

1 Луна

Луна - единственный естественный спутник Земли. Она обращается по орбите вокруг Земли (угол между плоскостью её вращения и эклиптикой составляет примерно 5°), как следствие, угол между Землёй, Луной и Солнцем изменяется. Луна светит отражённым светом, с Земли видна только освещённая Солнцем часть лунной поверхности. Мы наблюдаем это явление как *цикл лунных фаз* (см. Рис. 1): её вид меняется от тонкого серпа (его можно заметить сразу после захода Солнца спустя 2-3 суток после *новолуния*) к фазе *первой четверти*¹, далее к *полнолунию*, *последней четверти* и обратно к новолунию. С орбитальным движением Луны (и других небесных тел) связаны два важных понятия:

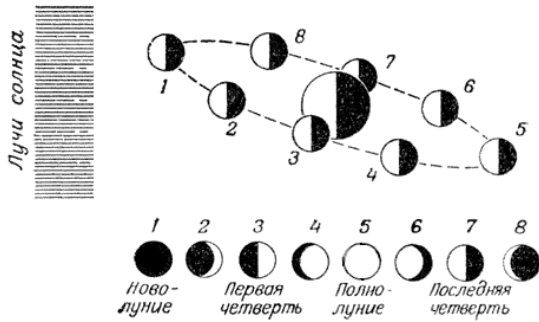


Рис.1. Фазы Луны. Линия, отделяющая светлую часть от тёмной, называется *терминатор*

Сидерический месяц - период, в течение которого Луна совершает один оборот вокруг Земли *относительно звёзд*²; он равен 27,3 суток.

Синодический месяц - период между двумя одинаковыми последовательными фазами, например, новолуниями. У Луны он равен примерно 29,5 дней. Логично, что он немного больше сидерического периода, так как Луне нужно "догнать" движение Земли вокруг Солнца.

В движении Луны есть интересная особенность: период её вращения вокруг своей оси совпадает с периодом обращения вокруг Земли, поэтому она всегда повернута к Земле одним полушарием (другое полушарие - *обратная (тёмная) сторона Луны*). Но на самом деле мы видим больше, чем половину её поверхности из-за *либрации* - небольшого "покачивания", благодаря которому видны краевые зоны лунного диска.

2 Затмения

Природа преподнесла нам удивительное совпадение: угловые размеры Солнца и Луны на небе совпадают и равны примерно $0,5^\circ$. Благодаря этому мы имеем возможность наблюдать *солнечное затмение* - явление, при котором Луна полностью или частично загораживает Солнце. Кроме того, существует ещё и *лунное затмение*, когда Луна входит в конус тени от Земли. Солнечное затмение может произойти только в новолуние, а лунное - в полнолуние, но этого мало - лунная орбита немного наклонена относительно орбиты Земли (эклиптики) и чаще всего в момент новолуния или полнолуния Луна оказывается выше или ниже линии, соединяющей Солнце и Землю. Значит, затмения возможны только тогда, когда новолуние или полнолуние происходит вблизи одной из двух точек пересечения видимого пути движения Луны и эклиптики. Эти точки называются *узлами* лунной орбиты. Так как Солнце за год делает полный оборот по эклиптике, оно обязательно дважды пересекает эти узлы - в ближайшие к этим моментам полнолуния и новолуния и происходят затмения³.

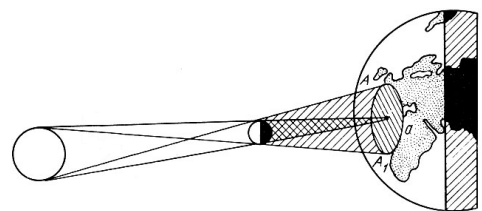


Рис.2. Солнечное затмение

¹В северном полушарии освещена правая половина диска Луны.

²Иными словами, оборот на 360° вокруг Земли для наблюдателя над плоскостью орбиты Луны.

³Уточнение: узлы лунной орбиты постепенно перемещаются по эклиптике, поэтому даты затмений меняются из года в год. В году может быть не менее трех, но не более семи затмений всех видов.

3 Календарь

Календарь - это система счета длительных промежутков времени. Природа предоставила нам 3 естественных периодических процесса: смена дня и ночи, смена лунных фаз, смена времен года. В разное время у разных народов в основе календаря лежали разные процессы, поэтому существовали солнечные, лунные, лунно-солнечные календари. Для измерения больших промежутков времени используют *тропический год* - промежуток времени между двумя последовательными прохождением центра Солнца через точку весеннего равноденствия. В основе солнечных календарей лежит продолжительность тропического года, в основе лунных календарей - лунного месяца, лунно-солнечные календари сочетают оба периода. Мы живем по солнечному календарю. Из практических соображений календарный год должен содержать целое число суток, а его продолжительность должна быть как можно ближе к продолжительности тропического года.

Тропический год содержит 365.2422 солнечных суток ($365^d 5^h 48^m 46^s$). На основе этого факта александрийский астроном Созиген разработал, а римский император Юлий Цезарь в 46 г. до нашей эры ввел календарь, называемый ныне **юлианским**. Суть его заключается в следующем: продолжительность простого календарного года устанавливается в 365 дней. При этом за 4 года накапливается разница почти в 1 сутки, поэтому каждый четвертый год содержит 366 дней и называется високосным⁴.

Юлианский год длиннее тропического примерно на 11 мин 15 с (0.0078^d). За 128 лет расхождение начинает составлять 1 сутки. Юлианским календарем пользовались все европейские страны на протяжении около 16 столетий. За это время накопилась разница в 10 суток, которая приводила к путанице в определении дат церковных праздников. Например, по правилам христианской церкви праздник Пасхи должен наступать в первое воскресенье после первого полнолуния после дня весеннего равноденствия. В 325 г. день весеннего равноденствия приходился на 21 марта, а в 1582 г. - на 11 марта.

Реформа юлианского календаря стала необходимостью и в 1582 г. была проведена римским папой Григорием XIII, поэтому новый календарь носит название **григорианского**. Проект нового календаря был разработан итальянским математиком и врачом Лилио и направлен на приближение средней продолжительности календарного года к продолжительности тропического года. Суть реформы состоит в следующем:

1. Было устранено накопившееся расхождение в 10 суток юлианского календаря с счетом тропических лет (после 4 октября постановили считать 15 октября).
2. В юлианском календаре за 400 лет расхождение с реальным временем составляет почти ровно 3 суток. Поэтому в григорианском календаре принято не считать високосными те годы столетий, у которых номера не делятся без остатка на 400⁵.

В результате средняя за 400 лет продолжительность календарного года в григорианском календаре составляет 365.2425 солнечных суток⁶, расхождение с тропическим годом всего 26 секунд (0.0003^d), что даст расхождение в 1 сутки лишь через 3300 лет. В России григорианский календарь был введен только в 1918 году (после 31 января постановили считать сразу 14 февраля), а православная церковь до сих пор пользуется юлианским. Григорианский календарь называют еще *новым стилем*, а юлианский - *старым стилем*.

⁴Принято считать високосными те годы, номера которых делятся на 4 без остатка (например, 2004 г.).

⁵Например, 2000 год был високосным, а 1900 - нет.

⁶Закономерности выше видны из равенства: $365,2425 = 365 + 0,25 - 0,01 + 0,0025 = 365 + \frac{1}{4} - \frac{1}{100} + \frac{1}{400}$.