



Кто нарезал день на часы

*От тени палки до атомных часов, которые ошибаются
на секунду за сто миллионов лет*



История · 8–12 лет · 10 минут

Когда-то час летом был длиннее, чем зимой, и это никого не смущало.

Рассказываем, как люди научились резать время на равные куски, зачем для этого понадобился маятник, и почему точные часы — это ещё и способ узнать, где ты находишься.

Во сколько начинается «утро»?

Договориться о встрече «часов в пять» — дело одной секунды. У тебя в кармане устройство, которое знает время с точностью до доли секунды и одинаково у всех.

А теперь представь, что часов нет ни у кого. Вообще ни у кого в мире. Как бы ты назначил встречу?

Скорее всего, сказал бы: «когда солнце будет вон над той крышей» или «после того, как подоят коров». Именно так и жили люди тысячи лет — и, в общем, неплохо жили.

Проблема в том, что такое время не годится для города, где тысячи людей должны действовать согласованно. История измерения времени — это история того, как люди резали сутки на всё более мелкие и всё более одинаковые кусочки.

Палка, тень и первые часы

Самые первые часы — воткнутая в землю палка.

Тень от неё утром длинная и смотрит на запад, в полдень самая короткая, к вечеру снова вытягивается, уже на восток. Разметь площадку камешками — и получишь солнечные часы. В Египте такие использовали больше трёх с половиной тысяч лет назад; гигантские обелиски работали как стрелки для целого города.

Египтяне же поделили светлое время на 12 частей и тёмное — тоже на 12. Так и появилось 24-часовое деление суток.

Но фокус вот в чём: летом светло дольше, а зимой короче. И если день всегда делится на 12 частей, то **летний час получается длиннее зимнего**. В Риме летний час длился около 75 наших минут, а зимний — около 45. Людей это не смущало: час был не отрезком, а «одной двенадцатой дня».

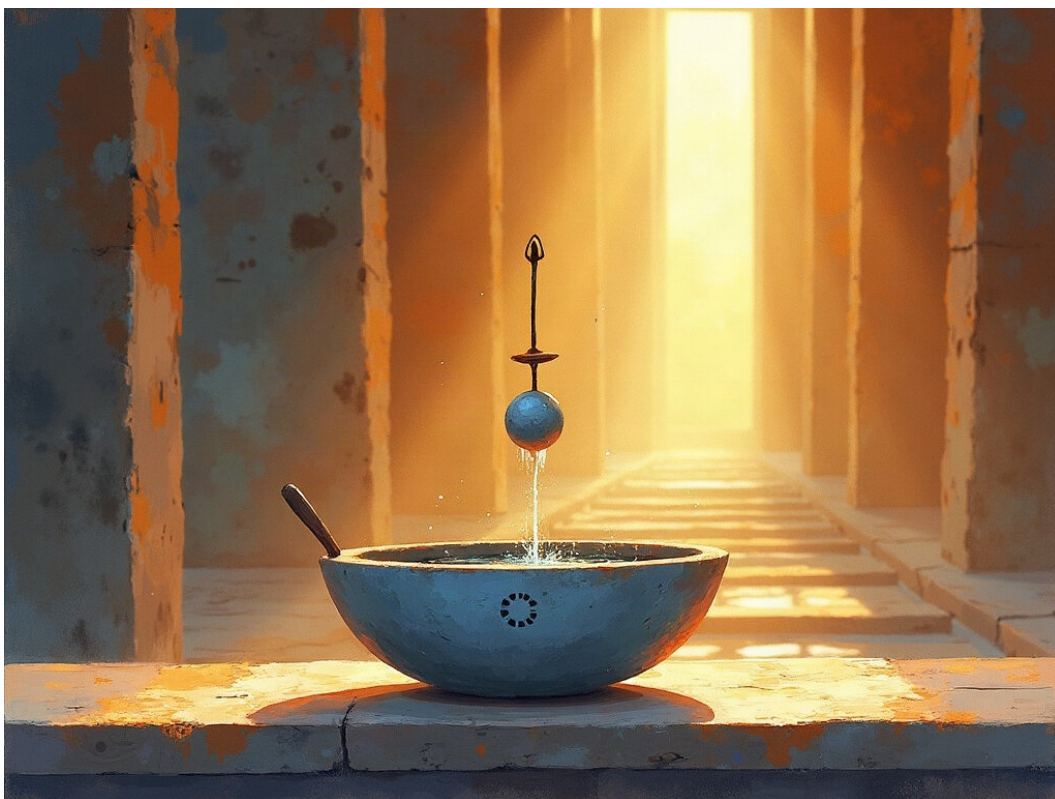
Такие часы называют неравными, и в Европе ими пользовались до позднего Средневековья.

Гномон

Стержень или палка, тень которой показывает время на солнечных часах. Слово греческое и означает примерно «указатель». По длине полуденной тени гномона древние астрономы вычисляли не только время, но и широту, и даже размер Земли: именно так Эратосфен около 240 года до нашей эры измерил окружность планеты и ошибся всего процентов на пять.

Когда солнца нет

Солнечные часы не работают ночью, в пасмурную погоду и в помещении. Значит, нужно что-то другое.



Водяные часы работали ночью и в пасмурный день — там, где солнечные бессильны

Придумали считать не тень, а то, что течёт равномерно.

- **Водяные часы (клепсидра).** Вода капает из сосуда с отверстием; уровень показывает, сколько прошло. Использовали в Египте, Вавилоне, Греции, Китае. В афинском суде клепсидрой отмеряли время речи: вода вытекла — замолчи. Если дело откладывали, отверстие затыкали: время буквально останавливали затычкой.
- **Песочные часы.** Появились позже, зато не замерзали и не испарялись, поэтому прижились на кораблях. На них строилась вся морская навигация: получасовые часы переворачивали, отбивая склянки.
- **Свечи и лампы с делениями.** Дёшево и сердито: прогорела отметка — прошёл примерно час.
- **Курительные часы в Китае.** Выкладывали дорожку ароматного порошка по лабиринту; она тлела с известной скоростью, а привязанные ниткой шарики падали в вазу с гонгом и будили хозяина.

У всех этих способов одна беда: они плывут. Вода из полного сосуда вытекает быстрее, чем из полупустого. Песок отсыревает. Свеча горит по-разному на сквозняке. Точность — минуты в час, в лучшем случае.

Часовая башня с драконами

В 1088 году китайский инженер Су Сун построил в Кайфэне башню высотой с четырёхэтажный дом. Внутри водяное колесо с ковшами поворачивалось ровно на один шаг, когда очередной ковш наполнялся, — и это двигало весь механизм: вращался небесный глобус, выходили фигурки с табличками, звонили колокола. Башню разобрали враги при захвате города, и повторить её больше не смогли: секрет был утерян на столетия.

Маятник меняет всё

Настоящий перелом случился в XVII веке — и связан он с одним наблюдением.

Рассказывают, что молодой Галилей в соборе Пизы засмотрелся на качающуюся лампаду и заметил странное: когда лампада качается сильно и когда чуть-чуть, на один взмах уходит примерно одно и то же время. Проверял он это по собственному пульсу.

Свойство удивительное: **период качания маятника почти не зависит от размаха**. Он зависит только от длины подвеса (и немного от того, где ты находишься на Земле). Маятник длиной около метра проходит путь в одну сторону ровно за секунду, а полный взмах туда-обратно делает за две.



Маятник качается с одним и тем же периодом — на этом стоит вся точная механика

В 1656 году голландец Христиан Гюйгенс собрал первые маятниковые часы. Разница была ошеломляющей: механические часы до этого вращали на четверть часа в сутки, маятниковые — меньше чем на минуту, а позже и на секунды.

Механизм тут хитрее, чем кажется. Гирька или пружина хочет прокрутить шестерёнки как можно быстрее. Специальная деталь — **анкерный спуск** — пропускает колесо ровно на один зубец за каждый взмах маятника и заодно легонько подталкивает маятник, чтобы тот не затухал. Именно эта деталь и делает «тик-так».

Часы, которые показывают место

Дальше произошло неожиданное: точные часы понадобились морякам, чтобы понять, где они находятся.



Морской хронометр: часы, которые не сбивались от качки, жары и соли

Широту — насколько ты севернее или южнее — легко определить по высоте солнца или Полярной звезды. А долготу, то есть насколько ты западнее или восточнее, — нет.

Но есть трюк. Земля делает оборот за 24 часа, значит, за час она поворачивается на 15 градусов. Если знать, который сейчас час у тебя (по местному полудню это видно) и одновременно который час в порту, откуда ты вышел, — разница даст долготу. Час разницы = 15 градусов.

Значит, нужны часы, которые на корабле месяцами показывают лондонское время. А маятник на качке бесполезен.

Британский парламент в 1714 году назначил за решение огромную награду. Взялся за неё часовщик-самоучка Джон Гаррисон и потратил

на задачу почти сорок лет. Он заменил маятник пружинами, придумал детали из двух разных металлов, чтобы часы не сбивались от жары и холода, и подшипники, не требующие смазки. Его четвёртый вариант, Н4, размером с большие карманные часы, за 81 день плавания до Ямайки ушёл всего на несколько секунд.

Так задача измерения времени и задача навигации оказались одной задачей. Твой телефон, кстати, определяет место точно так же: спутники GPS передают сигналы точного времени, и приёмник вычисляет положение по разнице в их задержке.

Собери маятник и проверь Галилея

1. Привяжи гайку или ключ к нитке длиной ровно 25 см. Держи за конец, отпусти в сторону.
2. Засеки, за сколько секунд маятник сделает 20 полных взмахов туда-обратно. Раздели на 20.
3. Повтори, отпустив маятник с гораздо большего угла. Время одного взмаха почти не изменится — Галилей был прав.
4. Теперь возьми нитку в четыре раза длиннее (1 метр). Взмах станет не в четыре, а ровно в два раза дольше. Период зависит от корня из длины — это и удивило физиков XVII века.
5. Попробуй заменить гайку на что-то потяжелее при той же длине нитки. Изменилось ли время? (Нет.)

Секунда, которой больше не нужно Солнце

Ещё в начале XX века секунду определяли через сутки: сутки поделить на 86 400.

Но выяснилось, что Земля — плохие часы. Она вращается неравномерно: приливы её слегка тормозят, землетрясения и таяние ледников чуть-чуть меняют скорость. Сутки то длиннее, то короче на доли миллисекунды.

Поэтому с 1967 года секунду определяют иначе — через то, что одинаково везде во Вселенной: через колебания в атоме цезия. Секунда — это время, за которое в атоме цезия-133 происходит 9 192 631 770 определённых колебаний. Атомные часы ошибаются примерно на секунду

за сто миллионов лет, а самые новые, оптические, — ещё в тысячи раз точнее.

Забавный итог: сейчас не Солнце задаёт часы, а часы проверяют Солнце. Когда вращение Земли слишком отстаёт от атомного времени, к году добавляют «секунду координации» — и это уже делали больше двадцати раз.

Главное в трёх строчках

- Сначала час был долей светового дня и менялся с временем года; равным он стал только с механическими часами.
- Маятник Гюйгенса дал скачок точности сразу в сотни раз, потому что качается с постоянным периодом.
- Точное время — это способ узнать, где ты находишься: так работали морские хронометры и так же работает GPS.

Вопросы для размышления

- Почему для людей, живущих земледелием, неравный час был удобен, а для жителей города стал помехой?
- Почему секунду решили определять через атом, а не через оборот Земли, — хотя сутки видны всем, а атом никому?
- Если бы завтра все часы в мире встали, что сломалось бы первым и что прекрасно работало бы дальше?