

МЕЖРЕГИОНАЛЬНЫЙ  
ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ

Искусство,  
дизайн и сфера  
услуг

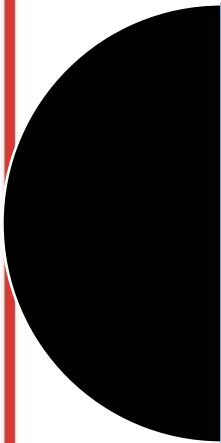


# Раздел 1 Метрология

Тюменская область

# Тема 1. Введение. Структура дисциплины

- **Метрология** – область знаний и вид деятельности, связанные с измерениями.
- **Стандартизация** – деятельность по установлению правил и характеристик в целях их многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышение её конкурентоспособности.
- **Подтверждение соответствия** - документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.
- **Техническое регулирование** – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.



# Метроло́гия – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности

**Предметом метрологии является извлечение количественной информации о свойствах объектов с заданной точностью и достоверностью; нормативная база для этого — метрологические стандарты**

## **Цель метрологии**

Это выяснение соотношений между единицами и их выражение в современных единицах, а также изучение происхождения названий единиц.

**Метрология** необходима при изучении истории экономики и права, материальной культуры и контактов между народами, т. к. развитие систем единиц обусловлено ростом производительных сил и сопутствует расширению международных связей

# Задачи метрологии

- 1) Создание общей теории измерений
- 2) Установление единиц физических величин
- 3) Разработка методов и средств измерений
- 4) Создание эталонов, поверка мер и средств измерений

# Разделы метрологии

- **Теоретическая метрология** – изучение проблем измерения в целом и их элементов (средств измерений, их единиц, методов измерений, результатов погрешностей и др.);
- **Законодательная метрология** – совокупность обязательных технических и юридических требований, правил и норм для обеспечения единства измерений;
- **Практическая метрология** – практическое применение разработок теоретической и положений законодательной метрологии

# Нормативные документы в сфере метрологии

- федеральный закон «Об обеспечении единства измерений»;
- федеральный закон «О техническом регулировании»;
- закон РФ «О защите прав потребителей»;
- федеральные законы отраслевого характера;

## Тема 2. Структурные элементы метрологии

- **Объекты метрологии** – единицы величин (физических величин), средства измерений, эталоны единиц величин, стандартные образцы, методики выполнения измерений.
- **Функции метрологии** -
- **Субъекты метрологии** –



## Функции метрологии

- Учёт продукции народного хозяйства в единицах массы, длины, объёма, энергии;
- Измерения физических величин, состава, свойств веществ в научных исследованиях, испытаниях и контроле качества продукции;
- Измерения в целях контроля и регулирования технологических процессов

# Основные понятия

- **Измерение физической величины** – совокупность операций по применению технических средств, хранящих единицу физической величины, которая обеспечивает нахождение соотношения (в явном и неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения данной величины. (Для определения объема 1 л молока выливаем его в сосуд = 1 л.)
- **Погрешность измерения** – разность между результатом измерения и истинным значением измеряемой величины.
- **Единство измерений** – состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в РФ единицах величин, а показатели точности не выходят за установленные границы.
- **Метрологическая служба** – совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений.

# Объекты метрологии

- **Средство измерения (СИ)** – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее (хранящее) единицу величины (часы, термометр, ...).
- **Единица величины** – фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины (1 кг, 1 м, 1 л).
- **Эталон единицы величины** – техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины.

• **Величина** – свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно.

Величины подразделяют на два вида:

- **идеальные;**
  - **реальные.**
- **Идеальные величины** – являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий.
- **Реальные величины** подразделяют на две группы:
- **нефизические;**
  - **физические.**

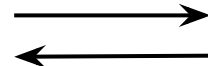
# КЛАССИФИКАЦИЯ СИ по точности измерений:

- эталоны;
- образцовые СИ;
- рабочие СИ.

# Государственный первичный эталон

## вторичные эталоны

Эталон копии



Эталон  
сравнения

Рабочие эталоны

Образцовые средства измерений

Рабочие средства измерений

- **Эталоны-**
- **Образцовые средства-**
- **Рабочие средства** измерений применяют для определения параметров (характеристик) технических устройств, технологических процессов, окружающей среды и др.

# Классификация видов средств измерений по сложности



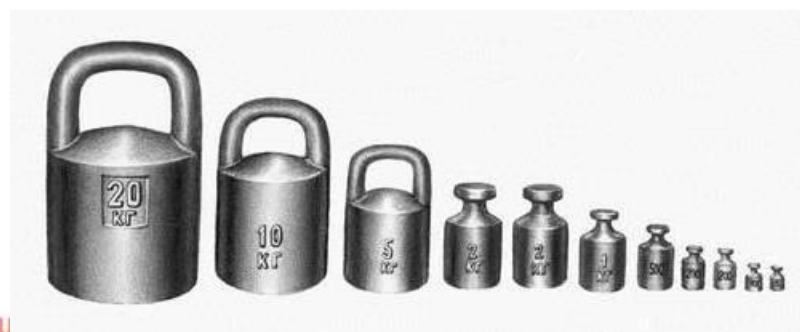
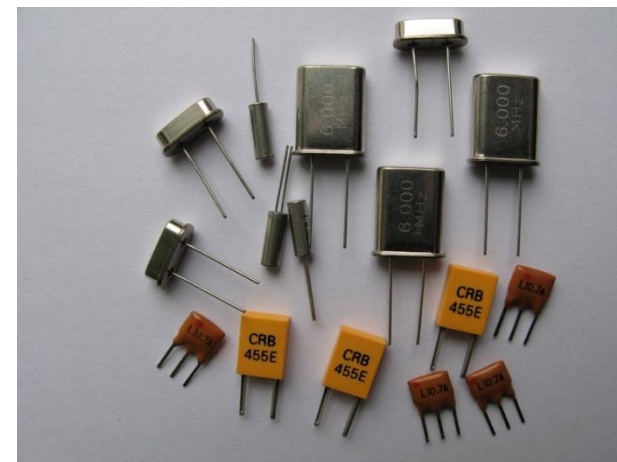
# Средства измерений

1. Меры
2. Измерительные приборы:
  - приборы прямого действия
  - приборы сравнения
3. Измерительные преобразователи
4. Измерительные системы
5. Измерительно-вычислительные комплексы

# Мера



- **Меры** предназначены для воспроизведения физической величины заданного размера. Различают однозначные и многозначные меры, а также наборы мер. Пример: гири, кварцевые генераторы и т. п.





# Измерительный прибор

- **Измерительные приборы** относятся к средствам измерений, предназначенным для получения измерительной информации о величине, подлежащей измерению, в форме, удобной для восприятия наблюдателем. Они подразделяются на **приборы прямого действия** и **приборы сравнения**, также на аналоговые и цифровые.

# Измерительный прибор

средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.



# Приборы прямого действия



- **Приборы прямого действия**, подвергают измеряемую величину последовательным преобразованиям в одном направлении, т. е. без возвращения к исходной величине.

К ним относятся большинство манометров, термометров, амперметров, вольтметров



# Приборы сравнения



## • **Приборы сравнения**

предназначены для сравнения измеряемых величин с величинами, значения которых известны. Сравнение проводится путем встречного включения этих величин в единый контур и наблюдения их разностного эффекта.



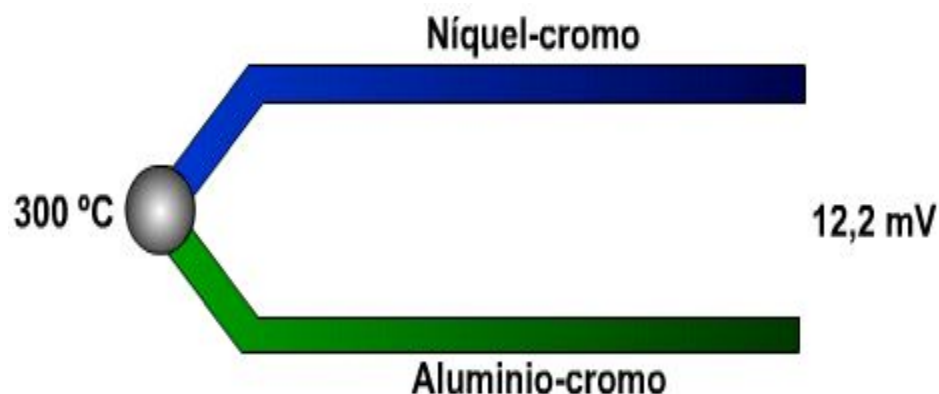
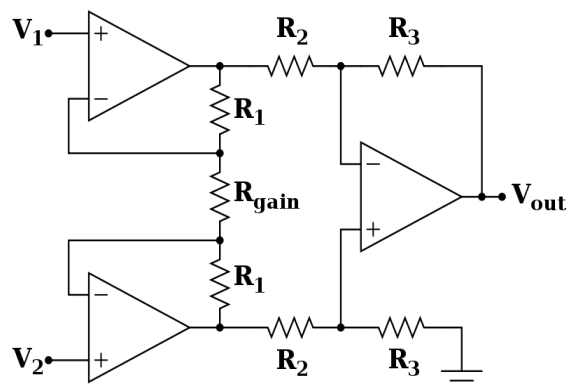
По этому принципу работают такие приборы, как равноплечие и неравноплечие весы (сравнение на рычаге силовых эффектов действия масс).



# Измерительный преобразователь



- **Измерительные преобразователи** - это средства измерений, перерабатывающие измерительную информацию в форму, удобную для дальнейшего преобразования, передачи, хранения и обработки, но, как правило, не доступную для непосредственного восприятия наблюдателем (термопары, измерительные усилители и др.).



# Измерительный преобразователь



POCA-10 - измерительный преобразователь температуры и влажности.



Измерительный преобразователь давления  
(интеллектуальный) APC-2000AL



# Измерительные системы и измерительно-вычислительные комплексы

- **Измерительные системы** - совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, территориально разобъединённые и соединённые каналами связи. Информация может быть представлена в форме, удобной как для непосредственного восприятия, так и для автоматической обработки, передачи, хранения и использования в автоматизированных системах управления.

Частными случаями измерительных систем являются измерительно-вычислительные комплексы





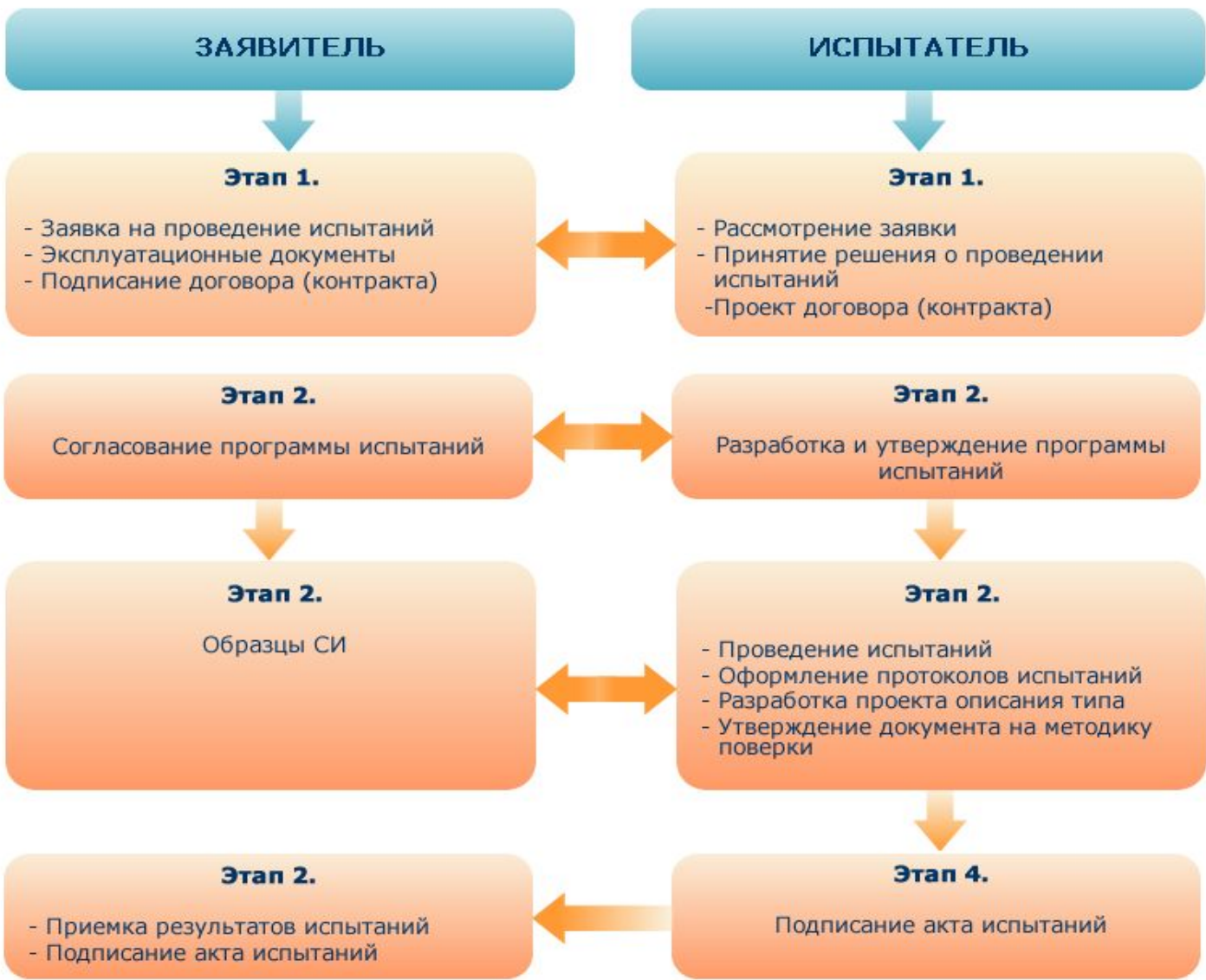
Измерительно-вычислительный **комплекс ИМЦ-03** для расчета объема и массы жидких продуктов а также для определения и контроля метрологических характеристик преобразователей. "ИМЦ-03" применяют в нефтяной и нефтеперерабатывающей отраслях, на предприятиях транспорта и хранения жидких продуктов.



# Метрологические процедуры

- **Поверка** - это совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (ГМС) с целью *определения и подтверждения соответствия характеристик средства измерения (СИ) установленным требованиям* (испытание, определение погрешностей)
- **Утверждение типа** – выдача свидетельства об утверждении типа средств измерений с описанием типа
- **Калибровка** - совокупность операций, выполняемых с целью *определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик* и (или) пригодности к применению средства измерений

# Порядок проведения испытаний средств измерений в целях утверждения типа



## **Профессиональная значимость метрологии в различных отраслях народного хозяйства**

- Каждый человек имеет дело с **измерениями**. Это и взвешивание товара, и измерение качества производства продукции, и важнейшая составляющая каждой работы. Проблемами измерения занимается **метрология**.
- Метрология помогает ориентироваться в современном мире, заполненном приборами и измерениями. Измерения всегда были основой взаимоотношений людей между собой, окружающими предметами, природой. Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и требуемой точности.
- В нашей стране ежедневно проводится от **50 до 200 млрд.** измерений, свыше **4 млн.** человек считают измерения своей профессией. **15-20%** общественного труда затрачивается на измерения. В России насчитывается более **1,5 млрд.** средств измерений. Благодаря применению средств измерений эффект в народном хозяйстве составляет около **10 руб. на 1 руб.** затрат.



## Тема 3. Субъекты метрологии

- Государственное управление деятельности по обеспечению единства измерений в России осуществляет **Федеральное агентство РФ по техническому регулированию и метрологии**, в ведении которой находятся организации:
- **Государственная метрологическая служба (ГМС);**
- **Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения земли (ГСВЧ);**
- **Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО) и другие**



# Структура ГМС

- Количество региональных центров стандартизации, метрологии и сертификации в РФ – **более 100**;
- Количество государственных научных метрологических центров в РФ – **7**.

# Основные задачи Федерального агентства РФ по техническому регулированию и метрологии

- **Осуществление** государственной политики в сфере метрологии, установление и использование стандартов, эталонов, единиц величин;
- **осуществление** мер по защите прав потребителей и интересов государства в области контроля за соблюдением безопасности товаров (услуг);
- **организация** функционирования систем обеспечения единства измерений;
- **проведение** государственного метрологического контроля;



## **Измерением называют совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины**

Измерения различают :

**1) по способу получения информации, 2) по характеру изменений измеряемой величины в процессе измерений, 3) по количеству измерительной информации, 4) по отношению к основным единицам.**

**По способу получения информации измерения разделяют на прямые, косвенные, совокупные и совместные.** Прямые измерения — это непосредственное сравнение физической величины с ее мерой. Например, при определении длины предмета линейкой

## Измерения (продолжение)

- При одновременном измерении нескольких однородных величин проводят **совокупные** измерения;
- Проводимые одновременно измерения нескольких неоднородных величин для нахождения между ними зависимостей называются **совместными**

# По характеру изменения измеряемой величины в процессе измерений:

- **Статистические,**
- **Динамические**
- **Статические измерения**
- **Статистические** измерения связаны с определением характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т.д. Статические измерения имеют место тогда, когда измеряемая величина практически постоянна.

- **Динамические** измерения связаны с такими величинами, которые в процессе измерений претерпевают те или иные изменения.
- **Статические и динамические** измерения в идеальном виде на практике редки.

# По количеству измерительной информации

- **Однократные и многократные измерения**
- **Однократные измерения** — это одно измерение одной величины. Практическое применение такого вида измерений всегда сопряжено с большими погрешностями, поэтому следует проводить не менее трех однократных измерений и находить конечный результат как среднее арифметическое значение

# Система обеспечения единства измерений

- **Совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами этой системы**

# Применение рабочих СИ

- **Рабочие средства** измерений применяют для определения параметров (характеристик) технических устройств, технологических процессов, окружающей среды и др. Они могут быть **лабораторными** (для научных исследований), **производственными** (для обеспечения и контроля заданных характеристик технологических процессов), **полевыми** (для самолетов, автомобилей, судов и т.п.).
- Каждый из этих видов рабочих средств отличается особыми показателями. Так, **лабораторные** средства измерений — самые точные и чувствительные, а их показания характеризуются высокой стабильностью.
- **Производственные** обладают устойчивостью к воздействиям различных факторов производственного процесса: **температуры, влажности, вибрации** и т.п., что может сказаться на достоверности и точности показаний приборов. Полевые работают в постоянно изменяющихся условиях

## Хранение эталонов

- **Международные эталоны хранит и поддерживает Международное бюро мер и весов (МБМВ).**
- **Важнейшая задача деятельности МБМВ состоит в систематических международных сличениях национальных эталонов крупнейших метрологических лабораторий разных стран с международными эталонами, а также и между собой**



## Сличение эталонов

- Необходимо для обеспечения достоверности, точности и единства измерений как одного из условий международных экономических связей.
- Установлены определенные периоды сличения. Например, эталоны метра и килограмма сличают каждые **25 лет**, а электрические и световые эталоны — **один раз в 3 года**.

# Методы измерений

- **Методы измерений** – совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов с установленными показателями точности.
- **Классификация методов:**
- **По общим приемам получения результатов измерений: прямой и косвенный.** Прямой применяется при прямом измерении, косвенный и при косвенном.

- В зависимости от типа применяемых измерительных средств 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 суждений группы специалистов.
- **Эвристические методы** оценки основаны на интуиции.
- **Органолептические методы** оценки основаны на использовании органов чувств человека.

# Погрешности

- **систематическая** – остаётся постоянной или изменяется закономерно при повторных измерениях одного и того же параметра;
- **случайная** – изменяется случайным образом при повторных измерениях одного и того же параметра. Значение случайной погрешности заранее не известно, возникает из-за множества не уточнённых факторов;
- **грубая (промах)** – возникает из-за ошибок оператора, неисправности СИ, резких изменений условий измерений.

## Область погрешности

- Область значений величины, в пределах которой допускаемые пределы погрешности нормированы, называются **доверительной областью**.
- Точность измерений определяется **абсолютной и относительной** погрешностями

## Основные единицы системы СИ:

- **метр** – единица длины – длина пути, которую проходит свет в вакууме за  $1/299\,792\,458$  долю секунды;
- **килограмм** – единица массы - масса международного прототипа – цилиндра, изготовленного из сплава платины и иридия;
- **секунда** – единица времени;
- **ампер** – единица силы тока;
- **кельвин** – единица температуры;
- **моль** – единица количества вещества;
- **кандела** – единица силы света.