

Дисциплина

Основы метрологии, стандартизации, сертификации и управление качеством

- *«Метрология – главное поле битвы будущего»*
- *«Без единых стандартов невозможен порядок. Без точных измерений невозможен прогресс».*
- *«Сами по себе вещи не бывают ни хорошими, ни плохими, а только в нашей оценке».*
- *«Измерения являются инструментом познания объектов и явлений окружающего мира».*

Где здесь говорить про метрологию, стандартизацию и сертификацию?

Дисциплина «Метрология, стандартизация, сертификация и контроль качества»

Доцент кафедры Комплексная безопасность в строительстве (КБС) –

Черкина Вера Михайловна

Кафедра КБС - аудитория 207, учебно-лабораторный корпус (УЛК)

Метрология	лекции №№ 1-4
Стандартизация	лекции №№ 5,6
Система менеджмента качества (СМК)	лекция № 7
Сертификация	лекция № 8

Литература, которая рекомендуется по данной дисциплине.

1. И.Ф. Шишкин «Метрология, стандартизация и управление качеством» М.: Изд-во стандартов 1990.-342с.
2. А.А. Гончаров «Метрология, стандартизация и сертификация» М.: Академия 2014. -240с.
3. Периодическая научная литература

(научные журналы: управление качеством, мир измерений, законодательная и прикладная метрология, главный метролог, национальные стандарты, стандарты и качество и др.)



Метрология, Стандартизация и Сертификация

Триада качества



Жизненный цикл продукции



Метрология (от греч. «metron» — мера, «logos» — учение) — **наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.**

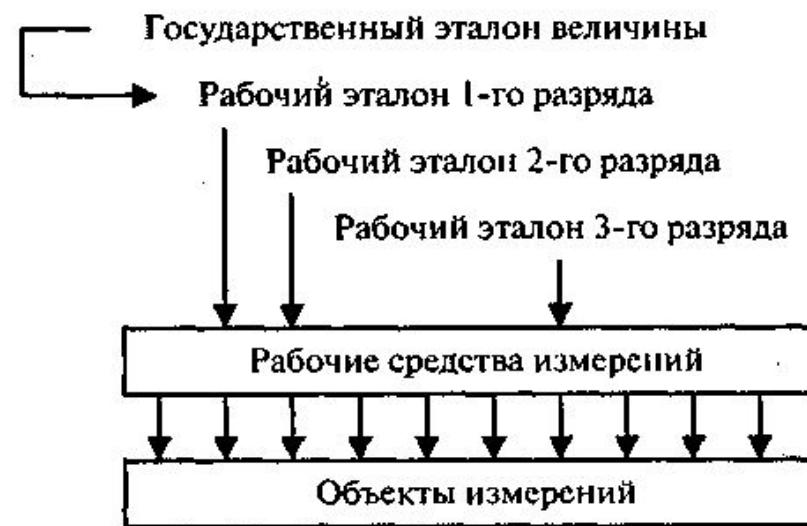


Рис. 3. Система размера единицы величины

Метрология - наука, которая занимается...

- а) установлением единиц измерений различных физических величин
- б) воспроизведением эталонов;
- в) разработкой методов измерений физических величин;
- г) анализом точности измерений, исследованием и устранением причин, вызывающих погрешности в измерениях.

МЕТРОЛОГИЯ





Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

- Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (далее - Закон) вступил в силу: 28 декабря 2008 года;
- В Законе, в целом, обеспечена преемственность с Законом Российской Федерации от 27 апреля 1993 г. № 4871-1 «Об обеспечении единства измерений». Вместе с тем, в новом Законе предусмотрен ряд законодательных новаций, в частности:
 - в основу сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений положены измерения. Государственное регулирование распространяется на измерения, к которым законодательством Российской Федерации установлены обязательные требования в целях защиты прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
 - устранено избыточное государственное регулирование за счет упразднения лицензирования деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по изготовлению и ремонту средств измерений, а также введения принципа недопустимости проведения проверки соблюдения одних и тех же требований у одного субъекта проверки двумя и более государственными органами надзора;
 - установлен перечень работ и услуг в области обеспечения единства измерений, для выполнения которых требуется аккредитация;
 - расширена возможность участия компетентных предприятий, в том числе малого и среднего бизнеса, в оказании таких услуг в области обеспечения единства измерений, как аттестация методик измерений, проведение испытаний средств измерений и исследований стандартных образцов в целях утверждения их типа, метрологическая экспертиза;
 - добавлены нормы, позволяющие развивать и совершенствовать эталонную базу Российской Федерации;
 - законодательно закреплена гарантия обеспечения всех заинтересованных лиц информацией в области обеспечения единства измерений.

Правильность результата измерения Q обеспечивается совпадением среднего значения измерений X со значением измеряемой величины:

$$Q = X + \Theta, \text{ где}$$

Q – значение измеряемой величины;

X – показание средства измерения;

Θ – поправка.

Величина X характеризует правильность показаний, поправка Θ – точность измерений.

ЗАДАЧИ МЕТРОЛОГИИ

а) Метрология – наука, которая занимается установлением единиц измерений физических величин (ФВ).

Физическая величина — это количественная характеристика объекта или явления в физике, либо результат измерения.

Например.

Напряжение, ток, емкость, длина, масса, температура и др., т. е. то, что можно измерить.

Род физической величины — качественная определенность физической величины. Например.

Длина и диаметр детали — однородные величины;

Длина и масса детали — неоднородные величины.

Длина детали — измеряется в метрах,
масса детали — измеряется в килограммах (в системе СИ)



Международной системе (СИ)

Физическая величина		Единица		
Наименование	условное обозначение	Наименование	обозначение	
			международное	русское
длина	<i>l</i>	метр	m	м
масса	m	килограмм	kg	кг
время	t(T)	секунда	s	с
сила электрического тока	I	ампер	A	А
термодинамическая температура	Q	кельвин	K	К
количество вещества	N	моль	mol	моль
сила света	I	кандела	cd	кд

которые производные единицы физических величин

Физическая величина	Единица измерения	Символ	Выражение через основные единицы
частота	герц	Гц	s^{-1}
сила	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
давление	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
энергия	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
мощность	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
электрический заряд	кулон	Кл	$s \cdot A$
Разность потенциалов	вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$

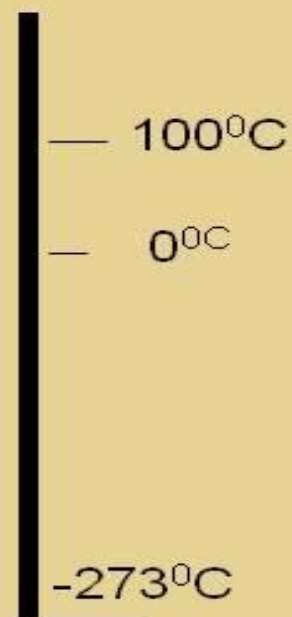
Физические величины

- Объем.
- Масса.
- Плотность.
- Сила.
- Скорость.
- Длина.
- Газ.
- Давление.
- Мощность.
- Что лишнее?

Шкала
Кельвина

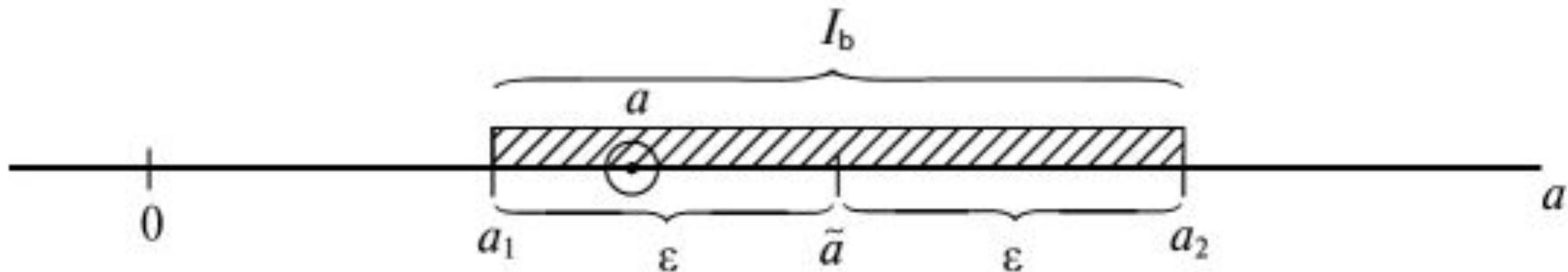


Шкала
Цельсия



Единицы измерения
длины

№№ п/п	Значение единицы длины	Наименование единицы длины
1	100 см	миля
2	1, 6093 км	световой год
3	30,48 см	парсек
4	2, 54 см	фут
5	3, 26 световых года	юнит- единица измерения высоты оборудования, размещаемого в телекоммуникационном шкафу (единица измерения вертикального размера оборудования в стандартных стойках серверного и коммуникационного оборудования)
6	$9,5 \times 10^{15}$ метров (петаметров)	метр
7	4,445см / 1,75 дюйма	дюйм



Доверительный интервал

- Доверительный интервал - это допустимое отклонение наблюдаемых значений от истинных. Размер этого допущения определяется исследователем с учетом требований к точности информации. Если увеличивается допустимая ошибка, размер выборки уменьшается, даже если уровень доверительной вероятности останется равным 95%.
- Доверительный интервал показывает, в каком диапазоне расположатся результаты выборочных наблюдений

Измерения выполняются в разных странах, в разное время, используются различные приборы. Все эти результаты измерений должны быть сопоставимы, т.е. выполнены с заданной точностью, в узаконенных единицах ФВ, с заданной вероятностью.

Единство измерений - состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах ФВ и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

$$L = 250 \pm 3 \text{ мм} \quad (p=0,95)$$

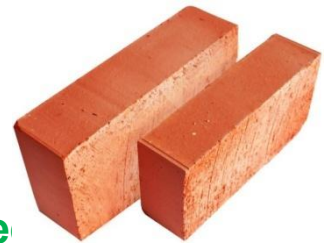
Обеспечение единства измерений осуществляется:

1. на государственном уровне (НПО «ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений» -ВНИИФТРИ),

2. на уровне федеральных органов исполнительной власти

(Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний Московской области (ФБУ "ЦСМ Московской области"), СЕРГИЕВО-ПОСАДСКИЙ ФИЛИАЛ ФГУ «МЕНДЕЛЕЕВСКИЙ ЦСМ»),

3. на уровне юридических лиц (лабораторий, испытат. центров, предприятий - научно-исследовательский и испытательный центр «МГСУ СТРОЙ-ТЕСТ»)



Центры стандартизации, метрологии и сертификации (около 100)

Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Московской области (**ФБУ "ЦСМ Московской области"**)



Три задачи метрологии

Первая задача - воспроизведение эталонов физических величин (ФВ)



Эталон — это высокоточная мера, предназначенная для воспроизведения и хранения единицы физической величины для передачи ее размера другим средствам измерения. От эталона единица физической величины передается разрядным эталонам, а от них к рабочим средствам измерения.

. Например . Эталон массы хранится в [Международном бюро мер и весов](#) Например . Эталон массы хранится в Международном бюро мер и весов в [Севре](#). 1 килограмм воспроизведен в виде платиноиридиевой гири, хранимой в Международном бюро мер и весов в качестве международного эталона килограмма. Розданные другим странам эталоны имеют номинальное значение 1 кг. На основании последних международных сличений (1979) платиноиридиевая гиря, входящая в состав Государственного эталона РФ, имеет массу 1,000000087 кг. (87сто миллионных)

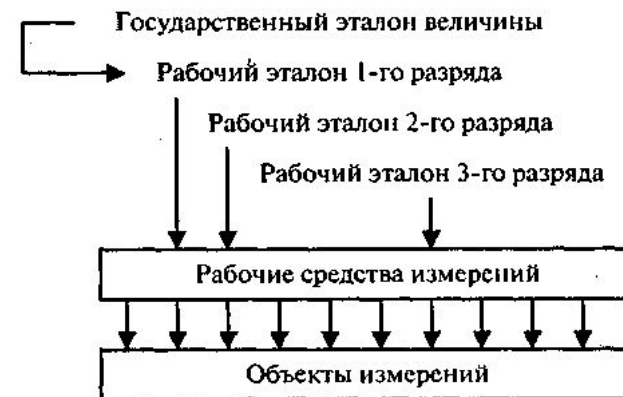


Рис. 3. Система размера единицы величины

Эталоны и стандартные образцы

Эталон — это высокоточная мера, предназначенная для воспроизведения и хранения единицы физической величины для передачи ее размера другим средствам измерения. От эталона единица физической величины передается разрядным эталонам, а от них к рабочим средствам измерения.



26-я Генеральная конференция по мерам и весам одобрила отказ от материального международного эталона килограмма.

1. С 20 мая 2019 года килограммом считается не весом эталонного цилиндра, а *определяется через постоянную Планка, фундаментальную константу.*

Величина килограмма устанавливается фиксацией численного значения постоянной Планка h в единицах $\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot\text{с}^{-1}$

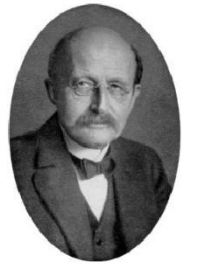
2. Теперь килограмм будет определяться *количеством энергии, необходимой для того, чтобы сдвинуть с места объект весом в килограмм.*

3. Новый эталон массы можно реализовать с помощью весов Киббла.

М. Планк, 1900 г.

$$E = h\nu$$

- ν - частота излучения
- h - постоянная Планка
- $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Дж}\cdot\text{с}$



Весы Киббла — прибор для установления соотношения между массой — прибор для установления соотношения между массой и электрической МОЩНОСТЬЮ

В XXI веке используются для определения нового эталона килограмма В XXI веке используются для определения нового эталона килограмма, основанного исключительно на природных величинах (постоянная Планка). Названы в честь изобретателя Киббла

Эталоном является груз, который уравнивает силу отталкивания постоянного магнитом и катушкой, по которой пропускают ток.

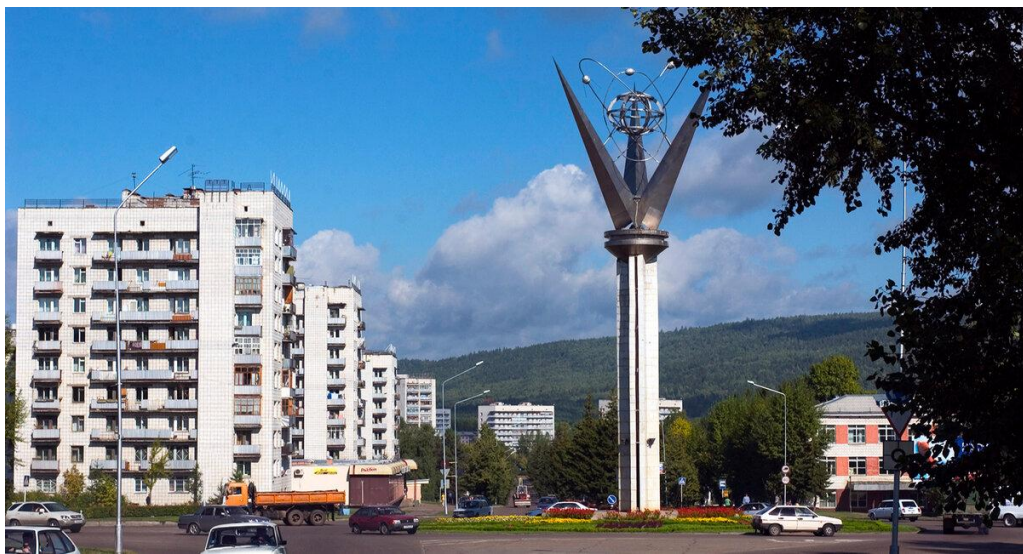
Томас Вальтер Баннерман Киббл

([1932](#) — 2016) — [британский](#) физик-теоретик, член [Лондонского общества.](#)



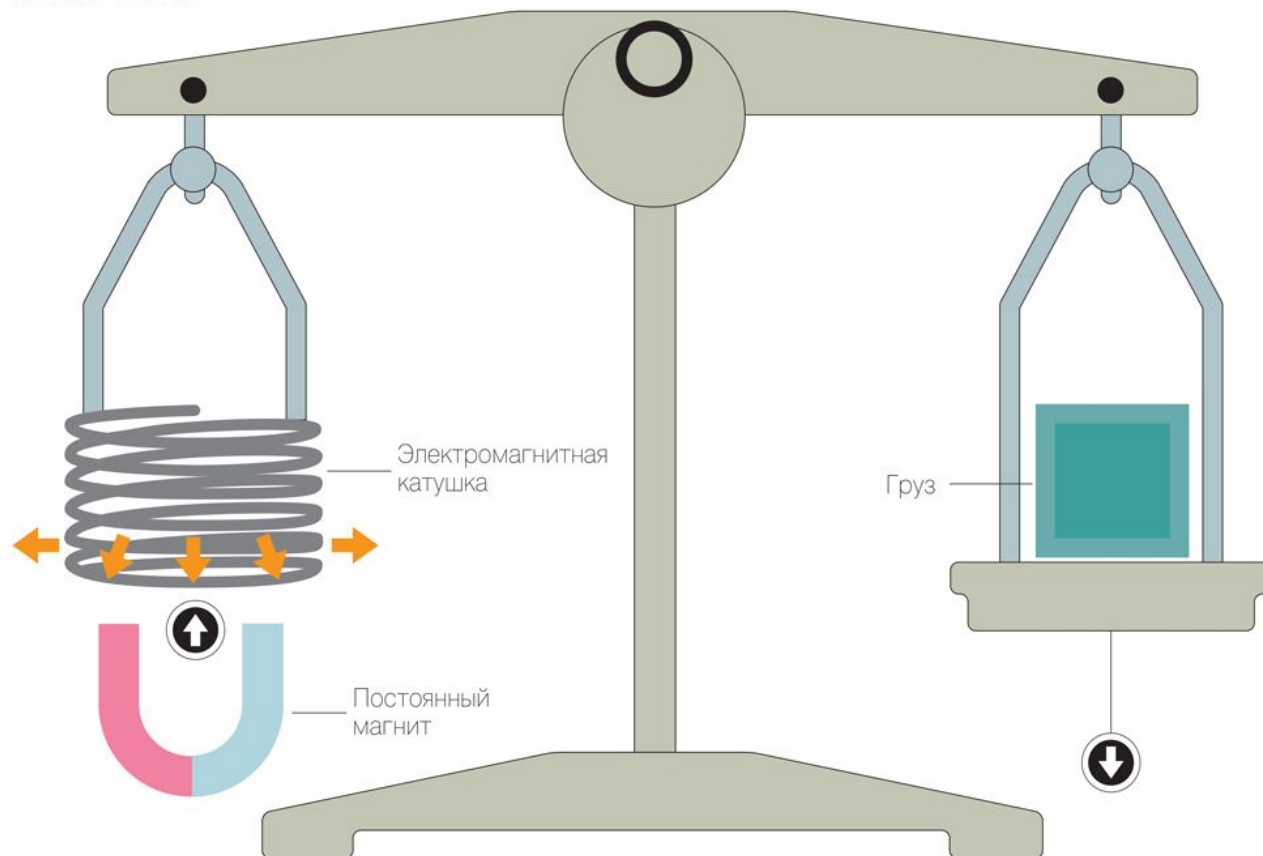
Зеленогорск
(Красноярский край) не без оснований считает себя мировыми лидерами в производстве стабильных изотопов. Созданная газоцентрифужная технология не имеет аналогов и уже много десятилетий обеспечивает России бесспорное преимущество

Росатом в четвертом квартале 2018 года поставил в Германию изотоп кремния-28 (^{28}Si) для международного научного проекта "Килограмм-3" по созданию эталона массы нового поколения

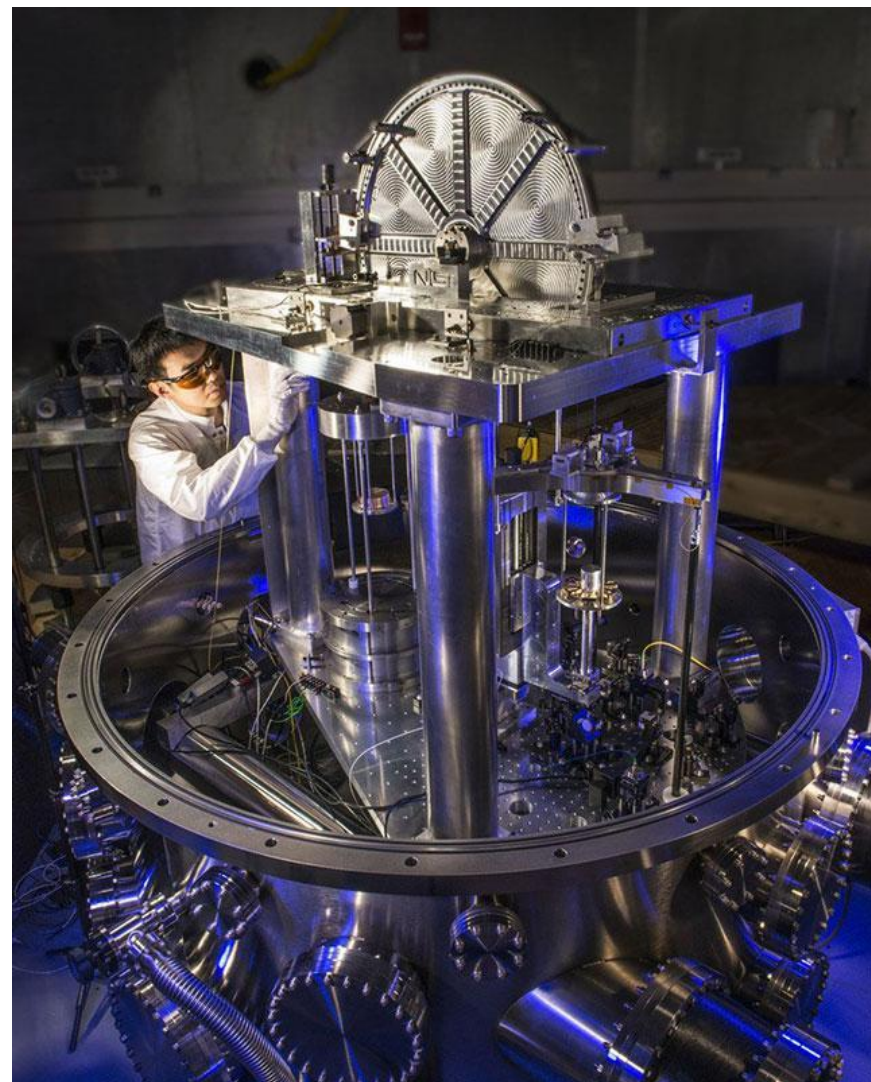


КАК РАБОТАЮТ ВЕСЫ КИББЛА

ТОК СОЗДАЕТ СИЛУ (МАГНИТНОГО ПОЛЯ), КОТОРАЯ УРАВНОВЕШИВАЕТ ГРУЗ НА ДРУГОЙ ЧАШКЕ ВЕСОВ КИББЛА



Эталоном является груз, который уравнивает силу отталкивания между постоянным магнитом и катушкой, по которой пропускают ток.



Система (совокупность) государственных эталонов единиц и шкал физических величин – это эталонная база страны(166 единиц ФВ).

Перечень государственных первичных эталонов
единиц величин
(по состоянию на 01.07.2015 г.)

№ п.п.	Номер по реестру	Наименование государственного первичного эталона	Институт-хранитель государственного первичного эталона	Поверочная схема
1	ГЭТ 1-2012	Государственный первичный эталон единиц времени, частоты и национальной шкалы времени	ФГУП "ВНИИФТРИ"	ГОСТ 8.129-2013 <u>МИ 2060-90</u>
2	ГЭТ 2-2010	Государственный первичный эталон единицы длины - метра	ФГУП "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева"	<u>ГОСТ Р 8.763-2011</u> <u>МИ 2060-90</u>

ВНИИМС - институт
осуществляет
исследования и разработки
по правовым и
методическим проблемам
обеспечения единства
измерений и деятельности
метрологической службы
России, выполняет функции
информационного центра
Госстандарта России в
области метрологии,
участвует в международном
сотрудничестве в области
законодательной
метрологии.



НПО «ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений
(ВНИИИФТРИ, Московская область, Солнечногорский район, г.п. Менделеево)



Вторая задача

Разработка методов измерений физических величин

Методы измерения (МИ) – способ получения результата измерений **путем использования принципов и средств измерений.**

Например. Измерение давления жидкости в трубопроводе с использованием диафрагм

Диафрагма (от [греч.](#) διάφραγμα — перегородка) — суживающее устройство потока газа или жидкости в трубопроводе, используемое как датчик для измерения [объёмного расхода](#).
Представляет собой пластинчатую перегородку с отверстием внутри трубы с жидкостью или газом.

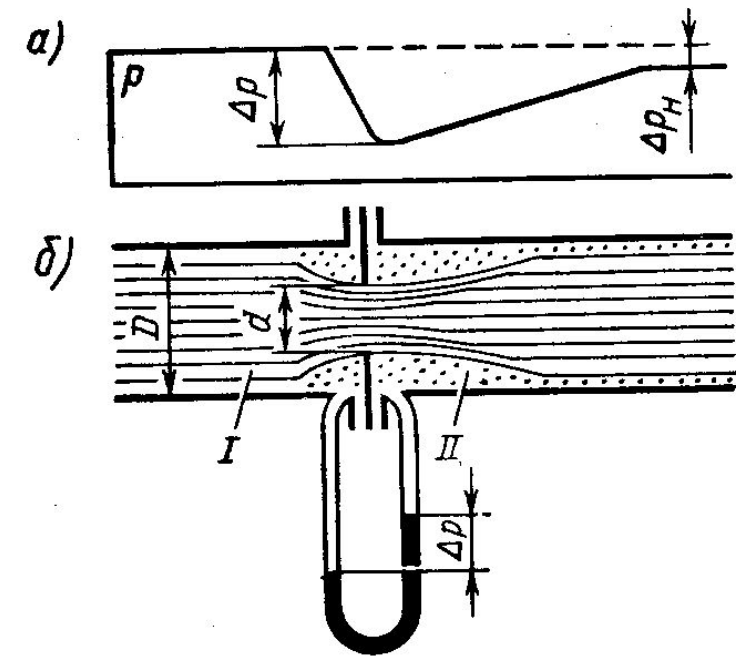


Рис. 9. Схема прохождения потока через диафрагму



ГОСТ Р 8.740-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Расход и количество газа.

Методика измерений с помощью турбинных, ротационных и вихревых расходомеров и счетчиков



Третья задача.

Анализ точности измерений. Исследование и устранением причин, вызывающим погрешности измерений.

Повышение точности измерений осуществляется следующими методами:

- Замена средства измерений на более точное;
- *Ограничение условий применения средств измерений;*
- Автоматизация измерительных процедур;
- Использование информационной избыточности;
- Разработка или совершенствование методик выполнения измерений и др.

Метрология занимается обеспечением единства и точности измерений физических величин. Все измерительные приборы должны быть поверены и иметь метрологический сертификат **об утверждении типа средства измерений.**



Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

• Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (далее - Закон) вступил в силу: 28 декабря 2008 года;

• В Законе, в целом, обеспечена преемственность с Законом Российской Федерации от 27 апреля 1993 г. № 4871-1 «Об обеспечении единства измерений». Вместе с тем, в новом Законе предусмотрены ряд законодательных новаций, в частности:

• в основу сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений положены измерения. Государственное регулирование распространяется на измерения, к которым законодательством Российской Федерации установлены обязательные требования в целях защиты прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

• устранено избыточное государственное регулирование за счет упразднения лицензирования деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по изготовлению и ремонту средств измерений, а также введения принципа недопустимости проведения проверки соблюдения одних и тех же требований у одного субъекта проверки двумя и более государственными органами надзора;

• установлен перечень работ и услуг в области обеспечения единства измерений, для выполнения которых требуется аккредитация;

• расширена возможность участия компетентных предприятий, в том числе малого и среднего бизнеса, в оказании таких услуг в области обеспечения единства измерений, как аттестация методик измерений, проведение испытаний средств измерений и исследований стандартных образцов в целях утверждения их типа, метрологическая экспертиза;

• добавлены нормы, позволяющие развивать и совершенствовать эталонную базу Российской Федерации;

• законодательно закреплена гарантия обеспечения всех заинтересованных лиц информацией в области обеспечения единства измерений.

Государственный
Комитет Российской Федерации
по стандартизации и метрологии
(ГОССТАНДАРТ РОССИИ)

СЕРТИФИКАТ

об утверждении типа средств измерений
PATTERN APPROVAL CERTIFICATE
OF MEASURING INSTRUMENTS
RU.C.37.010.A №18380.....

Действителен до
"01." августа 2009 г.

Настоящий сертификат удостоверяет, что на основании положительных результатов испытаний утвержден тип шумомеров интегрирующих - виброметров

ШИ-01В _____
наименование средства измерений

ООО "НТМ-Защита", г. Москва _____
наименование предприятия-изготовителя

который зарегистрирован в Государственном реестре средств измерений под
№ 27517-04 и допущен к применению в Российской Федерации.

Описание типа средства измерения приведено в приложении к настоящему сертификату.

Заместитель Председателя
Госстандарта России _____
В.Н.Крутков
04.07 2009 г.
Продлен до _____ 200 г.
"....." 200 г.
"....." 200 г.

Заместитель Председателя
Госстандарта России _____

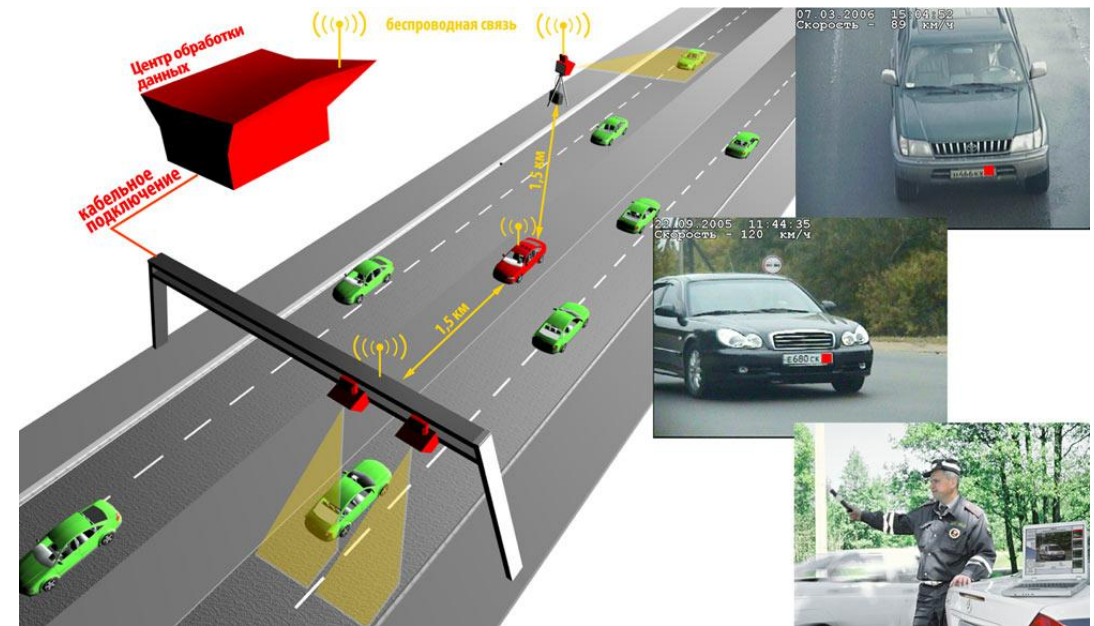
180390

Лазерный скоростемер ЛИСД-2Ф предназначен для измерения скорости движения транспортных средств.

При проверке водитель **вправе потребовать:**

Сертификат соответствия или **документ, в котором указан:**

- *номер прибора (скоростемер),*
- *дата метрологической поверки,*
- *номер сертификата.*



Какая из перечисленных единиц физических величин **не является** основной в международной системе единиц

- метр;
- секунда;
- кельвин;
- лошадиная сила;
- моль;
- кандела

По способу выражения результатов измерений различают – отметьте неправильный ответ:

абсолютные;

относительные;

расчетные.

Обязательные требования к единицам величин, выполнению работ и/или оказанию услуг по обеспечению единства измерений устанавливаются ...

1) Правительством Российской Федерации

2) научными метрологическими институтами

3) президентом Российской Федерации

4) законодательством РФ об обеспечении единства измерений

Говоря **о качестве в строительной сфере**, мы подразумеваем качественный конечный результат, который получается на основе правильно организованных технологических процессов всех стадий строительного производства.

Будь то производство строительных материалов или конструкций, будь то монтажные, отделочные и другие строительные работы.

Принятию эффективного решения при возникновении проблем способствует системный подход.

Системный подход-это учет данных 3-х типов: статистических, технологических и экономических.

Статистический учет –

Это система сбора и обобщения информации о массовых (общественных) явлениях, фактах или процессах с целью управления и контроля ними



Статистический контроль- выборочный контроль продукции. Статистическое исследование может осуществляться по данным **несплошного наблюдения**, основная цель которого состоит в получении характеристик изучаемой совокупности по обследованной ее части. Одним из наиболее распространенных в статистике методов, применяющих несплошное наблюдение, является **выборочный метод**



Под выборочным понимается метод статистического исследования, при котором обобщающие показатели изучаемой совокупности устанавливаются **по некоторой ее части** на основе положений случайного отбора.

Случайный отбор - метод образования выборки из генеральной совокупности, при котором для каждого элемента генеральной совокупности **существует предполагаемая вероятность** попасть в выборку.



Численность населения	Объем выборки
1.000	278
2.000	322
3.000	341
5.000	355
10.000	370
50.000	381
100.000	383
500.000	383
до бесконечности	384

Правила и процедуры математической статистики опираются на теорию вероятностей, позволяющую оценить точность и надёжность выводов, получаемых в каждой задаче на основании имеющегося статистического материала

Теория вероятностей — математическая наука, позволяющая по вероятностям одних случайных событий находить вероятности других случайных событий, связанных каким-либо образом между собой.



Правила и процедуры математической статистики опираются на теорию вероятностей, позволяющую оценить точность и надёжность выводов, получаемых в каждой задаче на основании имеющегося статистического материала.

Основой математической статистики является закон больших чисел.



Закон больших чисел

Массовый характер общественных законов и своеобразие их действий предопределяет необходимость исследования совокупных данных.

Закон больших чисел порожден особыми свойствами массовых явлений.


Массовые явления в силу своей индивидуальности, с одной стороны, отличаются друг от друга, а с другой – имеют нечто общее, обусловленное их принадлежностью к определенному классу, виду.

Причем единичные явления в большей степени подвержены воздействию случайных факторов, нежели их совокупность.

Закон больших чисел (неравенство Чебышёва) в теории вероятностей утверждает, что **эмпирическое среднее (среднее арифметическое)** достаточно большой конечной выборки из фиксированного распределения близко к **теоретическому среднему (математическому ожиданию)** этого распределения.

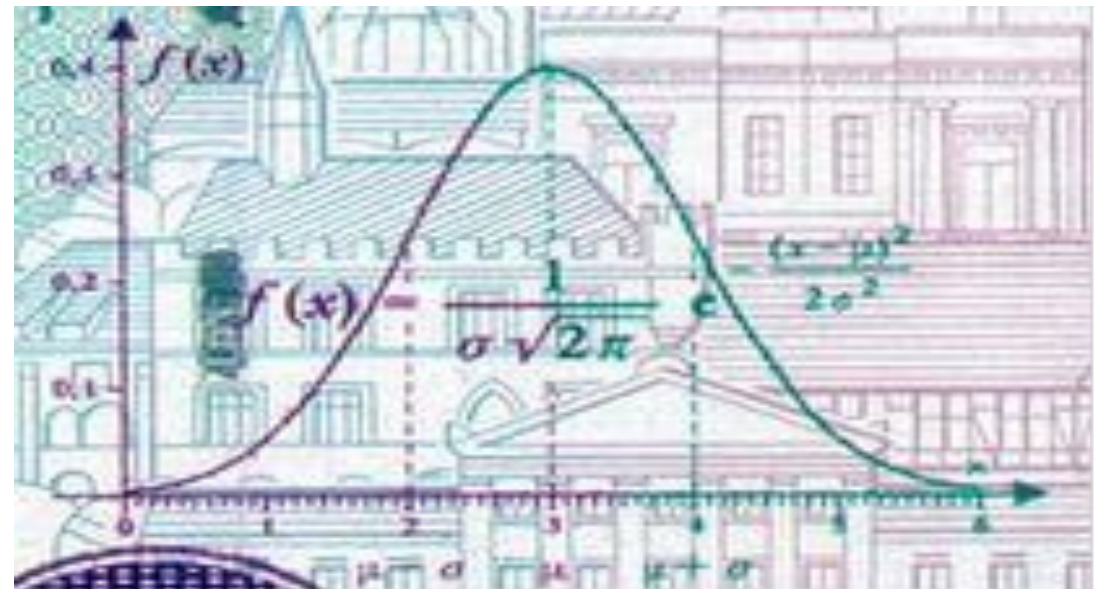
П.Л.Чебышев

Работал в области
Теории чисел, многочленов,
теории вероятности.
Вывел закон
больших чисел.



П. Л. Чебышев

15



Закон больших чисел

Можно считать достоверным тот факт, что при большом числе испытаний относительная частота события $W(A)$ практически не отличается от его вероятности $P(A)$, т.е.



$P(A) \approx W(A)$
при большом числе испытаний.

Закон больших чисел

- **1) по мере увеличения числа наблюдений результаты исследования, полученные на выборочной совокупности, стремятся воспроизвести данные генеральной совокупности**
- **2) при достижении определенного числа наблюдений результаты исследования будут максимально приближаться к данным генеральной совокупности**

Общий смысл закона больших чисел — совместное действие большого числа одинаковых и независимых случайных факторов приводит к результату, в пределе не зависящему от случая

Закон больших чисел состоит в том, что эмпирические средние сходятся к теоретическим

5. ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ. НОРМАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

ЗАКОН БОЛЬШИХ ЧИСЕЛ. НОРМАЛЬНЫЙ ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Пусть X_1, \dots, X_n — независимые случайные величины, $M(X_1), \dots, M(X_n)$ их математические ожидания. Тогда при достаточно больших n верно приближенное равенство:

$$\frac{1}{n} \cdot (X_1 + \dots + X_n) \approx \frac{1}{n} \cdot (M(X_1) + \dots + M(X_n))$$

Пример: Распределение по размеру обуви X из 1500 мужчин:

X	40	41	42	43	44	45	46
P	$\frac{43}{1500}$	$\frac{142}{1500}$	$\frac{215}{1500}$	$\frac{557}{1500}$	$\frac{243}{1500}$	$\frac{180}{1500}$	$\frac{120}{1500}$

При увеличении объема выборки предельным положением ломаных являются так называемые кривые нормального распределения. Эти кривые выглядят следующим образом: они симметричны относительно прямой $X = \bar{X}$ (\bar{X} — среднее)

СПЕЦИАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ

Неравенство Чебышёва позволяет доказать замечательный результат, лежащий в основе математической статистики — закон больш́их чисел.

Из него вытекает,

что выборочные (практические) характеристики при возрастании числа опытов приближаются к теоретическим, а это даёт возможность оценивать параметры вероятностных моделей по опытным данным.

Вывод: Без закона больш́их чисел не было бы большей части прикладной математической статистики.

Неравенство Чебышева

$$P(|X - M(X)| \geq \varepsilon) \leq \frac{D(X)}{\varepsilon^2}$$

Закон больш́их чисел Чебышева

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\bar{X} - M(\bar{X})| < \varepsilon) = 1$$

Выборочное наблюдение – одно из наиболее современных видов статистического наблюдения. Выборочное наблюдение – это такое наблюдение, при котором обследованию **подвергается часть единиц изучаемой совокупности**, отобранных на основе научно разработанных принципов, обеспечивающих получение достаточного количества достоверных данных, для того чтобы охарактеризовать всю совокупность в целом.

(Закон больших чисел: выборочные характеристики при возрастании числа опытов приближаются к теоретическим, а это даёт возможность оценивать параметры вероятностных моделей по опытным данным).



Генеральная совокупность, генеральная выборка (от лат. generis — общий, родовой) (в англ. терминологии — population) — совокупность всех объектов (единиц), относительно которых учёный намерен делать выводы при изучении конкретной проблемы.

Генеральная совокупность состоит из всех объектов, которые имеют качества, свойства, интересующие исследователя.

Например.

Генеральная совокупность —

- это все железобетонные изделия завода,
- это все взрослое население определённого региона



Выборка — это набор наблюдаемых значений или множество объектов, отобранные из изучаемой совокупности.

Например, единицы продукции, отобранные из контролируемой партии или потока продукции для контроля и принятия решений. Наблюдаемые значения обозначим

где n — объём выборки, то есть число наблюдаемых значений, составляющих выборку.. Выборка должна быть репрезентативной.

x_1, x_2, \dots, x_n



Стратегии формирования выборки



1. Рандомизированная выборка – случайная выборка, основанная на стратометрическом подходе

Страты – группы, объединенные по неким общим социальным признакам (социальным, профессиональным или иным)

1. Рандомизация

Рандомизация – это процесс случайного распределения пациентов в экспериментальную или контрольную группу.

Цель рандомизации – **создание одинаковых сравнимых групп.**

Рандомизация – способ избежать **систематической ошибки отбора (selection bias).**



2. Репрезентативная выборка (представительная выборка) – выборочная совокупность, в которой основные характеристики совпадают с характеристиками генеральной совокупности.

Репрезентативность выборки

- Второе требование к выборке апробации – ее репрезентативность (представительность). Выборка должна отражать всю генеральную совокупность учащихся, для которых предназначен тест, и при этом в правильных пропорциях.



Выборка должна отражать целевой рынок, т. е. представлять его характеристики или быть репрезентативной



если в городе проживает **10.0000 человек, 60% из которых мужчины и 40% — женщины,**
то

выборка 1000 человек, из которых 10 мужчин и 990 женщин, не будет репрезентативной.

Построенный на ее основе опрос общественного мнения будет содержать смещение оценок и приведет к фальсификации результатов.

Репрезентативная выборка — это 600 мужчин и 400 женщин,

т.е. такое процентное соотношение, которое отражает основную характеристику генеральной совокупности — процентное соотношение мужчин и женщин в городе.

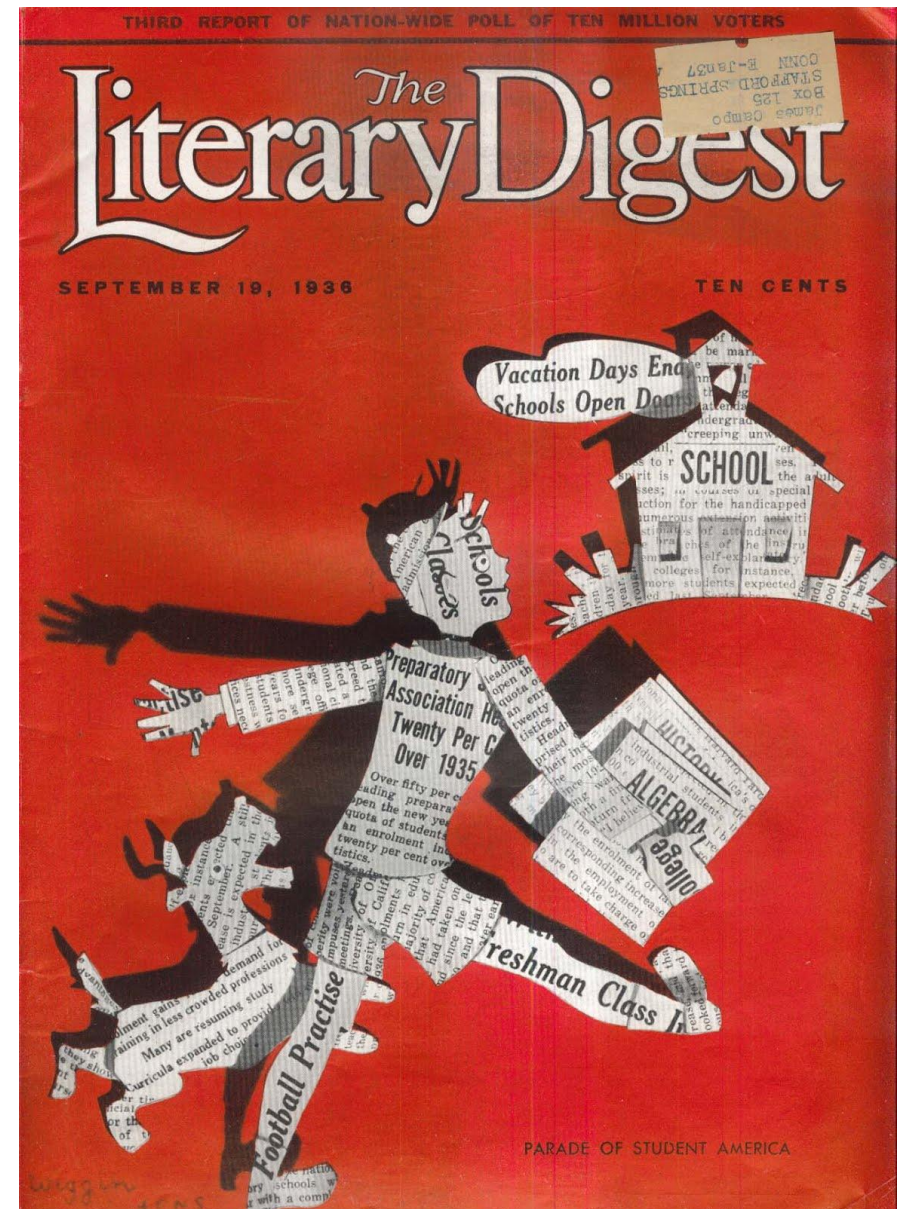
При выборочном методе обследованию подвергается сравнительно небольшая часть всей изучаемой совокупности (обычно до 5 – 10%, реже до 15 – 25%).

Если размер генеральной совокупности превышает 100000 объектов, то, как правило, по количеству репрезентативная выборка составляет 1000 и более объектов.

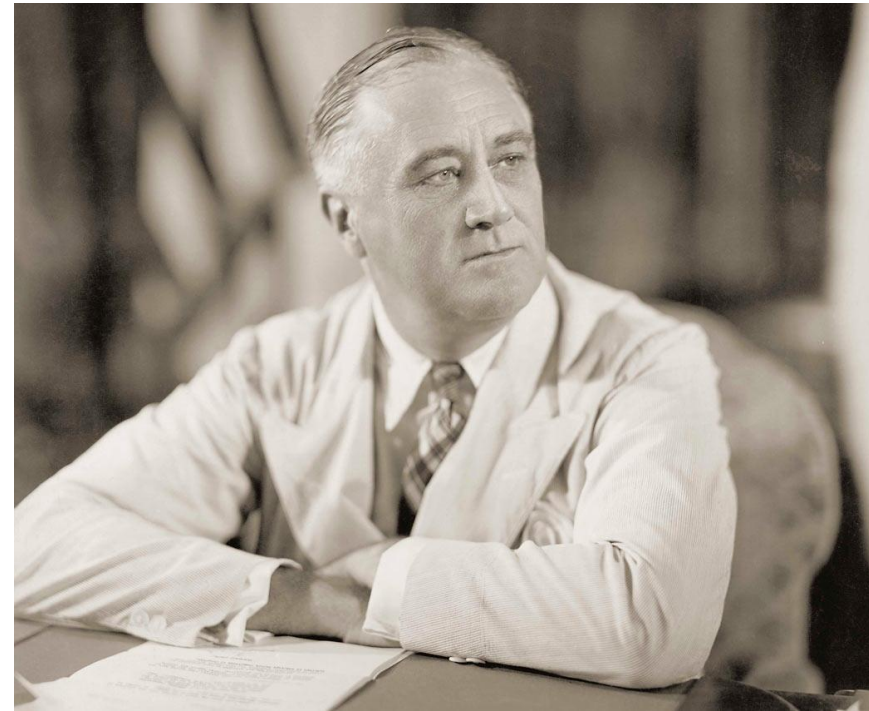
Пример нерепрезентативной выборки

В **США** одним из наиболее известных исторических примеров нерепрезентативной выборки считается случай, происшедший во время **президентских** выборов в **1936** году^[1]. Журнал «Литрери Дайджест», успешно прогнозировавший события нескольких предшествующих выборов, ошибся в своих предсказаниях, разослав десять миллионов пробных бюллетеней своим подписчикам, а также людям, выбранным по телефонным книгам всей страны и людям из регистрационных списков автомобилей. В 25 % вернувшихся бюллетеней (почти 2,5 миллиона) голоса были распределены следующим образом: 57 % отдавали предпочтение кандидату-**республиканцу Альфу Лэндону** 40 % выбрали действующего в то время президента-**демократа Франклина Рузвельта**

На действительных же выборах, как известно, победил Рузвельт, набрав более 60 % голосов. Ошибка «Литрери Дайджест» заключалась в следующем: желая увеличить репрезентативность выборки, — так как им было известно, что большинство их подписчиков считают себя республиканцами, — они расширили выборку за счёт людей, выбранных из телефонных книг и регистрационных списков. Однако они не учли современных им реалий и в действительности набрали ещё больше республиканцев: во время **Великой депрессии** обладать телефонами и автомобилями могли себе позволить в основном представители **среднего и высшего класса** (то есть большинство республиканцев, а не демократов).



Франклин Рузвельт (демократ) 32-й президент США, одна из центральных фигур мировых событий первой половины XX века, возглавлял США во время мирового экономического кризиса и Второй мировой войны. *Единственный американский президент, избиравшийся более чем на два срока.*



Альфред Лэндоу (республиканец)- политический деятель, 26-й губернатор штата Канзас, кандидат в президенты США от Республиканской партии. Занял второе место на президентских выборах 1936 года.



По результатам контроля принимается решение о судьбе всей партии продукции:

- 1.принять продукцию
- 2.отклонить (забраковать) всю партию

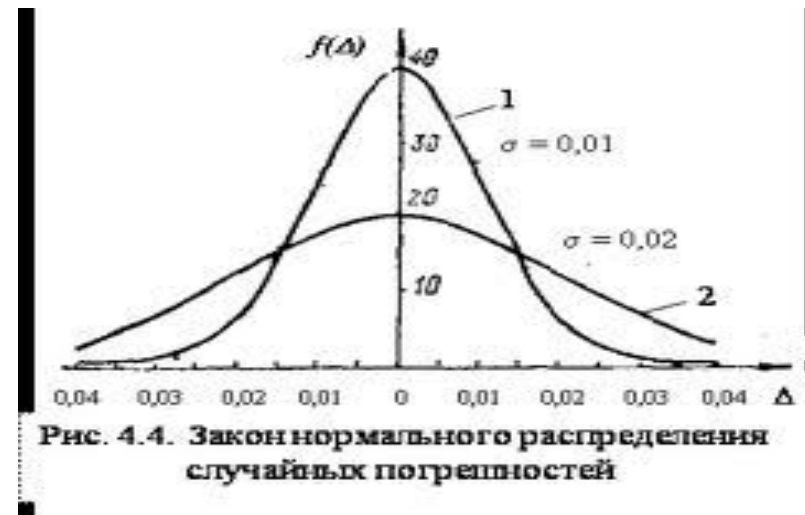
Решение принимается не на основе проверки всех изделий, а только ее части на основании случайной репрезентативной выборки).

При выборочном методе обследованию подвергается сравнительно небольшая часть всей изучаемой совокупности (обычно до 5 – 10%, реже до 15 – 25%).

«Форма распределения вероятности»

Для характеристики формы распределения случайных явлений обычно используют ту математическую модель, которая наилучшим образом приближает к виду кривой распределения вероятностей, полученной при анализе экспериментально полученных данных..

Большинство случайных явлений, происходящих в производстве и научных исследованиях, характеризуются наличием большого числа случайных факторов, **описывается законом нормального распределения, который является основным во многих практических исследованиях.**



Нормальное распределение -В большинстве случаев случайные ошибки подчиняются нормальному закону распределения, установленного Гауссом.

Нормальное распределение вероятностей особенно часто используется в статистике.

Нормальное распределение дает хорошую модель для реальных явлений, в которых:

1) имеется сильная тенденция данных группироваться вокруг центра;

2) положительные и отрицательные отклонения от центра равновероятны

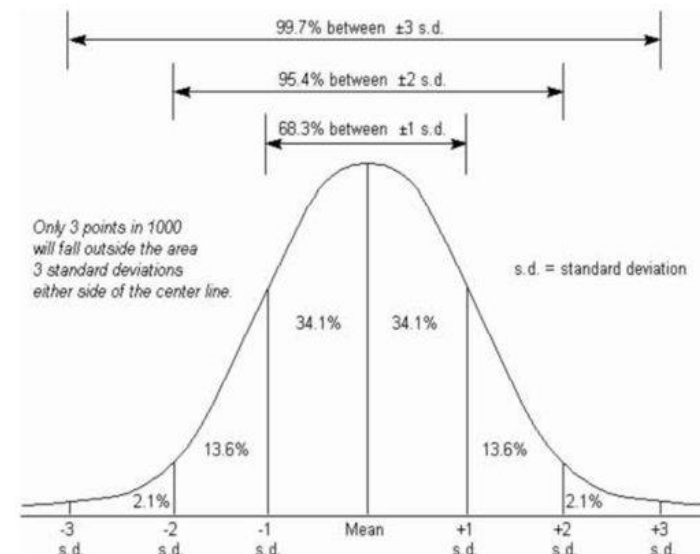
3) частота отклонений быстро падает когда отклонения от центра становятся большими.

Правило 3 сигм

При нормальном распределении:

- $M(\pm)\sigma = 68,26\%$
- $M(\pm)2\sigma = 95,44\%$
- $M(\pm)3\sigma = 99,72\%$,

$M(\pm)3\sigma$ - интервал всех возможных значений

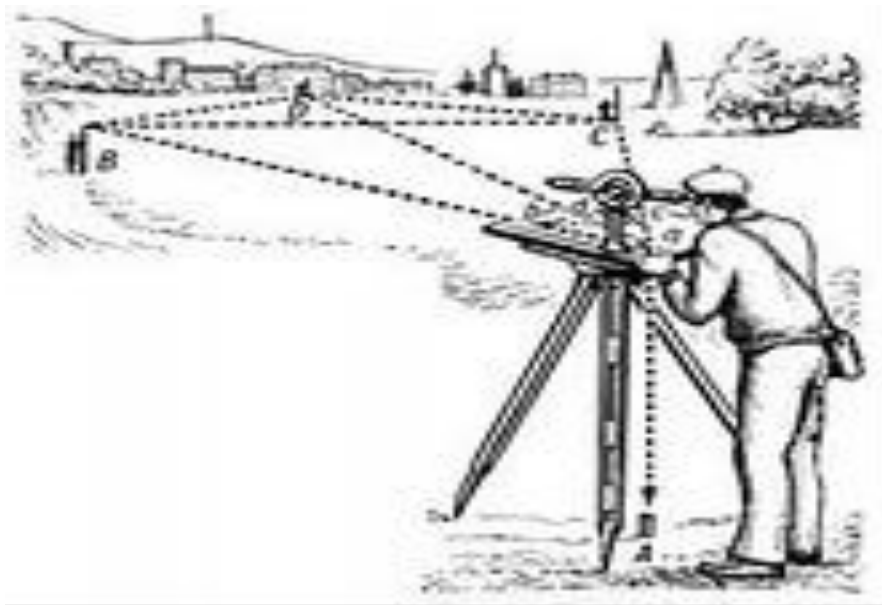


Нормальному закону распределения подчиняется:

-рассеяние погрешностей многократных измерений (эти измерения присутствуют в задачах ПЗ);

-погрешности измерения линейных и угловых размеров(эти виды измерения распространены в строительстве);

-погрешности изготовления изделий



Кроме эмпирической функции распределения, для описания данных используют и другие статистические характеристики (числовые характеристики), называемые **параметрами распределения**.

параметры распределения

- выборочная средняя величина –
- среднеквадратичное отклонение;
абсолютные величины, т.к. **измеряются в единицах случайной величины**
- коэффициент вариации- относительная (безразмерная) величина, %

Выборочное среднее - сумма значений измеряемой величины, делённая на её объём:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{1 \leq i \leq n} x_i$$

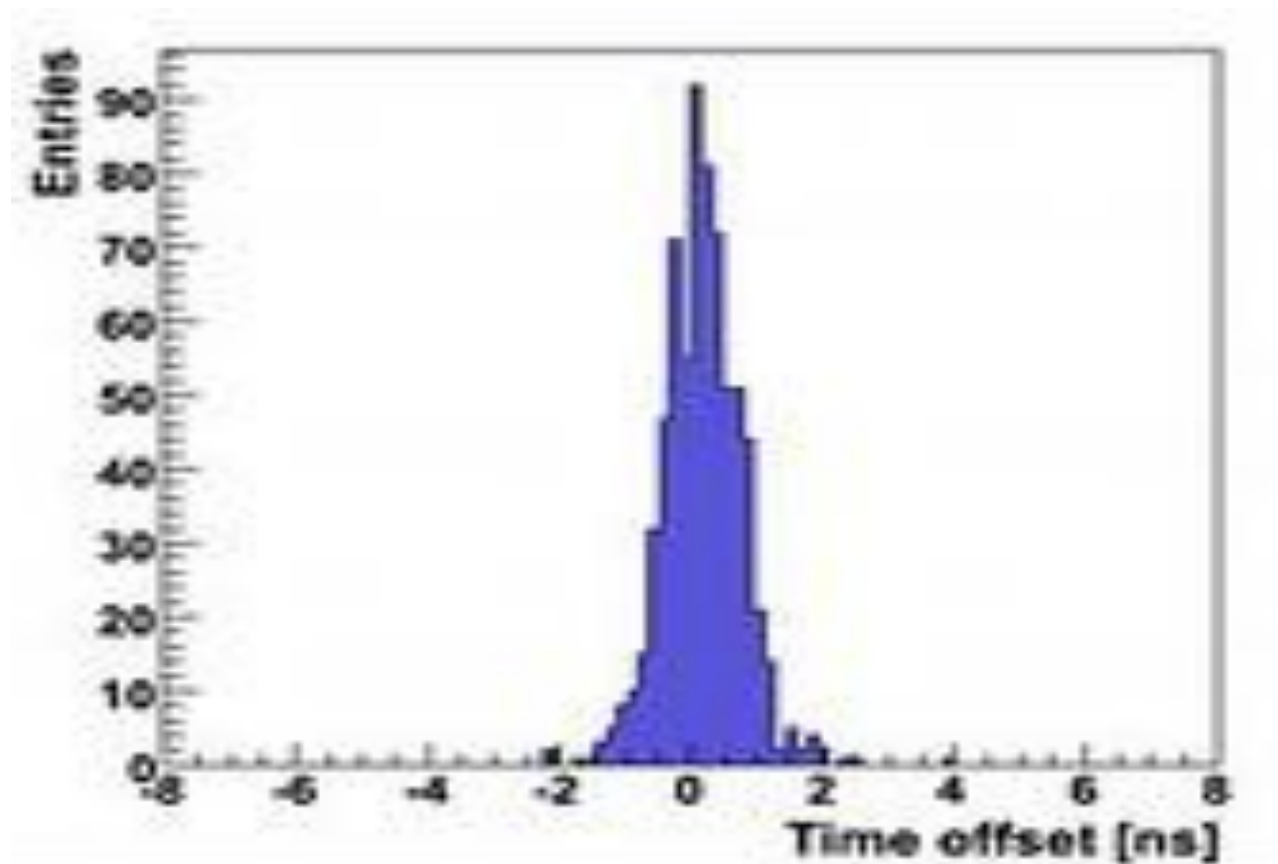
где n — объём выборки,

x_i — результат измерения (испытания) i -го элемента выборки

Среднее квадратическое отклонение – характеристика рассеяния результатов измерений одной и той же физической величины

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Среднеквадратическое отклонение — в теории вероятностей и статистике наиболее распространённый показатель рассеивания значений случайной величины относительно её математического ожидания.



Интерпретация величины среднеквадратического отклонения:

- большое значение среднеквадратического отклонения показывает большой разброс значений в представленном множестве со средней величиной множества;
- маленькое значение, соответственно, показывает, что значения в множестве сгруппированы вокруг среднего значения.



Коэффициент вариации

коэффициент вариации является наиболее распространенным показателем колеблемости, используемым для оценки типичности средних величин. При этом исходят из того, что если V больше 30%, то это говорит о том, что изучаемая совокупность неоднородна.

Коэффициент вариации

- это отношение среднеквадратичного отклонения к среднему значению

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}}$$

- Коэффициент вариации выражается в тех же единицах или (после умножения на 100) в процентах. Он не имеет размерности, что удобно при сравнении разброса значений величин с разной размерностью. Вычислению коэффициента вариации имеет смысл для положительных случайных величин

$$v \leq 33\%$$

Например, у нас есть три числовых множества:

$$\{0, 0, 14, 14\},$$

$$\{0, 6, 8, 14\}$$

$$\{6, 6, 8, 8\}.$$

Среднее значение определяется по формуле:

$$\bar{X} = \frac{(X_1 + X_2 + \dots + X_n)}{n} = \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^n X_i \right)$$

У всех трёх множеств средние значения равны ___?

Среднеквадратическое отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

Соответственно, среднеквадратические отклонения равны _____

Практическое применение

На практике среднеквадратическое отклонение позволяет оценить, насколько значения в множестве могут отличаться от среднего значения.

«Климат»

Предположим, существуют два города **с одинаковой средней максимальной дневной температурой, равной 30 град**

Венеция. Город расположен на побережье (климат морской)

Екатеринбург. Город расположен на равнине (климат континентальный)

В каком городе среднеквадратическое отклонение будет больше?

екатеринбург

