



Метрология, стандартизация и

сертификация
Проф., д.т.н. Пивоварова Н.А.

Метрология. Законодательная база

- Слово *метрология* образовано от греческих слов "*метрон*" - мера и "*логос*" - учение.
- **Метрология** - это наука об измерениях, методах, средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Правовые основы метрологии, стандартизации, технического регулирования и оценки соответствия в России обеспечиваются Законами Российской Федерации:

- Закон № 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерения",
- Закон № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации»,
- Закон № 184-ФЗ "О техническом регулировании"

Метрология

- В России ежедневно производится около 200 млрд. измерений, свыше 4 млн. человек считают измерения своей профессией.
- Доля затрат на измерения составляет 10 – 15% затрат общественного труда, а в отраслях промышленности, производящих сложную технику она достигает 50 – 70%.
- стоимость затрат на получение достоверных результатов составляет около 3,8% от величины ВВП. В развитых странах эта цифра достигает 9 – 12% ВВП.
- Подсчитано, что число СИ растет прямо пропорционально квадрату прироста промышленной продукции. Это означает, что при увеличении объема промышленной продукции в 2 раза число СИ может вырасти в 4 раза.
- В настоящее время в нашей стране насчитывается более 1,5 млрд. СИ

Метрология

**Д. И.
Менделеев**

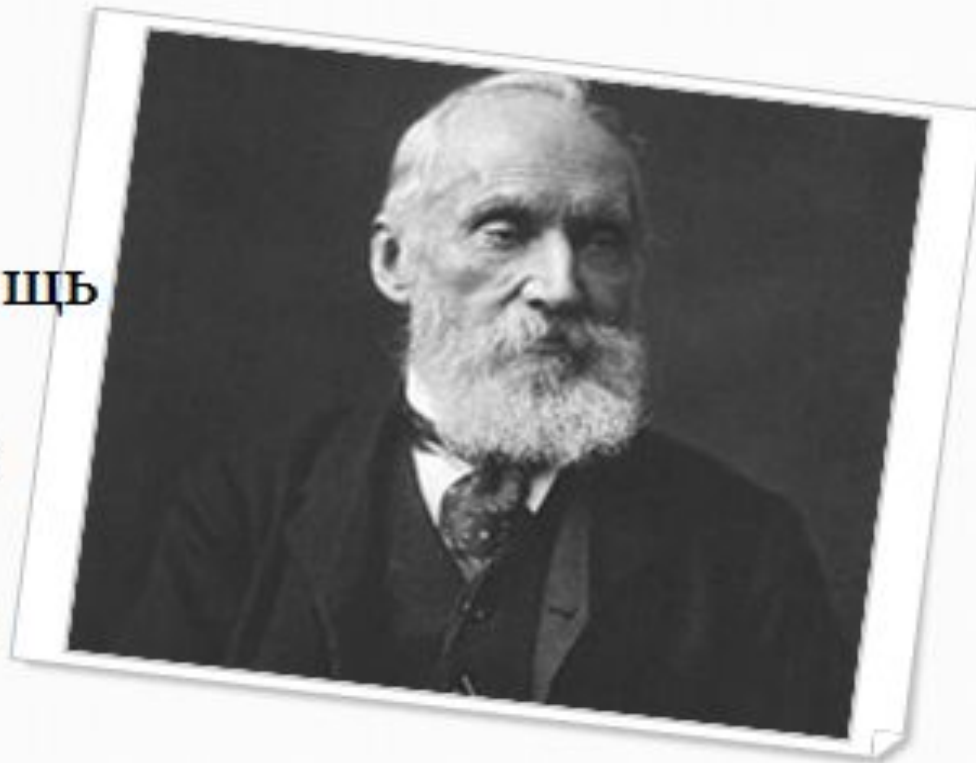
«Наука
начинается
с тех пор,
как
начинают
измерять»



Метрология

**В. Томсон,
лорд
Кельвин**

«Каждая вещь
известна
лишь в той
степени, в
которой её
можно
измерить»



Метрология

Современная метрология состоит из трех основных разделов:

- 1) теоретическая метрология;
- 2) прикладная метрология;
- 3) законодательная метрология.

В первом разделе рассматриваются основные положения теории измерений, во втором разделе – практическое применение метрологии, в третьем разделе – комплекс правил, требований и норм и другие вопросы, связанные с обеспечением единства измерений и единообразия средств измерений.

Теоретическая метрология

Центральным разделом теоретической метрологии по традиции считается раздел **"Теория единства измерений"** или **"Теория воспроизведения единиц физических величин и передачи их размеров"**. Он включает в себя:

- совершенствование единиц физических величин;
- создание рациональной системы эталонов единиц физических величин, обеспечивающих требуемый уровень единства измерений и другие важные вопросы.

В разделе **"Теория построения средств измерений"** обобщается опыт конкретных наук в области построения средств и методов измерений.

Теоретическая метрология

Раздел метрологии "**Теория точности измерений**" состоит из трех важнейших подразделов:

- теории погрешностей,
- теории точности средств измерений
- теории измерительных процедур.

Особенно серьезное значение имеет подраздел "**Теория погрешностей**", так как результаты измерений объективны настолько, насколько правильно оценены их погрешности. В разделе производится классификация погрешностей измерений, изучение и описание их свойств.

Подраздел "**Теория точности средств измерений**" включает: теорию погрешностей средств измерений, принципы и методы определения и нормирования метрологических характеристик средств измерений, методы анализа их метрологической надежности.

Метрология

- ▣ **Предметом метрологии** является получение количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью.
- ▣ **Средства метрологии** - это совокупность средств измерений и метрологических стандартов, обеспечивающих их рациональное использование.
- ▣ Без измерений не может обойтись ни одна наука, поэтому метрология как наука об измерениях находится в тесной связи со всеми другими науками.
- ▣ Основное понятие метрологии - **измерение**, т.е. нахождение значения физической величины экспериментальным методом с помощью специальных технических средств. С помощью измерений получают количественную оценку процесса или продукта, которая необходима для соблюдения заданного режима технологического процесса и обеспечения высокого качества продукции.
- ▣ **Измерение** – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины

Метрология

- ▣ **Величина** – это свойство чего – либо, которое может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе количественно.
- ▣ **Физическая величина** – свойство общее в качественном отношении для множества физических объектов, физических систем, их состояний и происходящих в них процессов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них.
- ▣ **Размер физической величины** – количественное определенность физической величины, присущая конкретному явлению, предмету, системе или процессу.
- ▣ **Значение физической величины** – оценка размера физической величины в виде некоторого конкретного числа принятых для нее единиц измерения.
- ▣ **Единица физической величины** – фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин.

Метрология

Методика построения системы единиц как совокупности основных и производных была впервые предложена в 1832 г. немецким математиком, астрономом и физиком Карлом Гауссом.



Международная система единиц физических величин – система СИ

Достоинствами её являются:

- универсальность, т.е. охват всех областей науки и техники;
- возможность воспроизведения единиц с высокой точностью в соответствии с их определением с наименьшей погрешностью;
- унификация всех видов и областей измерений;
- упрощение записи формул и уменьшение числа допускаемых единиц;
- единая система образования кратных и дольных единиц, имеющих собственные наименования;

Постановление Правительства РФ от 31 октября 2009 г. N 879
"Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации"

Основные и дополнительные единицы СИ

Наименование	Размерность	Наименование	Сокращенное обозначение единицы	
			международное	русское
Длина	L	метр	m	м
Масса	M	килограмм	kg	кг
Время	T	секунда	s	с
Сила света	J	кандела	cd	кд
Количество вещества	N	моль	mol	моль
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	K	К
Сила электрического тока	I	ампер	A	А
Дополнительные				
Плоский угол		Радян	rad	рад
Телесный угол		Стерadian	sr	ср

специальные наименования и обозначения

Величина	Единица		Обозначение		Выражение через основные единицы
	русское наименование	французское/английское наименование	Русское	Международное	
Частота	герц	hertz	Гц	Hz	c^{-1}
Сила	ньютон	newton	Н	N	$кг \cdot м \cdot c^{-2}$
Энергия	джоуль	joule	Дж	J	$Н \cdot м = кг \cdot м^2 \cdot c^{-2}$
Мощность	ватт	watt	Вт	W	$Дж/с = кг \cdot м^2 \cdot c^{-3}$
Давление	паскаль	pascal	Па	Pa	$Н/м^2 = кг \cdot м^{-1} \cdot c^{-2}$
Световой поток	люмен	lumen	лм	lm	кд·ср
Освещённость	люкс	lux	лк	lx	$лм/м^2 = кд \cdot ср/м^2$
Электрический заряд	кулон	coulomb	Кл	C	$A \cdot c$
Разность потенциалов	вольт	volt	В	V	$Дж/Кл = кг \cdot м^2 \cdot c^{-3} \cdot A^{-1}$
Сопротивление	ом	ohm	Ом	Ω	$В/A = кг \cdot м^2 \cdot c^{-3} \cdot A^{-2}$
Емкость	фарад	farad	Ф	F	$Кл/В = c^4 \cdot A^2 \cdot кг^{-1} \cdot м^{-2}$

специальные наименования и обозначения

Величина	Единица		Обозначение		Выражение через основные единицы
	русское наименование	французское/английское наименование	Русское	Международное	
Магнитный поток	вебер	weber	Вб	Wb	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Магнитная индукция	тесла	tesla	Тл	T	$\frac{\text{Вб}}{\text{м}^2} = \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Индуктивность	генри	henry	Гн	H	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-2}$
Электрическая проводимость	сименс	siemens	См	S	$\frac{\text{Ом}^{-1}}{\text{м}^{-2}} = \text{с}^3 \cdot \text{А}^2 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^{-2}$
Активность радиоактивного источника	беккерель	becquerel	Бк	Bq	с^{-1}
Поглощённая доза ионизирующего излучения	грей	gray	Гр	Gy	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$
Эффективная доза ионизирующего излучения	зиверт	sievert	Зв	Sv	$\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$
Активность катализатора	катал	katal	кат	kat	моль/с

Дольные и кратные единицы физических величин

множитель	приставка	обозначение приставки		множитель	приставка	обозначение приставки	
		межд.	русск.			межд.	русск.
10^{15}	пета	p	П	10^{-1}	деци	d	Д
10^{12}	тера	t	Т	10^{-2}	санти	c	С
10^9	гига	g	Г	10^{-3}	милли	m	М
10^6	мега	m	М	10^{-6}	микро	μ	МК
10^3	кило	k	К	10^{-9}	нано	n	Н
10^2	гекто	h		10^{-12}	пико	p	П
10	дека	da	ДА	10^{-15}	фемто	f	Ф

Кратной единицей ФВ называется единица, которое в целое число раз больше основной или производной единицы.

Дольная единица ФВ – единица, которая в целое число раз меньше основной или производной единицы.

Метрология



- „Невозможно определить или измерить одну величину иначе, как приняв в качестве известной другую величину этого же рода и указав соотношение, в котором она находится к ней“.
- *Л. Эйлер*

Эталон

- ▣ **Эталон единицы величины** – техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины.
- ▣ **первичный эталон** – это эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Метрологические свойства первичных эталонов единиц величин устанавливаются независимо от других единиц этих же величин;
- ▣ **первичный специальный эталон** – первичный эталон, воспроизводящий единицу в специфических условиях (высокие и сверхвысокие частоты, малые и большие энергии, давления, температуры, особые состояния вещества и т.п.);
- ▣ **вторичный эталон** – это эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы. К вторичным эталонам относят эталоны-копии, рабочие эталоны и эталоны сравнения;
- ▣ **эталон сравнения** – вторичный эталон, применяемый для сличений эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом;

Эталон

- ▣ **ИСХОДНЫЙ ЭТАЛОН** – это эталон, обладающий наивысшими метрологическими свойствами из имеющихся в данном виде измерений (в стране или группе стран, в регионе, министерстве (ведомстве), организации, предприятии или лаборатории), от которого получают размер единицы подчиненные ему средства измерений.
- ▣ **ЭТАЛОН-КОПИЯ** – вторичный эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим эталонам и заменяющий в обоснованных случаях первичный эталон.
- ▣ **РАБОЧИЙ ЭТАЛОН** это вторичный эталон, предназначенный для передачи размера единицы образцовым и наиболее точным рабочим средствам измерений.
- ▣ эталон, состоящий из совокупности средств измерений, позволяющих воспроизводить и (или) хранить единицу в диапазоне, представляющем объединение диапазонов указанных средств называется **ЭТАЛОННЫМ НАБОРОМ**. Эталонные наборы создаются в тех случаях, когда необходимо охватить определенную область значений физической величины;

Эталонны для показателей жидкостей и газов



Эталон сравнения
единицы расхода
газа



ГЭТ 118-2013
Государственный
первичный эталон
единиц объемного
и массового рас



Эталонная
установка ЭУ-4
единицы расхода
газа при давлении
до 1,1 МПа



ГЭТ 120-2010 Государственный
первичный специальный эталон
единиц объемного
и массового расхода нефтепродуктов



ГЭТ 195-2011
Государственный первичный эталон
единицы массового расхода
газожидкостных смесей



ГЭТ 87-2011
Государственный
первичный специальный
эталон единицы объемного
влагосодержания нефти и
нефтепродуктов



ВЭТ 18-10-2014
Государственный эталон
единицы плотности
жидкости в потоке



Эталон сравнения
единицы расхода
жидкости



ФГУП «ВНИИР»



ГЭТ 63-2013
Государственный
первичный эталон
единиц массового и
объемного
расходов жидкости

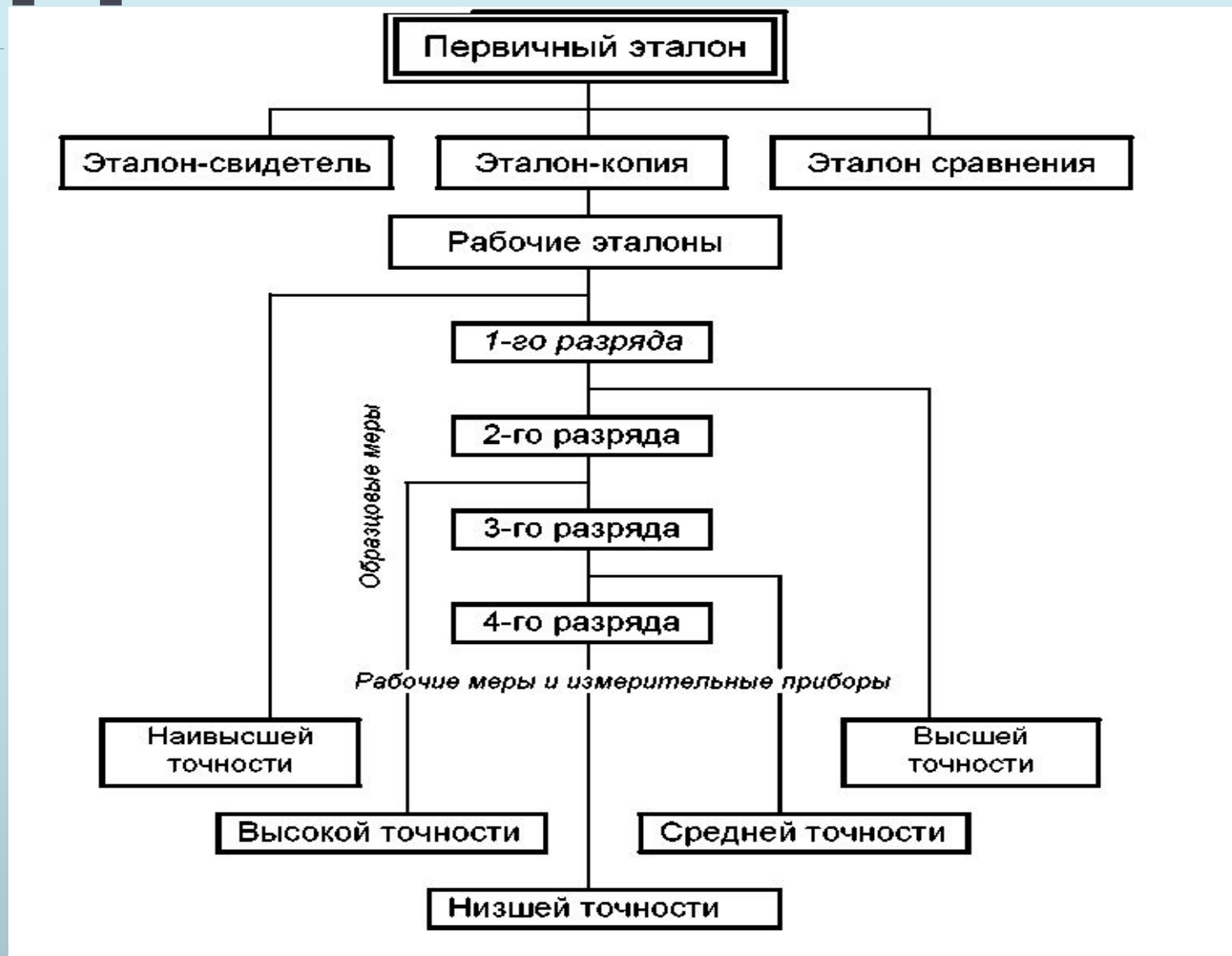


ГЭТ 119-2010 Государственный
первичный специальный эталон
единиц объемного
и массового расхода воды



Рабочий эталон
плотности 1-го
разряда типа МД

Иерархическая система эталонов



Шкалы измерений

- ▣ **Шкалы наименований** характеризуются только отношением эквивалентности (равенства). Примером такой шкалы является распространенная классификация (оценка) цвета по наименованиям (атласы цветов до 1000 наименований).
- ▣ **Шкалы разностей (интервалов)** отличаются от шкал порядка тем, что по шкале интервалов можно уже судить не только о том, что размер больше другого, но и на сколько больше. По шкале интервалов возможны такие математические действия, как сложение и вычитание. Характерным примером является шкала интервалов времени, поскольку интервалы времени можно суммировать или вычитать, но складывать, например, даты каких-либо событий не имеет смысла.

Шкалы измерений

- ▣ **Шкалы порядка** — это расположенные в порядке возрастания или убывания размеры измеряемой величины. Расстановка размеров в порядке их возрастания или убывания с целью получения измерительной информации по шкале порядка называется ранжированием.
- ▣ Для облегчения измерений по шкале порядка некоторые точки на ней можно зафиксировать в качестве опорных (реперных). Недостатком реперных шкал является неопределенность интервалов между реперными точками. Поэтому баллы нельзя складывать, вычислять, перемножать, делить и т. п.
- ▣ Примерами таких шкал являются: знания студентов по баллам, землетрясения по 12-балльной системе, сила ветра по шкале Бофорта, чувствительность пленок, твердость по шкале Мооса и т. д.

Шкалы измерений

- ▣ **Шкалы отношений** описывают свойства, к множеству самих количественных проявлений которых применимы отношения эквивалентности, порядка и суммирования, а следовательно, вычитания и умножения. В шкале отношений существует нулевое значение показателя свойства. Примером является шкала длин. Любое измерение по шкале отношений заключается в сравнении неизвестного размера с известным и выражении первого через второй в кратном или дольном отношении.
- ▣ **Абсолютные шкалы** обладают всеми признаками шкал отношений, но в них дополнительно существует естественное однозначное определение единицы измерения. Такие шкалы соответствуют относительным величинам (отношения одноименных физических величин, описываемых шкалами отношений). К таким величинам относятся коэффициент усиления, ослабления и т. п. Среди этих шкал существуют шкалы, значения которых находятся в пределах от 0 до 1 (коэффициент полезного действия, отражения и т. п.).

Виды измерений

- По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения методы измерений подразделяются на: **статические**, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени; **динамические**, в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.
- Статическими измерениями являются, например, измерения размеров тела, постоянного давления; динамическими — измерения пульсирующих давлений, вибраций.
- По способу получения результатов измерений (виду уравнения измерений) методы измерений разделяют на прямые, косвенные, совокупные и совместные.
- При **прямом** измерении искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных, например, измерение угла угломером или измерение диаметра штангенциркулем.
- При **косвенном** измерении искомое значение величины определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.

Виды измерений

- ▣ **Совместными** называют измерения, производимые одновременно (прямые или косвенные) двух или нескольких неоднoименных величин. Целью совместных измерений является нахождение функциональной зависимости между неоднoимёнными величинами, например зависимости длины тела от температуры, зависимости электрического сопротивления проводника от давления и т. п.
- ▣ **Совокупные** — это такие измерения, в которых значения измеряемых величин находят по данным повторных измерений одной или нескольких одноименных величин при различных сочетаниях мер или этих величин. Результаты совокупных измерений находят путем решения системы уравнений, составляемых по результатам нескольких прямых измерений. Например, совокупными являются измерения, при которых массы отдельных гирь набора находят по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь.

Виды измерений

- По условиям, определяющим точность результата измерения, методы делятся на три класса:
- **измерения максимальной возможной точности, достижимой при существующем уровне техники.** К ним относятся в первую очередь эталонные измерения, связанные с максимальной возможной точностью воспроизведения установленных единиц физических величин, и, кроме того, измерения физических констант, прежде всего универсальных (например, абсолютного значения ускорения свободного падения и др.). К этому же классу относятся и некоторые специальные измерения, требующие высокой точности.
- **контрольно-поверочные измерения,** погрешность которых с определенной вероятностью не должна превышать некоторое заданное значение. К ним относятся измерения, выполняемые лабораториями государственного надзора за внедрением и соблюдением стандартов и состоянием измерительной техники и заводскими измерительными лабораториями с погрешностью заранее заданного значения.
- **технические измерения,** в которых погрешность результата определяется характеристиками средств измерений. Примерами технических измерений являются измерения, выполняемые в процессе производства на машиностроительных предприятиях, на щитах распределительных устройств электрических станций и др.

Виды измерений

- По способу выражения результатов измерений различают абсолютные и относительные измерения.
- **Абсолютное** измерение основано на прямых измерениях величины и (или) использовании значений физических констант, например, измерение размеров деталей штангенциркулем или микрометром.
- При **относительных** измерениях величину сравнивают с одноименной, играющей роль единицы или принятой за исходную, например измерение диаметра вращающейся детали по числу оборотов соприкасающегося с ней аттестованного ролика.
- По количеству измерительной информации: однократные и многократные:
 - **Однократные** – это одно измерение одной величины. Сопряжено с вероятностью больших погрешностей.
 - **Многократные** характеризуются двумя или более измерениями одной величины. Снижение влияния случайных факторов на погрешность измерения.

Виды измерений

- ▣ В зависимости от измерительных средств, используемых в процессе измерения, различают инструментальный, экспертный, эвристический и органолептический методы измерений.
- ▣ **Инструментальный** метод основан на использовании специальных технических средств, в том числе автоматизированных и автоматических.
- ▣ **Экспертный** метод оценки основан на использовании данных нескольких специалистов. Широко применяется в квалиметрии, спорте, искусстве, медицине.
- ▣ **Эвристические** методы оценки основаны на интуиции. Широко используется способ попарного сопоставления, когда измеряемые величины сначала сравниваются между собой попарно, а затем производится ранжирование на основании результатов этого сравнения.
- ▣ **Органолептические** методы оценки основаны на использовании органов чувств человека (осязания, обоняния, зрения, слуха и вкуса). Часто используются измерения на основе сопоставлений (компаративный метод сопоставления).

Закон “Об обеспечении единства измерений”

Закон “Об обеспечении единства измерений” №102-ФЗ осуществляет регулирование отношений, связанных с обеспечением единства измерений в Российской Федерации, в соответствии с Конституцией РФ.

Основные статьи Закона устанавливают:

- основные понятия, применяемые в Законе;
- организационную структуру государственного управления обеспечением единства измерений;
- нормативные документы по обеспечению единства измерений;
- средства и методики измерений;
- единицы величин и государственные эталоны единиц величин.

Закон “Об обеспечении единства измерений”

□ I. Целями настоящего Федерального закона являются:

1) установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;

2) защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

3) обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;

4) содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу.

Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений

Формы государственного регулирования в области обеспечения единства измерений:

- 1) утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений;
- 2) поверка средств измерений;
- 3) метрологическая экспертиза;
- 4) федеральный государственный метрологический надзор;
- 5) аттестация методик (методов) измерений;
- 6) аккредитация юридических лиц и индивидуальных предпринимателей на выполнение работ и (или) оказание услуг в области обеспечения единства измерений.

Утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений

Стандартный образец – это образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала);

Тип стандартных образцов - совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации;

Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений;

Тип средств измерений - совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации;

Тип стандартных образцов или тип средств измерений, применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежит **обязательному утверждению**. При утверждении типа средств измерений устанавливаются показатели точности, интервал между поверками средств измерений, а также методика поверки данного типа средств измерений.

Поверка средств измерений

- **Поверка средств измерений** - совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям;
- 1. Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат **первичной поверке**, а в процессе эксплуатации - **периодической поверке**.
- 2. Поверку средств измерений **осуществляют аккредитованные** в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.
- 3. Правительством Российской Федерации устанавливается **перечень средств измерений**, поверка которых осуществляется только аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации государственными региональными центрами метрологии.

Поверка средств измерений

- 4. **Результаты поверки средств измерений удостоверяются** знаком поверки, и (или) свидетельством о поверке, и (или) записью в паспорте (формуляре) средства измерений, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки.
- 5. **Порядок проведения поверки** средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке устанавливаются федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений.
- 6. **Сведения о результатах** поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.
- 7. Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут подвергаться поверке **в добровольном порядке**.

Метрологическая экспертиза

Метрологическая экспертиза - анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе. Метрологическая экспертиза проводится в обязательном (обязательная метрологическая экспертиза) или добровольном порядке;

Содержащиеся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требования к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений подлежат **обязательной метрологической экспертизе**. Она проводится государственными научными метрологическими институтами.

Обязательная метрологическая экспертиза стандартов, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов проводится также в порядке и случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации.

Указанную экспертизу проводят органы, аккредитованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации.

Аккредитация в области обеспечения единства измерений

Осуществляется в целях официального признания компетентности юридического лица или индивидуального предпринимателя выполнять работы и (или) оказывать услуги по обеспечению единства измерений в соответствии с настоящим Федеральным законом. К указанным работам и (или) услугам относятся:

- 1) аттестация методик (методов) измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- 2) испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа;
- 3) поверка средств измерений;
- 4) обязательная метрологическая экспертиза стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, проводимая в случаях, предусмотренных законодательством Российской Федерации

Аттестация методик (методов) измерений - исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям;

Государственная система обеспечения единства измерений

Для реализации положений Закона РФ «Об обеспечении единства измерений» разработаны подзаконные акты – нормативные документы по метрологии. Нормативные документы и Законодательные акты составляют правовую основу Государственной системы обеспечения единства измерения (ГСИ), нормативные документы – ее нормативную базу.

Нормативные документы Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) устанавливают **основные требования в области метрологии**, а именно:

- общие правила и нормы по метрологии;
- нормы точности измерений;
- методики выполнения измерений;
- методики поверки средств измерений;
- государственные поверочные схемы.

Федеральный государственный метрологический надзор

осуществляется за:

- 1) соблюдением обязательных требований в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений к измерениям, единицам величин, а также к эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений при их выпуске из производства, ввозе на территорию Российской Федерации, продаже и применении на территории Российской Федерации;

- 2) наличием и соблюдением аттестованных методик (методов) измерений;

распространяется на деятельность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих:

- 1) измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- 2) выпуск из производства предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений эталонов единиц величин, стандартных образцов и средств измерений, а также их ввоз на территорию Российской Федерации, продажу и применение на территории Российской Федерации;

- ³⁹ 3) расфасовку товаров.

Субъекты метрологии РФ

Федеральный государственный метрологический надзор осуществляется
уполномоченными федеральными органами исполнительной власти.

Обеспечение единства измерений в стране осуществляется следующими субъектами метрологии:

- Государственной метрологической службой (ГМС);
- справочными метрологическими службами (СМС);
- метрологическими службами федеральных органов исполнительной власти;
- метрологическими службами организаций (МСО).

В Государственную метрологическую службу входят:

- подразделения центрального аппарата Федеральное Агентство по техническому регулированию и метрологии, осуществляющие функции планирования, управления и контроля деятельности по обеспечению единства измерений (ОЕИ) на межотраслевом уровне;
- органы ГМС в субъектах РФ (на территориях республик в составе РФ, автономной области, автономных округов, краев, областей, округов и городов) – ЦСМ.

Субъекты метрологии РФ

Государственные научные метрологические центры представлены институтами:

- ВНИИ метрологической службы (ВНИИМС, г. Москва);
- ВНИИ метрологии им. Д.И. Менделеева (ВНИИМ, г. Санкт-Петербург);
- НПО «ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИ ФТРИ, пос. Менделеево Московской обл.);
- Уральский НИИ метрологии (УНИИМ, г. Екатеринбург) и др.

Эти научные институты и центры также являются держателями государственных эталонов.

Справочные метрологические службы:

- Государственной службой времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ);
- Государственной службой стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО);
- Государственной службой стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц

могут создаваться в министерствах (ведомствах), организациях, на предприятиях и в учреждениях, являющихся юридическими лицами, для выполнения работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений, осуществления метрологического контроля и надзора.

Основные задачи метрологических служб:

- калибровка средств измерений;
- надзор за состоянием и применением средств измерений, за аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, применяемыми для калибровки средств измерений, за соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений;
- анализ состояния измерений, испытания и контроля на предприятии, в организации;
- проверка своевременности представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа средств измерений, испытания и контроля на предприятии, в организации;
- ведение работ по предотвращению, устранению нарушений метрологических правил и норм.

Цели и задачи нормоконтроля ГОСТ 2.111-68 ЕСКД

- 1.1 . **Нормоконтроль** - это контроль выполнения конструкторской документации в соответствии с нормами, требованиями и правилами, установленными нормативными документами.
- 1.2 . Нормоконтроль проводится в целях обеспечения однозначности применения конструкторской документации и установленных в ней норм, требований и правил на всех стадиях жизненного цикла изделия.
- 1.3 . Основными задачами нормоконтроля являются обеспечение:
 - а) соблюдения в конструкторской документации норм, требований и правил, установленных в стандартах ЕСКД и в других нормативных документах, указанных в документации;
 - б) достижения в разрабатываемых изделиях необходимого высокого уровня унификации и стандартизации на основе широкого использования ранее спроектированных, освоенных в производстве и стандартизованных изделий, типовых конструкторских и схемных решений;



Цели и задачи нормоконтроля ГОСТ 2.111-68 ЕСКД

- в) рационального применения ограничительных номенклатур покупных и стандартизованных изделий и их документов, норм (типоразмеров, квалитетов точности, условно-графических обозначений и др.), марок материалов, полуфабрикатов и т.п.;
- г) достижения единообразия в оформлении, учете, хранении, изменении конструкторской документации;
- д) соблюдения нормативных требований в условиях выпуска документов автоматизированным способом в бумажной и (или) электронной форме .
- 1.4 . Нормоконтролю подлежит конструкторская документация на изделия основного и вспомогательного производства независимо от форм собственности, подчиненности и служебных функций организаций, выпустивших указанную документацию.
- 1.5. Нормоконтроль конструкторской документации, выполненной в электронной форме, следует проводить руководствуясь настоящим стандартом и соответствующими нормативными документами Единой системы конструкторской документации

Метрологические характеристики средств измерений

- **Метрологические свойства СИ** – свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность, количественно выражаются метрологическими характеристиками.
- **Длина деления шкалы** — это расстояние между серединами двух соседних отметок (штрихов, точек и т. п.) шкалы.
- **Цена деления шкалы** — это разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы (у микрометра она равна 0,01 мм).
- **Градуировочная характеристика** — зависимость между значениями величин на выходе и входе средства измерений.
- **Диапазон показаний** — область значений шкалы, ограниченная конечным и начальным значениями шкалы, то есть наибольшим и наименьшим значениями измеряемой величины.
- **Диапазон измерений** — область значений измеряемой величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерения.

Метрологические характеристики средств измерений

- **Чувствительность прибора** — отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к изменению измеряемой величины (сигнала) на входе. Для шкальных измерительных приборов абсолютная чувствительность численно равна передаточному отношению.
- **Вариация** (нестабильность) показаний прибора — алгебраическая разность между наибольшим и наименьшим результатами измерений при многократном измерении одной и той же величины в неизменных условиях.
- **Стабильность средства измерений** — свойство, выражающее неизменность во времени его метрологических характеристик .
- **Погрешность средства измерений** – разность между показаниями СИ и истинным значением измеряемой величины. За базу для сравнения погрешности рабочего СИ принимают значение погрешности СИ, которое в поверочной схеме является вышестоящим по отношению к подчинённому СИ, подлежащему поверке.
- **Класс точности средств измерений** – обобщённая характеристика, выражаемая пределами допускаемых погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Обобщающие числовые характеристики результатов измерений

- Характеристики положения совокупности результатов (среднее арифметическое, медиана, мода)
- Характеристики рассеяния или вариабельности (среднее квадратическое отклонение, дисперсия, размах вариации)
- Характеристики формы распределения (параметр асимметрии, эксцесс, куртозис)
- Медиана – такой результат измерений, который делит упорядоченную совокупность на две равные части и убирает крайние результаты.
- Мода – наиболее вероятный результат измерений, выявляется при большом количестве результатов измерений. Модой называют число ряда, которое встречается в этом ряду наиболее часто.

Обобщающие числовые характеристики результатов измерений

- ▣ **Коэффициент эксцесса, куртозис, коэффициент островершинности** — мера остроты пика распределения случайной величины.
- ▣ **Коэффициент асимметрии** — мера асимметричности: в случае симметричности распределения относительно математического ожидания, в случае левой асимметрии (относительно математического ожидания левый хвост длиннее правого), в случае правой асимметрии — наоборот.
- ▣ **Коэффициент вариации** — мера рассеивания, разбросанности.
- ▣ **Дисперсия** D является характеристикой рассеяния значений случайной величины X относительно ее среднего значения $M(X)$. Размерность дисперсии равна размерности случайной величины X .
$$D(X) = M\{[X - M(X)]^2\} = M(X^2) - [M(X)]^2.$$

Среднее арифметическое и среднее квадратическое отклонение

- **Среднее арифметическое** равно значению суммы всех зафиксированных значений, делённой на их количество:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{n} (x_1 + \dots + x_n).$$

- **Среднее квадратическое отклонение** равно квадратному корню из среднего квадрата отклонений отдельных значений признака от средней арифметической:

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

- где: σ - дисперсия; x_i - i -й элемент выборки; n - объём выборки; \bar{x} — среднее арифметическое выборки:

Рейтинг студентов

Студент	1-й тест	2-й тест
1	20	15
2	14	22
3	16	0
4	20	20
5	28	28
6	18	17
7	17	18
8	0	12
9	13	17
10	10	21
11	12	22
12	13	16
13	0	12
14	11	9
15	20	22
16	5	11
17	20	17
18	12	14
19	13	15
20	16	19
21	16	0
22	8	17
23	18	15
24	0	20
25	6	9
26	24	28
27	0	17
28	17	15
среднее		
мода		
медиана		
ср.квaдр.отклонение		

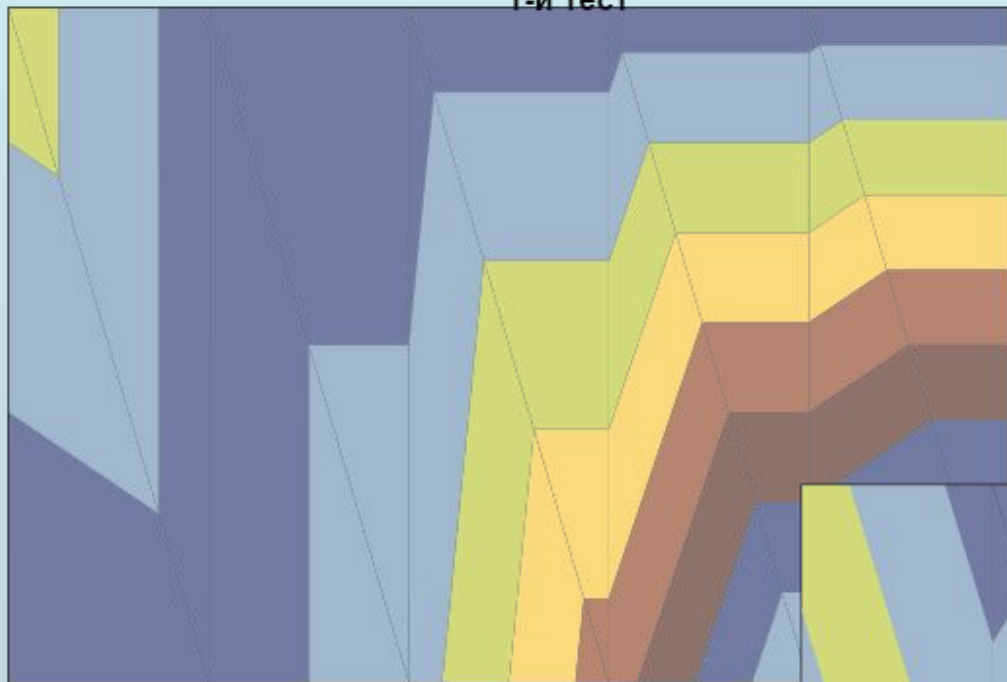
Рейтинг студентов

1-й тест		2-й тест	
балл	частота повторений	балл	частота повторений
0	4	0	2
5	1	9	2
6	1	11	1
8	1	12	2
10	1	14	1
11	1	15	4
12	2	16	1
13	3	17	5
14	1	18	1
16	3	19	1
17	2	20	2
18	2	21	1
20	4	22	3
24	1	28	2
28	1		

Студент	1-й тест	2-й тест
1	20	15
2	14	22
3	16	0
4	20	20
5	28	28
6	18	17
7	17	18
8	0	12
9	13	17
10	10	21
11	12	22
12	13	16
13	0	12
14	11	9
15	20	22
16	5	11
17	20	17
18	12	14
19	13	15
20	16	19
21	16	0
22	8	17
23	18	15
24	0	20
25	6	9
26	24	28
27	0	17
28	17	15
среднее	13	16
мода	20	17
медиана	16	16
ср.кв.отклонение	7,4	6,4

Ранжирование оценок

1-й тест



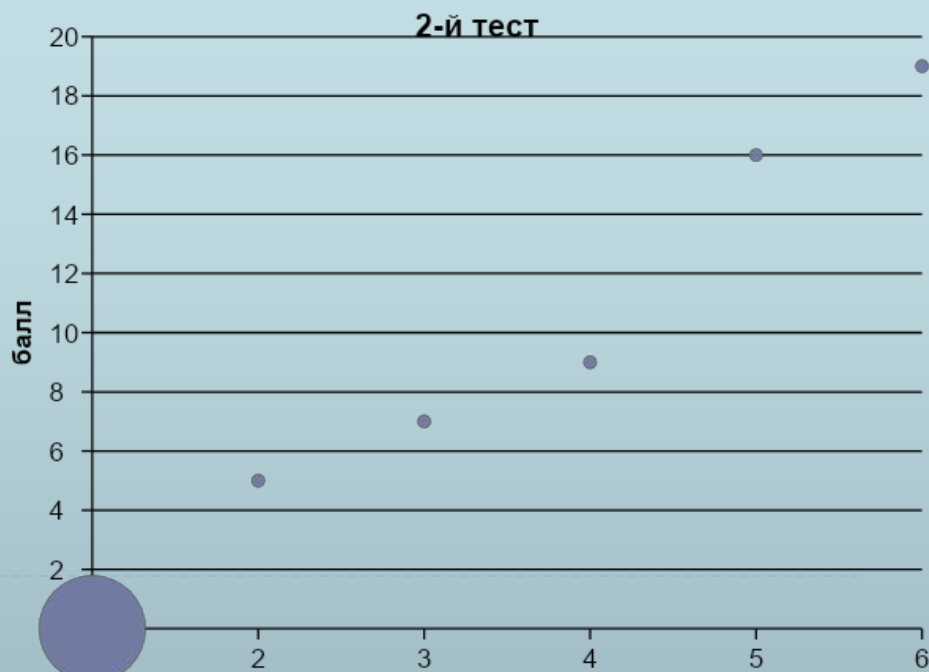
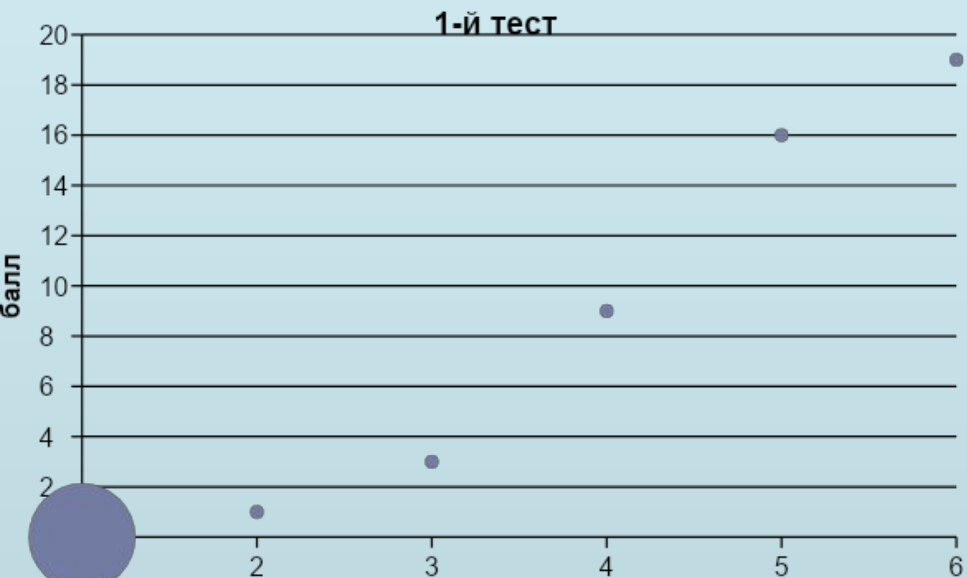
- 0-2
- 2-4
- 4-6
- 6-8
- 8-10
- 10-12
- 12-14
- 14-16
- 16-18
- 18-20

2-й тест



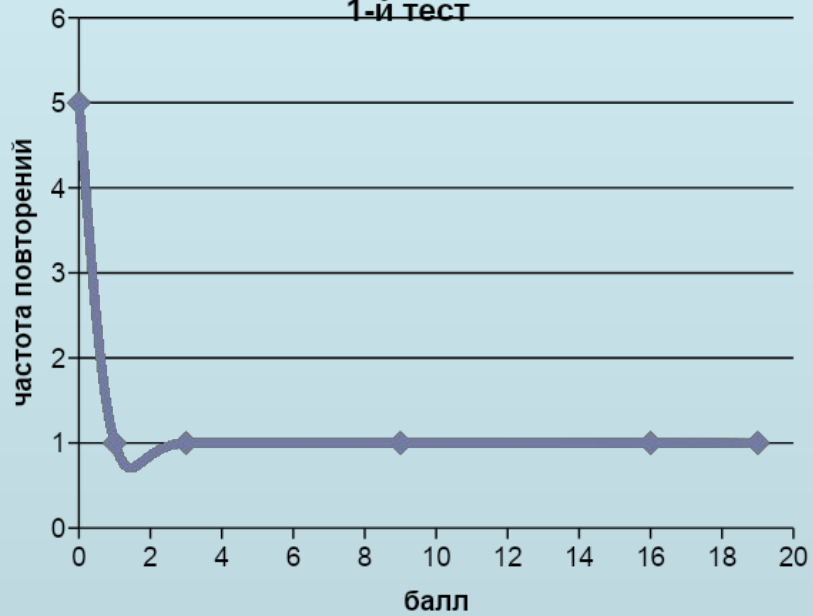
- 0-2
- 2-4
- 4-6
- 6-8
- 8-10
- 10-12
- 12-14
- 14-16
- 16-18
- 18-20

Частота повторений оценок

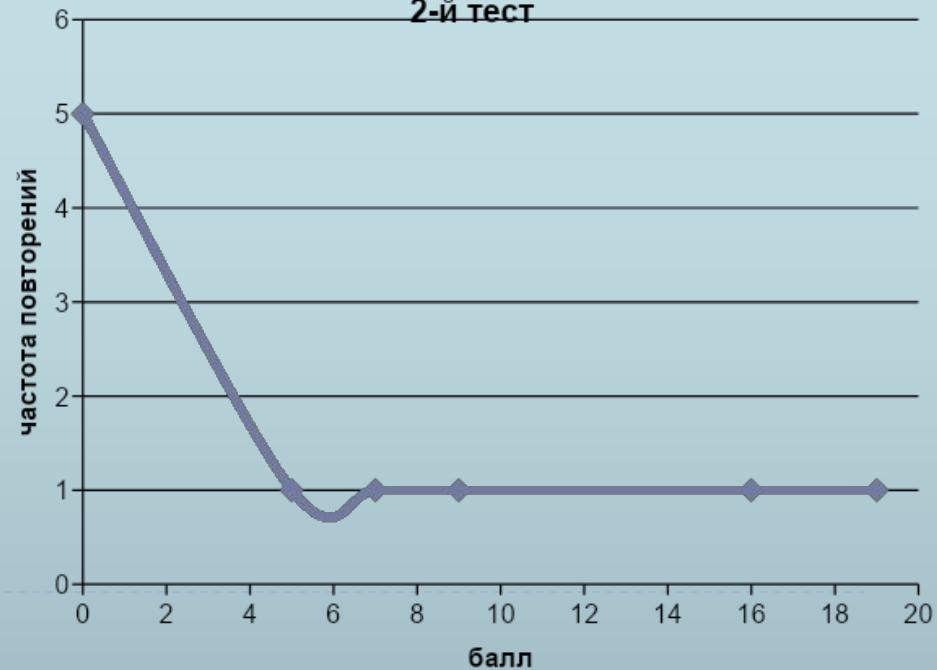


Кривая распределения оценок

1-й тест



2-й тест



стабильном конденсате и во фракции 230-350°C, ppm

№ пп	дата	конденсат	Фракция 230-350
1	1 фев	74	64
2	5 фев	64	52
3	7 фев	62	50
4	9 фев	60	46
5	12 фев	62	46
6	14 фев	60	74
7	16 фев	60	44
8	19 фев	56	48
9	21 фев	56	46
10	26 фев	48	34
11	28 фев	78	54
12	5 мар	61	80
13	6 мар	117	32
14	8 мар	68	52

№ пп	дата	конденсат	Фракция 230-350
15	11 мар	48	50
16	12 мар	45	66
17	13 мар	32	22
18	14 мар	69	37
19	15 мар	27	30
20	19 мар	60	64
21	20 мар	38	63
22	21 мар	56	49
23	22 мар	49	53
24	23 мар	64	47
25	26 мар	33	38
26	27 мар	279	35
27	28 мар	61	38

Методики измерений

Методика (метод) измерений - совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности;

По Закону РФ «Об обеспечении единства измерений» измерения должны осуществляться в соответствии с аттестованными в установленном порядке методиками.

Разработка методик выполнения измерений должна включать:

- анализ технических требований к точности измерений, изложенных в стандарте, технических условий или технических заданий;
- определение конкретных условий проведения измерений;
- выбор испытательного и вспомогательного оборудования, а также средств измерений;
- разработку при необходимости нестандартных средств измерений;
- исследование влияния условий проведения измерений и подготовки испытуемых объектов к измерениям;
- определение порядка подготовки средств измерений к работе, последовательности и количества измерений;
- разработку или выбор алгоритма обработки экспериментальных данных и правил оформления результатов измерения.

Методики измерений

- Выполнение измерений в соответствии с методикой измерений обеспечивает **правильность измерений**. Правильность измерений минимизирует систематические погрешности, а, следовательно, повышает точность и достоверность результата измерений.
- **Правильность измерений** – такое качество измерений, которое отражает близость к нулю систематических погрешностей
- **Точность и достоверность** – основные характеристики качества результата измерений.
- **Достоверность** измерений характеризует степень доверия к результатам измерений.
- Достоверность связана с оценкой погрешности. Но применяется не к точечному значению результата измерений (числовому значению измеряемой величины), а к оценке погрешности этого результата (неопределённости интервала, в котором находится истинное значение измеряемой величины). Оценивается доверительной вероятностью и доверительным интервалом.
- Достоверность оценки погрешностей определяют на основе законов теории вероятностей и математической статистики.

Классификация погрешностей результата измерений

- **Систематическая погрешность** есть составляющая погрешности, остающаяся постоянной или изменяющаяся по определенному закону при повторных измерениях одной и той же величины.
- **Случайная погрешность** есть составляющая погрешности, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.
- **Грубая погрешность** – это погрешность, значительно превышающая величину, ожидаемую при данных условиях.
- **Повторяемость результата измерений (сходимость)** – это такое качество измерений, которое отражает близость друг другу измерений, выполненных в одинаковых условиях.
- **Воспроизводимость результата измерений** - это такое качество измерений, которое отражает близость друг другу измерений, выполненных в разных условиях.
- **Округление результата измерений** производят в соответствии с числовым разрядом значащей цифры погрешности. Лишние цифры в целых числах заменяются нулями, а в десятичных дробях отбрасываются.

«Правила учета нефти», утв. постановлением Правительства РФ от 16.05.2014 №451

- ❖ Настоящие Правила устанавливают порядок осуществления учета нефти обезвоженной, обессоленной и стабилизированной (далее - нефть), а также фактических потерь при ее добыче организациями, осуществляющими добычу нефти и газа (далее - организации). Учет нефти включает в себя сбор, регистрацию, обобщение и документирование информации о количестве нефти.
- ❖ Учет нефти осуществляется при:
 - а) добыче нефти;
 - б) подготовке и (или) транспортировке, переработке и (или) потреблении нефти, принятой от третьего лица;
 - в) передаче нефти третьим лицам для подготовки и (или) транспортировки, переработки и (или) потребления;
 - г) производстве широкой фракции легких углеводородов в процессе стабилизации;
 - д) использовании для производства нефтепродуктов;
 - е) использовании для производственно-технологических нужд и в качестве топлива;
 - ж) определении остатков нефти на объектах сбора и подготовки нефти на начало и конец отчетного периода, в том числе после проведения ремонтных работ на объектах сбора и подготовки нефти или переработки нефти;
 - з) определении потерь нефти фактических за отчетный период.

«Правила учета нефти», утв. постановлением Правительства РФ от 16.05.2014 №451

- ❖ Учет нефти, в том числе для целей налогообложения налогом на добычу полезных ископаемых, осуществляется в тоннах с точностью до третьего знака после запятой. Определение массы нетто нефти в составе нефтегазоводяной смеси при отборе на объектах сбора и подготовки нефти, а также при отборе нефти после ее подготовки осуществляется в соответствии с настоящими Правилами и проектной документацией.
- ❖ Нефть, передаваемая для транспортировки, должна сопровождаться паспортом качества нефти, устанавливающим соответствие значений показателей нефти, полученных в результате лабораторных испытаний, требованиям нормативной документации, составляемым организацией по форме, установленной Министерством энергетики Российской Федерации.
- ❖ Учетные операции с нефтью осуществляются на основе информации, полученной с применением средств измерений или технических устройств с измерительными функциями по методикам измерений, отвечающим требованиям законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений и о техническом регулировании.
- ❖ При осуществлении учетных операций с нефтью: объем и масса брутто нефти, объем и масса нефтегазоводяной смеси определяются с применением средств измерений; масса балласта нефти и масса нетто нефти определяются с применением средств измерений и результатов лабораторных испытаний.

нефти добытой, при хранении, погрузке, в стационарных и транспортных мерах вместимости

№ п/п	Наименование вида измерений	Диапазон измерений	Предельно допустимая относительная погрешность, %	
			Масса брутто	Масса нетто
1	Измерения количества нефти		Масса брутто	Масса нетто
1.1	прямым и косвенным методами динамических измерений	Без ограничений	0,25	0,35
1.2	прямым методом статических измерений взвешиванием на весах расцепленных железнодорожных и автомобильных цистерн	Без ограничений	0,4	0,5
1.3	прямым методом статических измерений взвешиванием на весах движущихся не расцепленных железнодорожных цистерн и составов из них			
	- для составов общей массой до 1000 т	Без ограничений	1,0	1,1
	- для составов общей массой 1000 т и более	Без ограничений	2,5	2,6
1. 4	косвенным методом статических измерений и косвенным методом измерений, основанном на гидростатическом принципе	200 т и более	0,5	0,6
		До 200 т	0,65	0,75