

Юношеский Клуб Космонавтики

САФОНОВА Дарья Сергеевна

Доклад по астрономии на тему:

«Качающаяся Луна»

Год обучения: первый

Преподаватель по астрономии:

Миронова Светлана Михайловна

Санкт-Петербург

2021

Оглавление

Введение	3
Определение либрации и актуальность изучения	3
Либрация по широте или оптическая (геометрическая) либрация Луны по широте.....	5
Суточная или параллактическая оптическая (геометрическая) либрация	6
Физическая либрация	7
Заключение	7
Список источников	8

Введение

Объект изучения — движение и поверхность Луны, а также возможные способы их изучения. **Предмет исследования** — явление «Качающейся Луны» или либрации Луны, как покачивания естественного спутника Земли, или сложившиеся ситуации, с помощью которых человек может наблюдать с поверхности Земли дополнительные 9% лунной поверхности.

Целью работы является разбор определения «либрация Луны», значимости изучения данной темы, а также описание разновидностей явления и причин их возникновения. Из поставленной цели вытекают следующие **задачи**:

- изучение явления в целом;
- анализ исторических исследований спутника и их причин;
- выявление причины недоступности для человеческих глаз обратной стороны Луны;
- рассмотрение подразделения либрации на оптические (по широте, долготе и параллактическую или суточную), а также на физическую
- разбор всех типов Либрации: оптической (геометрической) либрации по широте, оптической (геометрической) либрации по долготе, суточной или параллактической оптической (геометрической) либрации, физической либрации.

Определение либрации и актуальность изучения

В задачах астрономии и небесной механики важную роль всегда играло изучение движения небесных тел, в том числе и естественного спутника нашей планеты — Луны [1]. Она является историческим источником, удобной площадкой для научных баз и тренировочных космодромов, а также местом зарождения полезных ископаемых [2]. Среди них в том числе есть и ценные для промышленности металлы - железо, алюминий, титан [3]. Кроме этого в верхнем слое спутника (называемым «реголит») найден редкий на Земле изотоп (разновидность атома какого-либо химического элемента, который имеет тот же атомный номер, но при этом другое массовое число [4]) гелий-3. Это вещество можно использовать в качестве топлива для перспективных термоядерных реакторов, поиск данной разновидности был главной целью российской космической программы в 2006 году [3]. Первоначально люди могли лишь наблюдать за диском луны, используя примитивные механизмы (например телескоп, изобретённый Галилеем в 1609 году [5]), что очень ограничивало знания древних учёных, ведь если мы посмотрим на Луну в любое

время года или суток, то всегда увидим неизменный рельеф. Остаётся он таковым из-за явления приливного захвата (ситуации, когда скорость вращения спутника по своей орбите равна скорости вращения вокруг центрального тела [6]). В связи с этими условиями люди долгое время не знали, что же находится на обратной стороне луны, вплоть до времени запуска спутников и АМС (а точнее советской АМС Луна-3, на которой в 1959 году сделали первое фото обратной стороны нашего с вами естественного спутника[7]), однако поверхность Луны была изучена с Земли не на пятьдесят процентов как могло показаться, а на пятьдесят девять. Сделать это помогло явление лунной Либрации, то есть медленное колебание спутника, наблюдаемое с поверхности тела, вокруг которого оно вращается. Без дополнительных уточнений слово «либрация» обычно означает кажущееся колебательное движение Луны при наблюдении с Земли [8]. Именно о явлении либрации, которое помогает нам изучать этот спутник, находясь на поверхности Земли, и будет идти речь в данном докладе.

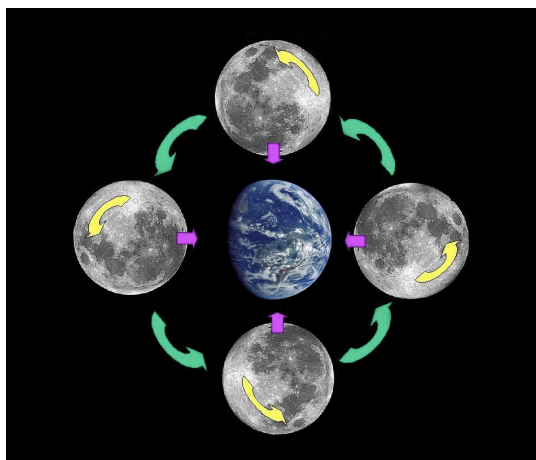


Рис.1 Схема приливного захвата

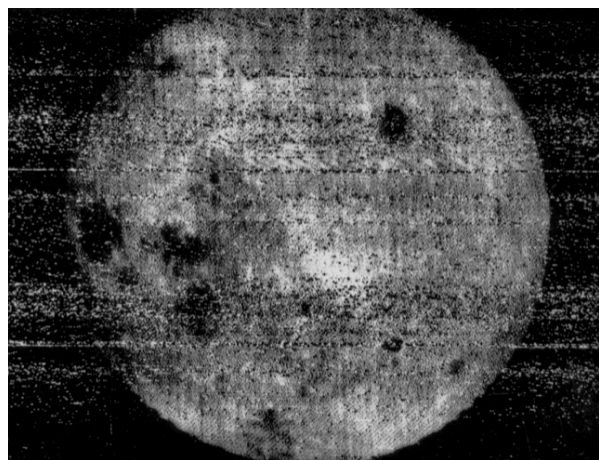


Рис.2 Первая фотография обратной стороны луны с АМС Луна - 3

На данный момент выделяют четыре типа Либрации: по широте, по долготе, суточную и физическую либрацию. Эти типы также разделяют на оптические (геометрические) либрации и на физическую либрацию. К оптическим (геометрическим) либрациям относится либрация по широте, либрация по долготе, а также суточная или параллактическая либрация [9]. Рассмотрим каждый из видов более подробно.

Либрация по широте или оптическая (геометрическая)

либрация Луны по широте

Фактором, от которого зависит либрация по широте, является наклон оси вращения Луны к собственной орбите, что в среднем составляет $6,58^\circ$, именно из-за него с поверхности Земли мы можем наблюдать либрацию амплитудой около $6^\circ 50'$ за южным плюсом Луны и за северным, в зависимости от её местонахождения. Однако существуют две точки, называемые восходящим и нисходящим узлами, в которых орбита луны пересекается с эклиптической. Восходящий узел Луна проходит на пути от южного полушария Земли к северному, а нисходящий узел наоборот, когда перемещается от северного полушария к южному [11]. Там либрация по широте отсутствует, но наиболее отчётливо увидеть это явление можно будет уже спустя неделю, после прохождения спутником одной из этих точек. Период этой либрации равен Драконическому месяцу, или промежутку времени между двумя прохождениями Луны через Восходящий узел [8]. [10]

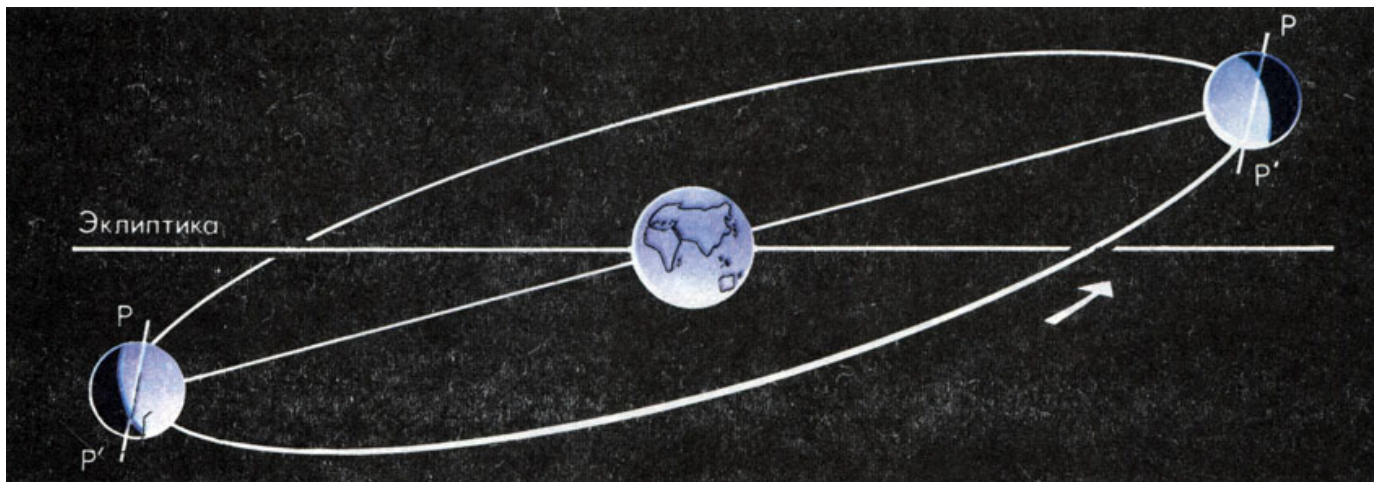


Рис.1 Схема либрации Луны по широте

Либрация по долготе или оптическая (геометрическая)

либрация Луны по долготе

Основываясь на законах Кеплера, которые гласят, что орбита Луны на самом деле эллиптической формы (а не идеально круглой, как в свое время считал Коперник), мы можем выделить ещё один вид либрации — либрацию по долготе. Вторым важным моментом, кроме формы орбиты, является скорость спутника, движущегося по ней, так как в момент пресечения точки апогея (самой дальней точки от Земли на орбите Луны) естественный спутник замедляется, а в момент пересечения точки перигея (самой ближней точки на орбите Луны относительно Земли)

ускоряется. В связи с этим явлением мы можем увидеть дополнительные долготы спутника с восточной (неделю спустя после пересечения перигея) и западной (неделю спустя после пересечения апогея) его части, которые могут достигать до восьми градусов с обеих сторон. Этот тип либрации можно наблюдать в течении аномалистического месяца (промежутка времени между двумя прохождением Луны через точку перигея). [8],[12]

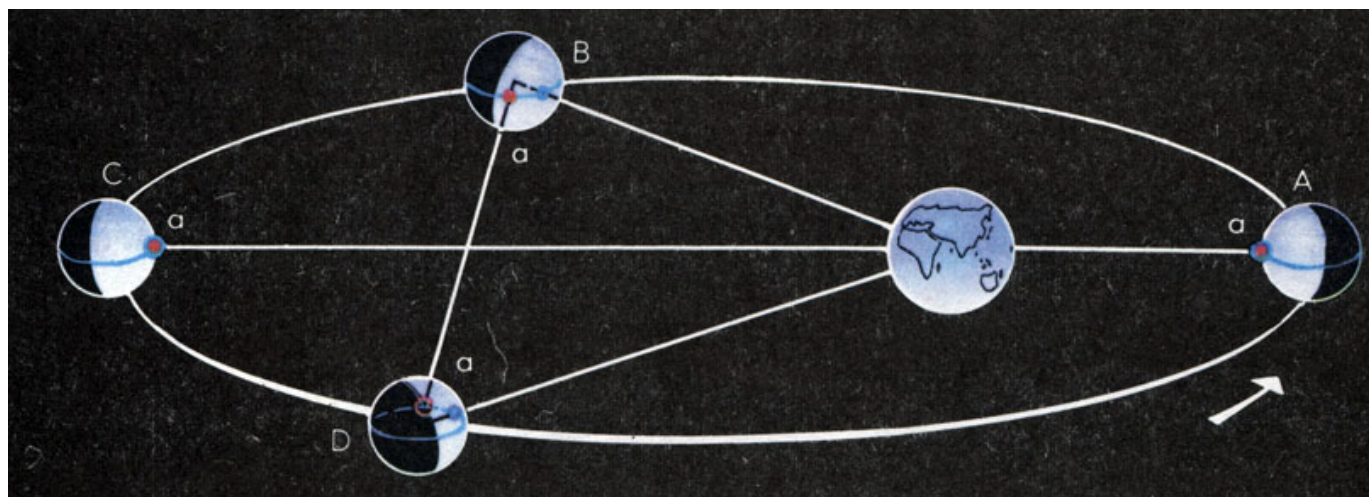


Рис.2 Схема либрации Луны по долготе

Суточная или параллактическая оптическая (геометрическая) либрация

Колебания амплитудой около $57'$, зависящие от от удалённости Луны от Земли и вращения Земли вокруг своей оси. Наблюдать этот тип либрации можно каждые сутки, когда мы можем непосредственно разглядеть спутник на небе. В начале мы увидим на пятьдесят семь угловых минут больше западной части луны, а примерно через двенадцать часов столько же восточной части. Период либрации соответственно составляет одни сутки. [8]

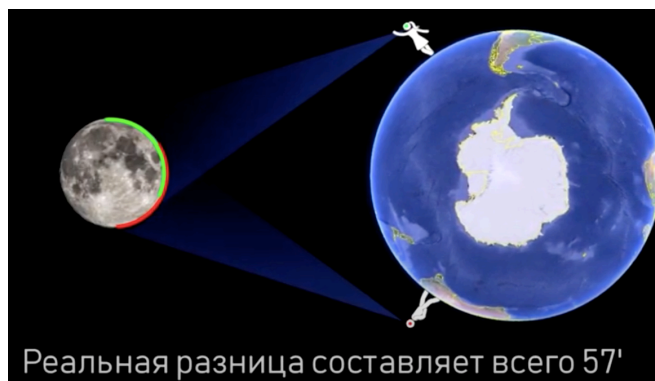


Рис. 3 Схема суточной либрации Луны

Физическая либрация

Существует ещё один тип, называемый физической либрацией, но он открывает для нас всего две угловых минуты пространства луны, что в сравнении незначительно. Именно из-за этого он не входит в тройку главных, однако не упомянуть о нём тоже нельзя. Зависит он от незначительных изменений в скорости вращения Луны вокруг своей оси, возникающих от приливных сил Земли. Происходит Физическая либрация по сложным законам и обусловлена силами Земли, приложенными к Луне. Создаются они вследствие притяжения Земли, а так же из-за того, что Луна представляет собой трёхосный эллипсоид, наибольшая ось которого во время оптической либрации иногда отклоняется от прямого направления к центру Земли на несколько градусов. Эти силы качают спутник около центра масс на $0,2'$. Точное измерение этих колебаний даёт возможность определить моменты инерции Луны, зависящие от её фигуры и распределения масс в её теле. В углублённых научных исследованиях физическую либрацию делят на вынужденную и свободную [13]. [8],[10]

Заключение

На основании данной работы можно прийти к следующим выводам: либрация Луны — это колебания естественного спутника нашей планеты, которые можно заметить с поверхности Земли. До запуска космических аппаратов явление либрации было единственным способом изучения обратной стороны Луны, которая не видна с поверхности Земли из-за явления приливного захвата, то есть ситуации, когда скорость вращения спутника равна скорости вращения вокруг тела. На данный момент выделяют главные три основных типа либрации: 1) либрация по широте, зависящая от наклона спутника; 2) либрация по долготе, главными факторами которой является форма орбиты и скорость движения луны по ней; 3) суточная либрация, обусловленная определённым расстоянием между Землёй и Луной, а также положением наблюдателя на поверхности земной коры. Еще типы подразделяют на оптические (геометрические) либрации по широте и долготе, а также физическую либрацию. Изучение и точное измерение явления физической либрации, возникшее из-за приливных сил Земли, даёт возможность определить моменты инерции Луны, зависящие от её фигуры и распределения масс в её теле. Явление же либрации в целом имеет большое значение в изучении Луны и сферах многих наук, например таких как астрономия и космическая механика.

Список источников

1. Гусев А.В. Захват в резонансное вращение и физическая либрация многослойных небесных тел (Автореферат) // Российская академия наук. Институт прикладной астрономии. URL: <https://iaaras.ru/media/docs/autoref/gusev.pdf>
2. Гринько Николай. Зачем нам нужно на Луну? И как она поможет "захватить" другие планеты. // Москва 24. URL: <https://www.m24.ru/articles/nauka/21072020/156890>
3. Колонизация Луны // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Колонизация_Луны
4. Изотопы // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Изотопы>
5. Исследования Луны // Википедия. URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D1%81%D0%BB%D0%B5%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%9B%D1%83%D0%BD%D1%8B
6. Синхронное вращение // Википедия. URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BD%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D0%B2%D1%80%D0%B0%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5
7. Фотографии с той стороны Луны // Ростех. URL: <https://rostec.ru/news/fotografii-s-toy-storony-luny/>
8. Либрация // Википедия. URL: <http://wp.wiki-wiki.ru/wp/index.php/%D0%9B%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F>
9. Либрация Луны оптическая // Энциклопедия по машиностроению XXL. URL: <https://mash-xxl.info/info/361835/>
10. Либрация Луны // booksite.ru. URL: <https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/008/070/088.htm>
11. Узлы Луны // Википедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Узлы_Луны
12. Законы движения планет Кеплера // википедия. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Kepler%27s_laws_of_planetary_motion

13. Н.К. Петрова. Лунные исследования в Казанском университете: тенденции, результаты, перспективы. |. Физическая Либрация /Ю.А. Астафьев, С.А. Дёмин, А.В. Гусев./ URL: <http://www.mathnet.ru/php/> (про вынужденную и свободную физическую Либрацию)
14. Орбита Луны // Википедия. URL: https://ru.m.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%80%D0%B1%D0%B8%D1%82%D0%B0_%D0%9B%D1%83%D0%BD%D1%8B
15. Либрация Луны // Библиотека по астрономии и космонавтике. URL: <http://12apr.su/books/item/f00/s00/z0000048/st093.shtml>