

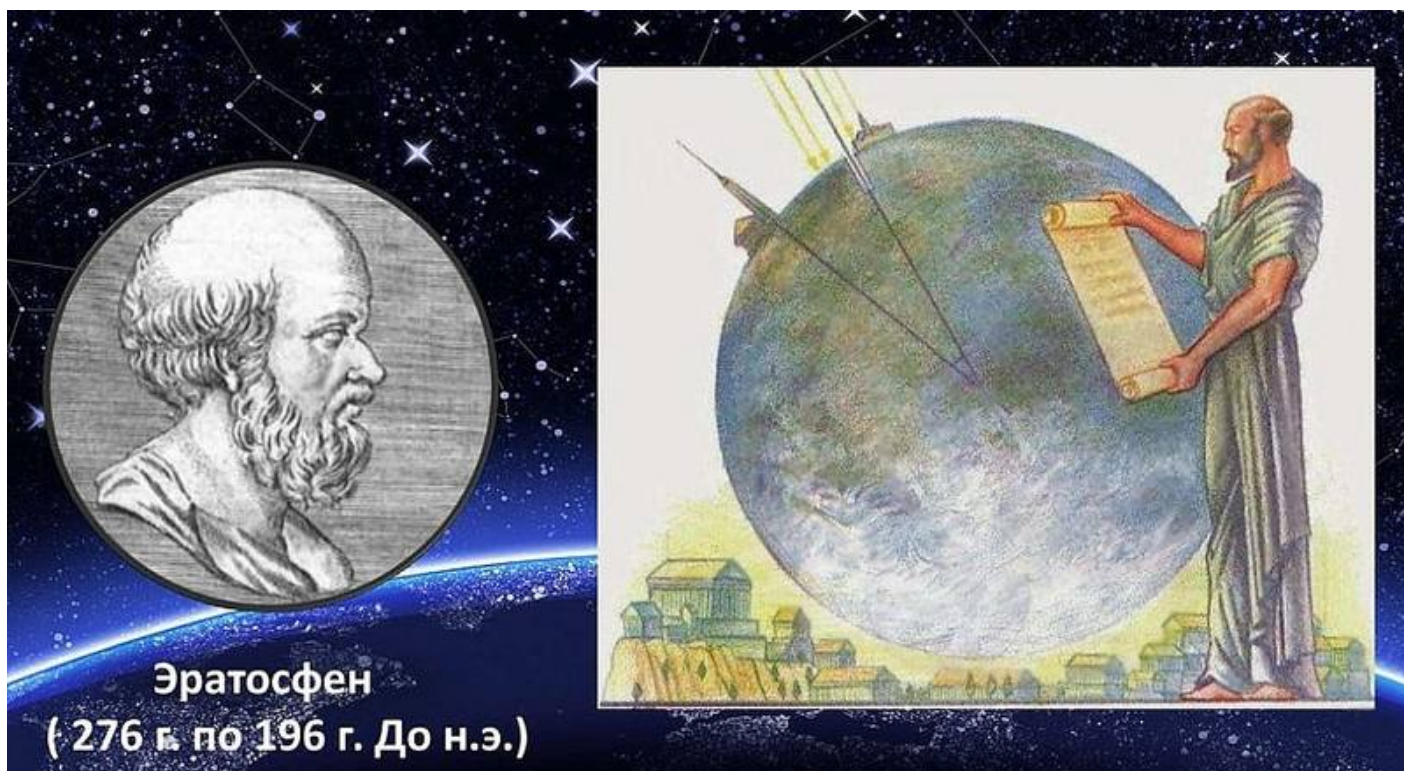
GeorgyNSK

14 янв 2021 в 15:45

# Как греки Землю измеряли

🕒 4 мин 👁 19К

Математика\*Научно-популярноеАстрономия

**Эратосфен****(276 г. по 196 г. До н.э.)**

Пост про расчеты расстояния до Солнца подтолкнул к другому тексту – о вычислении расстояния до Луны (поскольку эта цифра использовалась Аристархом в расчетах, возник вопрос, а откуда он ее взял). Но уже в комментариях ко второму тексту прозвучал следующий вопрос – «А теперь можно про радиус Земли подробнее?»

Спрашивали – отвечаем. Ну и чтобы «два раза не вставать», начну даже не с радиуса, а с того, как греки пришли к выводу, что Земля имеет форму шара, а не диска или сундука (как утверждал позже ученый византиец Козьма Индикоплов).

Этим вопросом озаботились именно греки, в более древних цивилизациях (Вавилон, Египет) небо изучали, и довольно тщательно, пытались предсказать движение небесных тел, а вот вопросом формы Земли не

заморачивались.

**Трудно сказать, кто из греков первым озвучил идею о том, что Земля – это шар, наиболее распространена версия, что Пифагор.** Но самый старый письменный трактат с этим утверждением, дошедший до нас («О движущейся сфере»), принадлежит другому математику – Автолику из Питаны, родившемуся лет на двести позже Пифагора. Правда, это вообще, самый старый античный математический трактат, дошедший до нас. И уже в нем Землю называют сферой. Но там это было подано как некая данность, т.е. Автолик был не первым, кто озвучил эту идею.

А затем его современник, **великий Аристотель в трактате «О небе» подробно обосновал это утверждение.** В основном объяснения были философского характера (сферическая Земля – неуничтожимый центр космоса и т.п.). Но был и ряд вполне конкретных доказательств. Прежде всего – результаты наблюдений за лунными затмениями: у них всегда бывает дугообразная ограничивающая линия. «Раз Луна затмевается потому, что её заслоняет Земля, то причина такой формы – окружность Земли, и Земля шарообразна», — делает вывод Аристотель.

Еще более интересный вывод сделал он из наблюдений за звездами. Для начала философ отметил, что в Египте и в Македонии имеются заметные наблюдателю различия в расположении звезд. И вывел: «Из этого ясно не только то, что Земля круглой формы, но и то, что эта сфера невелика: иначе столь незначительные перемещения не вызывали бы столь быстрых изменений».

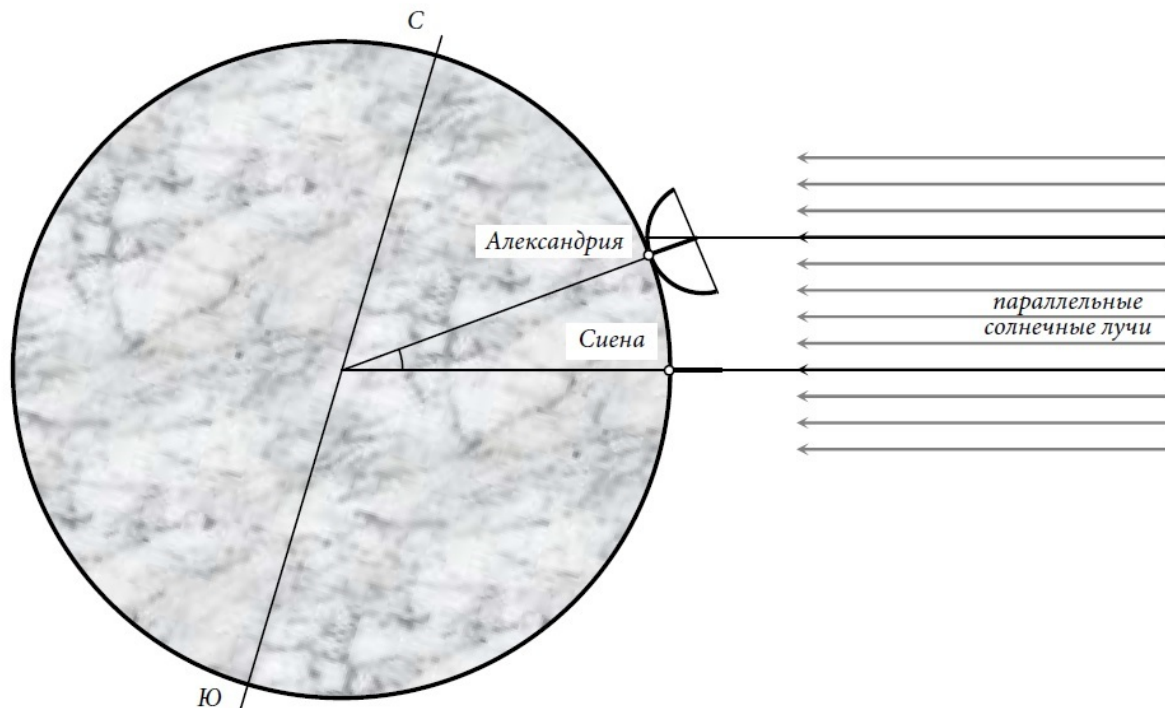
Ну а дальше, поскольку с формой Земли образованная часть греков определилась, равно как и с тем, что размеры ее не так уж велики, напрашивался следующий шаг – измерить Землю.

Перед тем как перейдем к процессу и его результатам, отмечу один нюанс. Мерили греки, как я уже говорил в стадиях, а нюанс в том, что это сейчас километр он и в Африке километр. А тогда системы СИ не было. Всякий

стадий составляет 100 пар шагов или 600 ступней, но шаги и ступни в разных системах мер могли несколько различаться: было несколько вариантов стадиев, от 172 до 185 метров (а еще вавилонский вариант стадия, но он нам здесь не интересен). Часто приходится гадать, каким стадием пользовался тот или иной автор. Поэтому, когда мы переводим результаты в привычные километры, то, конечно, рискуем ошибаться. Но – в пределах 6-7%. Для астрономии немало, для истории вопроса – терпимо.

Теперь собственно о том, как греки Землю измеряли. Известны два исследования, сделанных с этой целью. **Первое осуществил Эратосфен в III веке до нашей эры, второе – Посидоний сто с небольшим лет спустя.** В обоих случаях греки применили схожий подход, разница была в деталях. Смысл его в следующем: и Солнце, и звезды доступны одновременному наблюдению в разных местах на Земле, но поскольку расстояние до них явно во много раз больше размеров самой Земли, все лучи света, приходящие от них к нам мы можем считать параллельными.

Эратосфен измерил высоту Солнца над горизонтом в полдень летнего солнцестояния в Александрии и в Сиене (Асуане). Почему там? А еще до него, древние египтяне заметили, что во время летнего солнцестояния Солнце освещает дно глубоких колодцев в Сиене (ныне Асуан), а в Александрии – нет. Будь Земля плоской, рассуждал Эратосфен, этого не могло бы быть (мы помним – лучи параллельны), но она круглая, т.е. искривлена. А Сиена и Александрия находятся на одном меридиане (считал он) на расстоянии 5000 стадиев друг от друга. Значит, стены в Александрии наклонены под некоторым углом по отношению к стенам в Сиене, поэтому в полдень солнцестояния они продолжают отбрасывать некоторую тень.



Эратосфен измерил тень от одного александрийского обелиска, зная также его высоту, он «построил треугольник из обелиска и его тени» и вычислил, что угол отклонения обелиска от солнечного луча составляет чуть больше 7 градусов. Это означало, что Александрия отстоит по земной окружности от Сиены на 7 градусов. Такой угол – 1/50 часть окружности и одновременно упомянутые 5000 стадиев. Значит общая длина окружности 250 000 стадиев, заключил Эратосфен. А рассчитывать радиус, зная длину окружности, греки умели.

Сегодня мы знаем, что расчеты Эратосфена имели ряд серьезных погрешностей: Александрия и Сиена расположены не на одном меридиане, поэтому разница между их параллелями меньше, само это расстояние тоже было измерено приблизительно, со слов караванщиков, да и углы этих городов по направлению к солнечным лучам он измерил с ошибкой. И все же, ему удалось получить результат очень близкий к современным данным (6 371 км). Правда, в зависимости от того, какими стадиями он считал, если греческими, то да, его ответ — 6 916 км, а если стадиями египетских фараонов (дело было в Египте и расстояние могло быть указано в них), то его ответ — 8 397 км — намного больше реального.

Впрочем, Посидоний напутал еще больше. Но он и считал не по тени от Солнца, а по расположению звезды Канопус на небе Александрии и греческого острова Родос, которые разделяли те же 5000 стадий. Но эти точки тоже лежали не на одном меридиане, плюс морские расстояния греки измеряли с гораздо меньшей точностью. В итоге, по его расчетам Земля получилась чуть ли не на треть меньше, чем у Эратосфена.

Да, греки ошибались в расчетах, но главное они сделали – придумали метод, как можно измерить размер Земли, не покидая ее поверхности. Дальше дело было за совершенствованием географических данных и измерительных приборов. Ну а греки не остановились и придумали как рассчитать расстояние до Луны и до Солнца.