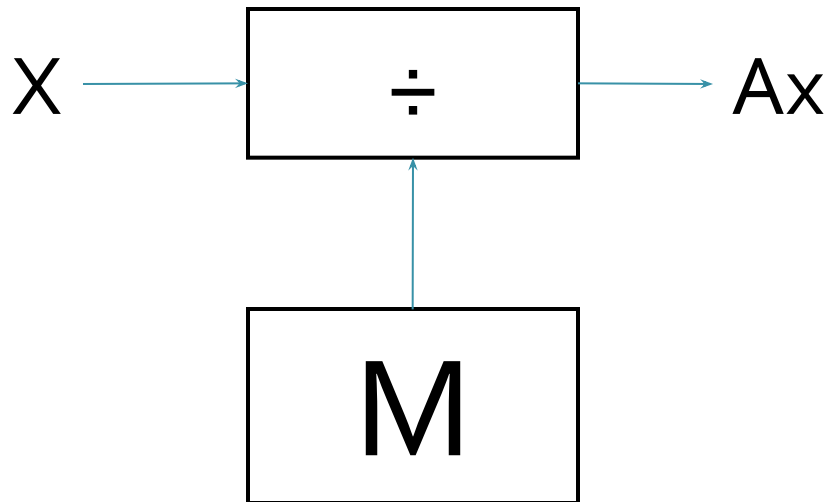




ИЗМЕРЕНИЕ

ИЗМЕРЕНИЕ

Измерение - нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.



$$A_x = \frac{X}{M}$$

A_x – результат измерения;
 X – измеряемая величина;
 M – мера.

МЕРА – средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера с установленной точностью.



Мера массы –

1 килограмм

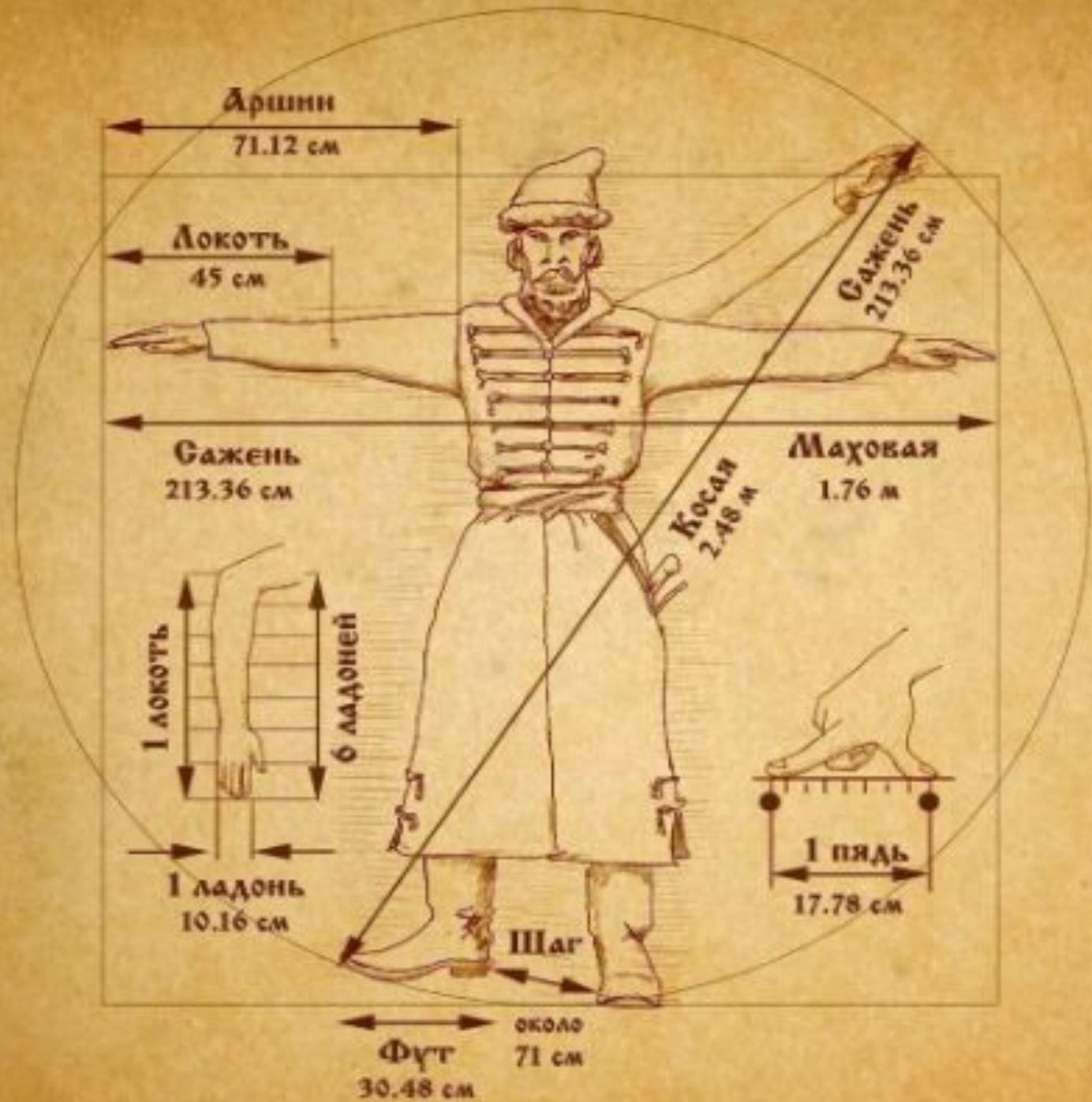


Гирь

1 кг

2 кг

5 кг



Аршин

71.12 см

Локоть

45 см

Сажень

213.36 см

Маховая

1.76 м

Сажень
213.36 см

Косая
2.48 м

1 ЛОКОТЬ

6 ЛАДОНЕЙ

1 ЛАДОНЬ

10.16 см

1 пядь

17.78 см

Шаг

Фут

30.48 см

ОКОЛО

71 см

Меры длины, пришедшие из английского языка

Дюйм = 2,54см

Фут = 30,48см

Ярд = 91,44см



По указу Петра 1 получилось : 1 сажень =
3 аршинам = 12 пядям = 7 футам = 84 дюймам.

Торговые меры весов.

Гран - 0.0648 г

Драхма - 1.77 г

Унция - 28.35 г

Фунт - 453.59 г

Стоун - 6.35 кг

Английская четверть - 12.7 кг

Американская четверть - 11.34 кг


Английский центнер - 50.8 кг

Американский центнер - 45.36 кг

Английская (длинная) тонна - 1016 кг

Американская тонна - 907.18 кг.

Старая русская система мер массы

- Берковец = 10 пудов = 163,8 килограммов
 - Пуд = 16,38 килограммов
 - Фунт = 409,5 граммов
 - Лот = 12,8 граммов
 - Золотник = 4,26 граммов
 - Доля = 0,044 граммов
- 

Метрическая система

мер.

- Метрическая система мер была введена впервые во Франции в **1795 году**.
- В 1867 года в Париже русский академик Б. С. Якоби выступал с докладом о преимуществе метрической системы как экономически самой выгодной вследствие её десятичной основы.
- **Эталоном стал метр, изготовленный из сплава платины (90%) и иридия (10%).**
- **С 1 января 1927** года метрическая система стала единственно допускаемой **в СССР** системой мер.

- Эталоны длины и массы хранятся в Международном бюро мер и весов в Севре. Первый из них — «архивный метр» — на сегодня имеет лишь исторический интерес. Второй — эталон килограмма — сохраняет функцию международного эталона единицы массы в Международной системе единиц (СИ).



Рис. 7. Эталон метра.



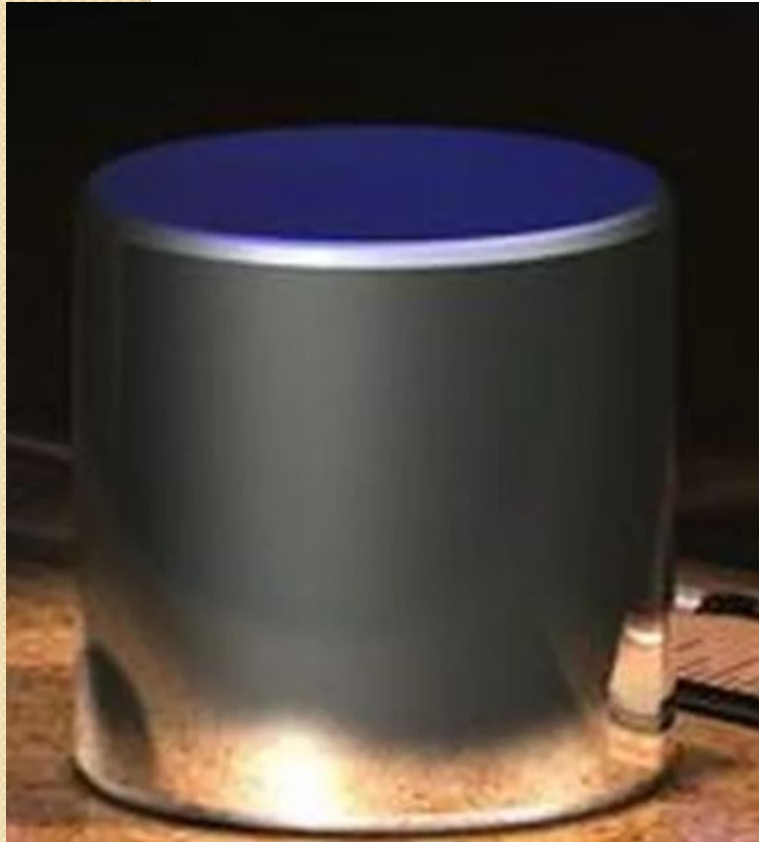
Современные меры длины

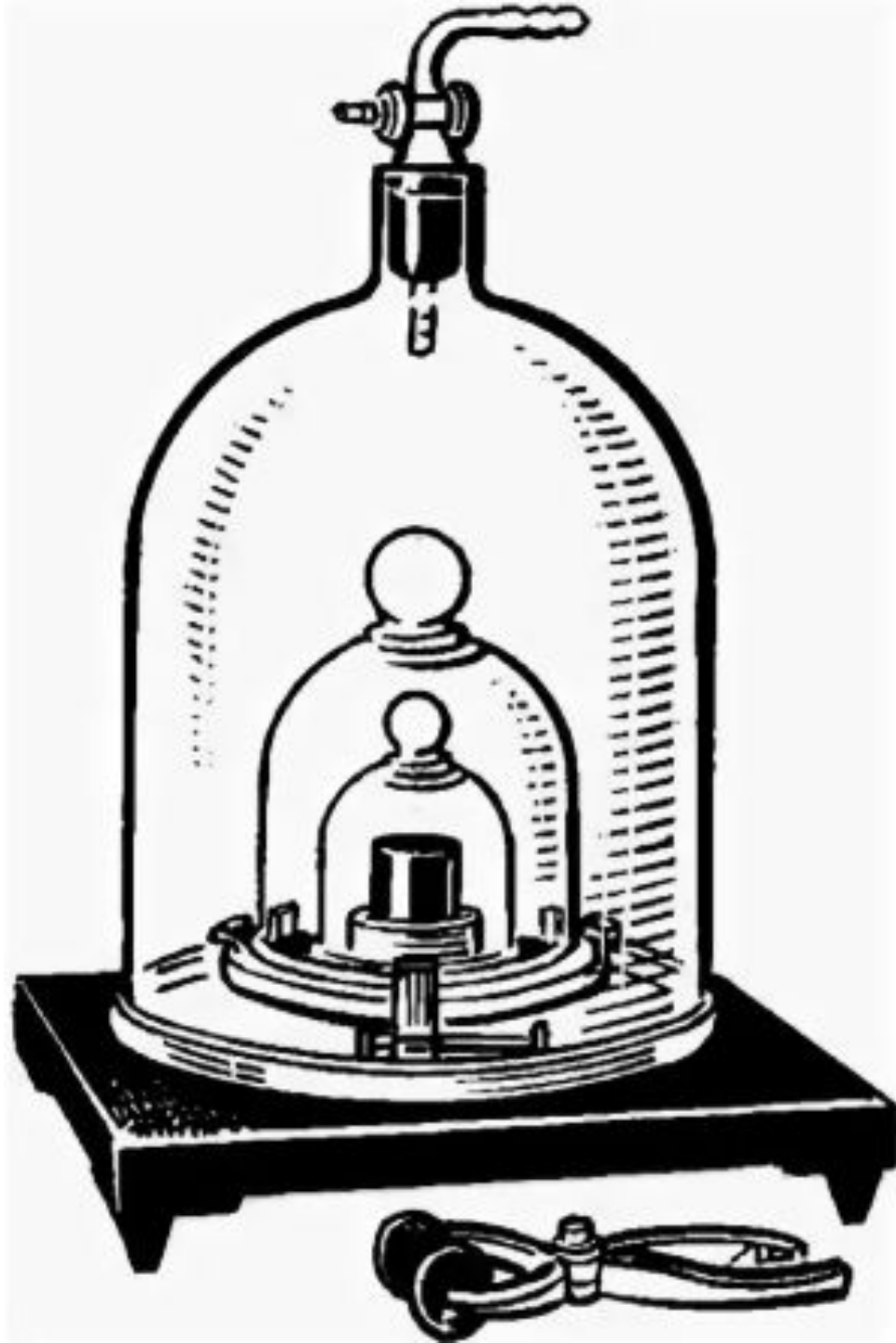
В наше время для измерения длины мы пользуемся мерой, названной метр.

Метр - основная единица метрической системы.

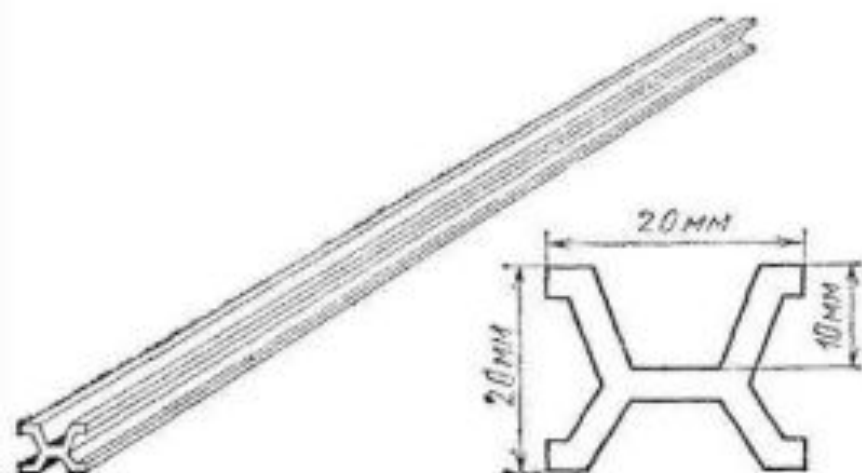
Метрическая система была принята во **Франции**, в конце 18 века. Тогда метр определили как одну десятимиллионную долю участка земного меридиана от Северного полюса до экватора. Метрическая система постепенно вытеснила местные и национальные системы в других странах и в 1875 году была законодательно признана в 17 странах, в том числе и в России.

Международная комиссия по метру в 1872 постановила принять за эталон длины «архивный» метр, хранящийся в **Париже**, «такой, каков он есть». Но постоянно ездить в Париж сверяться с эталонным метром очень неудобно. Поэтому с 1983 года метр равен расстоянию, которое проходит в вакууме свет за $1/299792458$ доли секунды.¹⁶





Эталон метра

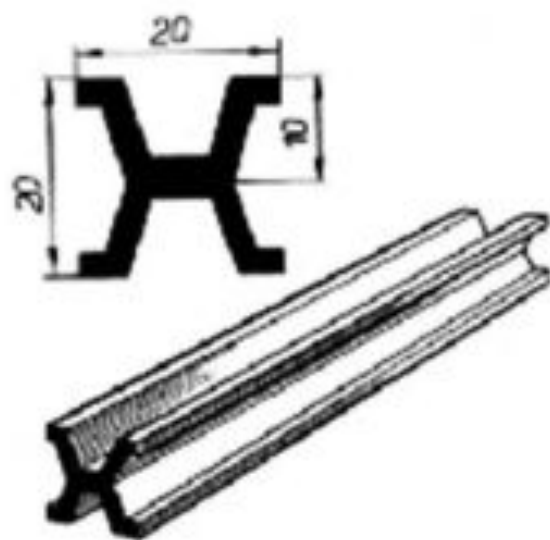


- В 1889 был изготовлен международный эталон метра.
- Изготовлен из сплава 90 % платины и 10 % иридия и имеет поперечное сечение в виде буквы «X».
- Копии переданы на хранение в страны, в которых метр был признан в качестве стандартной единицы длины.

Современное определение метра в ТЕРМИНАХ времени и скорости света было введено в 1983 году:

☐ Метр — это длина пути, проходимого светом в вакууме за $(1 / 299\,792\,458)$ долю секунды.

ЭТАЛОН МЕТРА



Ученые изготовили эталон метра в виде линейки из платины. Правда, все боялись, что этот эталон потеряется, и на всякий случай сделали 31 копию метра и раздали их разным странам. России достались две копии: № 11 и № 28.

Теперь этой метрической системой пользуется большинство стран.

Эталоны времени и длины

- Секунда – $1/86164$ доля земных суток.
- Длина – изначально одна сорокамиллионная парижского меридиана.
- В настоящее время – длина пути, которую свет проходит за $1/2999792458$ сек.



АТОМНЫЕ ЧАСЫ

Атомные часы (квантовые) — прибор для измерения времени, в котором в качестве периодического процесса используются колебания атомов или молекул.



Атомные часы

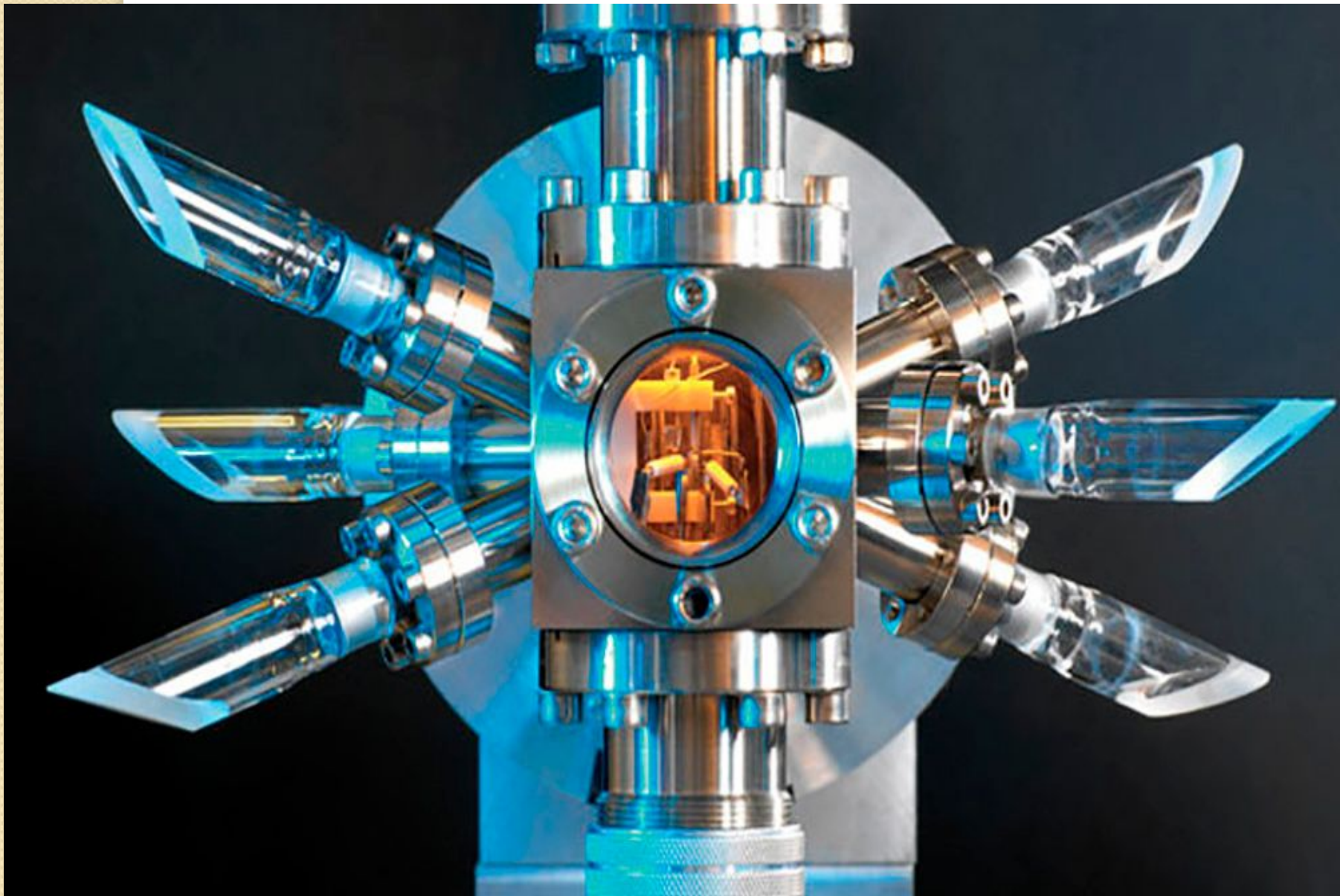
В 1949-м были построены первые атомные часы. В 1967 году было решено перейти на атомный эталон времени.



Современное определение эталона времени



Цезиевые часы



Единство измерений

Под единством измерений понимают такое состояние измерений, при котором их результаты выражаются в узаконенных единицах и погрешности известны с заданной вероятностью.

В этом случае можно сопоставить результаты измерений, выполненных в разное время, в разных местах и с использованием разных измерительных средств.

Для обеспечения ЕИ необходимо:

1. Унифицировать системы физических величин.
(В 1960 г. принята Международная Система физических величин СИ, с 1980 г. она введена в СССР, а теперь в РФ);
2. Создавать и непрерывно совершенствовать эталоны;
3. Разрабатывать ОСИ и методы передачи размеров единиц с требуемой точностью;
4. Разрабатывать и совершенствовать способы выражения показателей точности измерений.

Эталонная база РФ включает:

- образцовые средства измерения высшей точности (150 гос. эталонов);
- 500 вторичных (в основном рабочих);
- 73 физические величины обеспеченные эталонами;

Эталоны хранятся в ВНИИМ (Санкт-Петербург) и в ВНИИФТРИ (Москва).

Классификация измерений

По способу получения числового значения физической величины различают 4 вида:

1. **Прямые** – измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных (измерения тока амперметром, частоты частотомером).

Классификация измерений

2. **Косвенные** – измерения при которых искомое значение физ. Величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемым прямым измерениям.

$$U=I*R, \quad P=U*I$$

Косвенные измерения сложнее прямых, но они часто используются, если оказываются точнее или если прямые измерения невозможны.

3. **Совокупные** - производимые одновременно измерения двух или нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин находят решением системы уравнений.

$$R(t) = R_0(1 + \alpha t),$$

$R(t)$ – сопротивление при температуре t ;
 R_0 – значение R при $t = 0$;
 α – температурный коэффициент.

R_0 и α - ?

Измеряют два значения R :
 $R = R_1$ при $t = t_1$ и $R = R_2$ при $t = t_2$.

$$\begin{cases} R(t_1) = R_0(1 + \alpha t_1) \\ R(t_2) = R_0(1 + \alpha t_2) \end{cases}$$

Решение системы двух уравнений даёт искомые значения R_0 и α .

4. **Совместные**- производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними.

Например, построение ВАХ полупроводникового прибора.

Методы измерений

1. *Метод непосредственной оценки*, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора, заранее проградуированного в значениях измеряемой величины (измерение давления манометром, силы электрического тока амперметром. Погрешность 5-10 %)

Этот метод имеет несколько разновидностей:

2а. Нулевой метод – метод сравнения измеряемой величины с мерой, при котором результирующий эффект воздействия доводится до нуля.

При достижении равновесия наблюдается исчезновение некоторого явления (например, тока в электрической цепи)

$$X=M$$

2. Метод сравнения с мерой, где

измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой (измерение массы на весах с уравновешиванием гирей).



Погрешности измерений

Для описания степени достоверности результата измерений используются понятия точность и погрешность измерений.

Термин "**точность измерений**", определяет степень приближения результатов измерения к истинному значению измеряемой величины, и используется для качественного сравнения измерительных операций.

Для количественной оценки используется понятие "погрешность измерения".

Погрешность измерения – это отклонение результата измерения x от истинного (действительного) $x_{\text{и}}$ ($x_{\text{д}}$) значения измеряемой величины.

Чем меньше погрешность, тем выше точность.

Оценка погрешности измерений является одним из важных мероприятий по обеспечению единства измерений.

Классификация погрешностей.

По форме числового выражения: абсолютная, относительная, приведенная.

– *Абсолютная* погрешность определяется как разность между результатом измерения и истинным или действительным значением измеряемой величины выраженная в единицах измеряемой величины:

$$\Delta_{\text{И}} = |A_x - x| \quad \text{или} \quad \Delta_{\text{Д}} = |A_x - x|$$

Имеет размерность измеряемой величины.

– *Относительная* погрешность –

определяется как отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному) значению измеряемой величины:

$$\delta = \frac{\Delta}{x_{И}} 100\% \approx \frac{\Delta}{x_{Д}} 100\%$$

– *Приведенная* погрешность –
определяется как отношение абсолютной
погрешности измерения к нормированному
значению измеряемой величины

$$\gamma = \frac{\Delta}{x_N} 100\%$$

где x_N — нормированное значение величины. В
качестве нормированного значения может
выступать максимальное значение измеряемой
величины.

По характеру или закономерности проявления: систематические, случайные, грубые погрешности.

– *Систематическая погрешность* - составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же величины.

СЛУЧАЙНЫЕ ПОГРЕШНОСТИ

Случайная погрешность ($\Delta_{сл}$) – составляющая

погрешности измерения, которая изменяется случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Значение и знак случайной погрешности заранее

неизвестны, они не подвергаются непосредственному учету вследствие хаотичности их возникновения из-за множества случайных факторов.

Грубые погрешности (промахи)

Погрешность называется грубой, если полученный отдельный результат измерения сильно отличается от других результатов или от ожидаемого.

Такой результат называется промахом.

Эту погрешность тоже можно отнести к случайным, но если установлено, что результат является промахом, то его отбрасывают.

Возникает в следствие кратковременного сбоя в работе оборудования, изменения условий, ошибки оператора и др.

