



## ГЛАВА 1

### ИЗМЕРЕНИЕ ВРЕМЕНИ

Измерение времени является одной из важнейших задач любой науки, занимающейся явлениями в пространстве и времени. Рассмотрим положение дела в этой области.

Кант во всяком случае был прав, когда он представлял время как запечатленную человеческим разумом форму созерцания. Это созерцание непрерывно. Но непрерывность никогда не несет с собой собственной меры; следовательно, чтобы измерить время, надо внести в него систему мер \*). Можно, например, произвольно установить отметки времени, нумеруя удары, в то время как кто-либо стучит кулаком по столу. Если соединяют с каждым событием номер одновременного с ним удара, то тем самым устанавливается временная последовательность событий посредством ряда чисел.

Конечно, такое измерение времени недостаточно уже для многих целей повседневной жизни; при его помощи нельзя, например, установить железнодорожное расписание. Последнее должно руководствоваться движением паровозов, подчиняющимся определенным законам природы, а вышеуказанное определение времени не имеет никакого отношения к этим законам. Таким образом, целью измерения времени должна быть

---

\*) Цепь имеет свою меру в себе: можно нумеровать ее звенья; для того же, чтобы измерить совершенно однородную нить, надо положить рядом с нею масштаб и отнести к ней его деления.

связь с законами природы и именно такая связь, чтобы она удовлетворяла требованиям науки, в которой законы природы могут быть формулированы наиболее простым образом.

Эта мысль, если присмотреться, лежит в основе древних песочных и водяных часов. Устанавливают, что такой процесс, как прохождение определенного количества песка или воды через отверстие, продолжается всегда одинаковое время; насколько подобное утверждение удовлетворяет цели — должен решить опыт. Но подобные часы останавливаются после прохождения всей массы песка или воды; требуется вмешательство, чтобы опять пустить в ход, и это вмешательство влияет на измерение времени. То же относится к употреблявшимся в средние века часам с гирей, в которых для измерения времени служило замедленное трением воздуха падение гири, а также к простому маятнику, период колебания которого Галилей сделал мерой времени. Открытие Галилеем независимости периода от амплитуды колебаний было большим достижением, хотя в противоположность его воззрению эта независимость является лишь приближенной; она имеет место только в случае малых перемещений.

Решающий шаг для создания часов в современном смысле сделал в 1657 г. Христиан Гюйгенс (1629—1695) — тот самый, который открыл кольцо Сатурна и с которым мы в дальнейшем еще много раз встретимся. Он ввел принцип «обратной связи» \*); последний термин мы заимствуем, правда, из произведенного лишь в 1906 г. исследования Е. Румера \*\*) относительно возбуждения электрических колебаний.

---

\*) Гюйгенс получил патент на маятниковые часы от Генеральных штатов 16 июня 1657 г. Его сочинение «Horologium» появилось в 1658 г.

\*\*) Открытие Румера относилось к искровым передатчикам. В 1913 г. Форест и почти одновременно с ним Мейснер ввели обратную связь для передатчиков, работающих на электронных лампах, имеющих в настоящее время гораздо большее значение.

При любом устройстве часы состоят из трех существенных частей. Во-первых, они имеют источник колебаний, большей частью в виде маятника или спирали; период колебаний дает меру времени. Но колебания неизбежно должны постепенно затухать вследствие сопротивления трения, если не будет подводиться все время новая энергия движения. Поэтому второй существенной составной частью часов является источник энергии, который накапливает энергию либо в виде упругой энергии напряженной пружины, либо в виде потенциальной энергии поднятой гири; в новых конструкциях применяется иногда электрическая батарея. Третьей и главной частью является аппарат, который доставляет эту энергию источнику колебаний; он должен это сделать так, чтобы не нарушать период колебаний, и при этом источник колебаний сам должен определять моменты времени, когда требуется доставка энергии. В этом и заключается сущность обратной связи, которая впервые появилась в часах Гюйгенса как с маятником, так и со спиралью. Но при всех конструкциях необходимо время от времени снова подводить энергию. Однако это вмешательство в принципе не мешает ходу часов. Таким образом, можно сказать, что подобные часы в основном измеряют время непрерывно.

Конечно, техника часов все совершенствовалась. Требования точности, которым сегодня удовлетворяют каждые более или менее хорошие часы, были во времена Гюйгенса недостижимы. Особенно важным было изобретение В. А. Маррисоном в 1929 г. кварцевых часов, усовершенствованных в дальнейшем А. Шайбе и У. Адельсбергером. В этих часах источником колебаний является кварцевый стержень, который совершает около 100 000 колебаний в секунду и вследствие пьезоэлектрических свойств кварца связан обратной связью с электрической батареей. Их ход постоянен с точностью до  $\frac{1}{1000}$  секунды за день.

Чтобы приспособить измерение времени к общественной жизни, до сих пор часы калибруют по отношению к вращению Земли относительно неподвижных звезд. Звездный день заключается между двумя прохождениями одной и той же звезды через меридиан, а средний солнечный день, который мы разделяем на 24 часа (по 60 минут в часе и 60 секунд в минуте), на  $\frac{1}{365}$  длиннее. Истинный солнечный день, измеренный между двумя прохождениями солнца через меридиан, изменяется в течение года; поэтому все солнечные часы показывают отклонения до  $\frac{1}{4}$  часа по сравнению с правильно идущими механическими часами. Физика, основанная на измерении времени механическими часами, объясняет это отклонениями траектории Земли от круга и наклоном плоскости эклиптики \*). Физика, которая хотела бы в основу измерения времени поставить фактический солнечный день, стала бы перед недоуменным вопросом, почему все искусственные часы в своем ходе обнаруживают согласующиеся годовые колебания.

Разумеется, можно рассматривать только как гипотезу положение о том, что период вращения Земли годится для калибровки часов, т. е. что скорость вращения Земли постоянна при измерении времени посредством других хороших часов. Существуют два метода проверки этой гипотезы. Согласующиеся показания хороших кварцевых часов указывают, повидимому, на изменения времени вращения, которые измеряются тысячными долями секунды. Но гораздо вернее будет сравнение с движением Луны и внутренних планет. Время, определенное по вращению Земли, в течение двух последних столетий отличалось на 30 секунд (то в сторону отставания, то в сторону ускорения) от времени, которым пользуются для физического понимания этого движения. Чтобы

\*) Это значит, что земная ось не перпендикулярна к плоскости движения Земли, а наклонена на  $23^\circ$  по отношению к нормали.

соответствовать своей цели, измерение времени должно производиться по «планетным часам» как наиболее точным \*).

---

При всех этих размышлениях мы отвлекались от того, что любые из рассматриваемых часов движутся вместе с Землей вокруг Солнца, а также участвуют в суточном вращении вокруг земной оси. Теория относительности учит, как вычислить требующуюся в связи с этим движением особую поправку; но при современной точности измерений эта поправка может не учитываться.

---

\*) В. Мейерманн, Die Schwankungen unseres Zeitmasses. *Ergebn. d. exakten Naturwissenschaften* 7, 92 (1928).

---

