет Луны» — слабое освещение её лучами Солнца, отражёнными от Земли) .

2.5. Периодичность суперлуния

Как часто происходят суперлуния?

Ответ на этот вопрос зависит от выбранного временного параметра близости перигея к наступлению фазы соответствующего полнолуния или новолуния. Чем жестче требование близости (чем меньше промежуток времени включающего перигей и сизигию), тем реже такое нахождение Луны в фазе Полнолуния (или Новолуния) около точки перигея называем суперлуной.

Если, к примеру, считать, что суперлуние происходит только тогда, когда промежуток времени между Полнолунием (или Новолунием) и перигеем составляет менее одного часа, то суперлуна станет достаточно редким явлением. В этом случае, начиная с 2000 года, суперлуниями считались бы полнолуния 19-го марта 2011 года, 6-го мая 2012 года, 23-го июня 2013 года и 10-го августа 2014 года. А вот следующее суперполнолуние при таком условии произойдет лишь 26-го ноября 2034 года. То есть, при таком жестком критерии определения Суперлуний (менее часа) в течении этих двадцати лет среди Полнолуний СуперЛуны не будет. И можно смело предположить, что после суперлуны 2014 года, скорее всего многочисленных восторженных упоминаний и обсуждений суперлуний в СМИ и интернете не будет до 2034

За этот период времени (с 2000 по 2037 годы) суперлуниями считались бы всего два новолуния: 24-го ноября 2003 года и 22-го января 2023 года.

Классически считается, что суперполнолуния повторяются каждые 14 лунаций (лунных месяца), что соответствует 413,4 земным суткам. Для такой периодичности суперлунный параметр близости перигея и сизигия должен быть в пределах 10 – 12 часов. Крайне редко при классической периодичности суперлуний, равной 14-ти лунным месяцам, происходят отклонения, когда последующая суперлуна наступает через 13 или 15 лунаций. суперноволуния будут происходить с точно такой же периодичностью (14 лунаций).

Промежуток времени между суперполнолунием и ближайшим суперноволунием составляет 6,5 или 7,5 лунных месяца.

Таким образом, практически каждый год будет иметь место два суперлуния: одно суперполнолуние и одно суперноволуние.

При дальнейшем увеличении параметра близости перигея и сизигия, например, до 24-ти часов, суперлуной будут считаться уже по несколько Полнолуний и Новолуний в год. Однако наблюдаемый эффект увеличения размера и яркости Луны будет не уже при всех таких суперполнолуниях.

Следует ещё раз обратить внимание, что в суперполнолуния 2012, 2013 и 2014 годов происходят в полнолуния, которые очень близки к соответствующим перигеям.

6-го мая 2012 года полнолуние произошло всего через две минуты, после прохождения точки перигея.

23-го июня 2013 года полнолуние произошло через 23 минуты, после прохождения Луной точки перигея.

10-го августа 2014 года полнолуние произойдет через 26 минут, после прохождения Луной точки перигея.

В следующий раз подобная близость Полнолуния и перигея будет наблюдаться только 26-го ноября 2034 года. 31 августа. А вот это суперлуние уже будет крайне необычным и уникальным. Дело в том, что это будет день второго Полнолуния в августе. Когда в одном календарном месяце происходит два Полнолуния, второе называют Голубой Луной. Голубая Луна — это явление, которое происходит с периодичностью примерно раз в два-три года.

Вероятность того, что Голубая Луна и суперлуние совпадут, крайне мала.

Всего в 2023 году ожидается три суперлуния. Первое суперлуние произойдет 3 июля. Второе суперлуние произойдет в первый день августа. А третье - 31 августа.

Заключение

Таким образом, работая над проектом, я:

- изучила информационные источники;

- изучила современную терминологию;

- изучила фазы Луны;

- провела наблюдения Луны на нашем небосклоне и в результате сравнения с наблюдениями одноклассников и информацией из других источников, пришла к пониманию как выглядит Луна на нашем небосклоне;

- изучила условия суперлуния и объяснила суперлуние;

- подтвердила расчётами увеличение видимого диаметра Луны;

- систематизировала материал.

Гипотеза периодичности суперлуния подтвердилась.

Я встретила с определенными сложностями. Например, у меня не было нужного аппарата, чтобы фотографировать Луну так, чтобы она была видна хорошо.

Когда начинала работу хотела сделать много, но.. нельзя объять необъятное . Часто наблюдения были невозможны из-за облачности.

Я понимаю, что влияние суперлуны на земную кору, мировой океан, самочувствие людей, поведение животных гораздо сильнее, чем при её обычном состоянии, однако отыскать достоверную информацию пока не удалось. Но суперлуние -повторяющееся событие. В 2023 году оно ожидается трижды.

- 3 июля (361 934 км)
- 1 августа (357 530 км)
- 31 августа (357 344 км).

И информация будет накапливаться.

На сегодняшний день считаю задачи работы выполненными. Цель работы достигнутой.

Суперлуна над Уралом



Екатеринбург





Екатеринбург



Глазырин Кирилл | vk.com/glazutinka

Нижний Тагил



В деревне

Использованные источники

1. Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин Физика 11 класс; Москва; «Просвещение» 2020
2. Б.А. Воронцов-Вельяминов, Е.К. Страут; Астрономия 11 класс; Москва; Дрофа; 2018
3. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%83%D0%BD%D0%B0>
4. <https://o-kosmose.ru/solnechnaya-sistema/informatsiya-i-interesnye-fakty-o-sputnike-zemli>
5. https://vuzlit.com/339983/nablyudeniya_lunoy_voshodyat_glubokoy_drevnosti
6. <https://dailyhoro.ru/article/vse-superluniya-2023-goda/>
7. <http://lunnyy.ru/supermoon.html>
8. <https://lunkalendar.ru/drugie-lunnye-kalendari/kak-luna-vliyaet-na-prilivy-i-otlivy>
9. <https://100urokov.ru/predmety/dvizhenie-luny>
10. <https://mirax.space/solnechnaya-sistema/rasstoyanie-ot-zemli-do-luny>
11. <https://starwalk.space/ru/news/what-is-supermoon>

12. [https://studwood.net/1231731/geografiya/dvizhenie dvoynoy planety zemlya luna prilivnoe trenie](https://studwood.net/1231731/geografiya/dvizhenie_dvoynoy_planety_zemlya_luna_prilivnoe_trenie)
13. <https://dzen.ru/media/topro/skorost-vrasceniia-zemli-zamedliaetsia-pochemu-eto-proishodit-i-k-chemu-privedet-5d5bbc61118d7f00acbc89ee>
14. <https://lunkalendar.ru/drugie-lunnye-kalendari/kak-luna-vliyaet-na-prilivy-i-otlivy>
15. <https://vodasila.ru/mirovoy-ocean/prilivy-otlivy>
16. <https://xn--h1aebia8a.xn--p1ai/>

Глоссарий

- Перигей-ближайшая к Земле точка орбиты (Луны)
- Апогей-наиболее удаленная от Земли точка орбиты.
- Новолуние – лунный диск движется между Солнцем и Земным шаром. В этот период он обращен к планете стороной, на которую не попадают солнечные лучи. Поэтому его не видно на небосводе.
- Первая четверть – наблюдается лишь $\frac{1}{2}$ часть диска, который освещен. В Северном полушарии это будет правая сторона Луны.
- Полнолуние – в это время вся сторона Луны, освещенная Солнцем, направлена к Земле, и наблюдатель видит полный диск.
- Последняя четверть – снова видна только $\frac{1}{2}$ часть освещенного диска, только теперь это будет его левая сторона.

- Астеносфера- слой в верхней мантии планеты. Более пластична, чем соседние слои. Это даёт возможность блокам литосферы двигаться по ней, а также обеспечивает изостатическое равновесие этих блоков.
- Спектрограф- прибор, в котором приёмник излучения одновременно регистрирует весь возможный электромагнитный спектр. Приёмниками излучения могут быть фотоматериалы, многоэлементные фотоприёмники, электронно-оптические преобразователи.
- Синодический месяц- промежуток времени между двумя последовательными одинаковыми фазами Луны (например, новолуниями).
- Бинарная система- термин в астрономии, который используется для обозначения двойной системы, состоящей из двух астрономических объектов, каждый из которых удовлетворяет определению планеты и является достаточно массивным, чтобы оказывать гравитационный эффект, превосходящий гравитационный эффект звезды, вокруг которой они вращаются.
- Гравитационный эффект- универсальное фундаментальное взаимодействие между материальными телами, обладающими массой.



