

# Основы метрологии

**Основные положения в области  
метрологии.**

**Метрологическое обеспечение.**

- *Метрология* — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Слово «метрология» происходит от греческих слов *metron* (мера) и *logos* (понятие).
- **Метрология - научная основа измерительной техники**

В зависимости от решаемых задач различают три раздела метрологии:

- теоретический
- законодательный
- прикладной

# Основные задачи метрологии

развитие общей теории измерений;  
установление единиц физических величин;  
разработка методов и средств измерений;  
разработка способов определения точности измерений;  
обеспечение единства измерений и единообразия средств измерений;  
установление эталонов и образцовых средств измерений;  
разработка методов передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств измерений рабочим средствам измерений.

- **Измерительная техника** является неотъемлемой частью промышленного производства. Измерения служат основой научных исследований. **«Наука начинается с тех пор, как начинают измерять»** — писал великий русский ученый Д.И. Менделеев.
- В машиностроении высокоточные линейные и угловые измерения обеспечивают **взаимозаменяемость изделий, высокое качество, надежность и долговечность** машин и приборов.

- Современная измерительная техника сложилась в результате длительного развития средств измерений и учения об измерениях. Ускоренный прогресс техники измерений начался во второй половине XVIII в. и был связан с развитием промышленности. Повышение точности и производительности измерительных приборов происходило благодаря использованию *новых принципов измерений*, основанных на достижениях науки и техники.

- **Единица физической величины** – это физическая величина, применяемая для количественного выражения однородных ФВ, которой по определению присвоено числовое значение, равное ( или - размер физической величины, которому по определению придано значение, равное единице)
- *Измерение конкретной физической величины производят путем ее сравнения с величиной, принятой за единицу этой величины. Результатом измерений будет определенное число, показывающее соотношение измеряемой величины с единицей ФВ.*

- Значения измеряемых величин индивидуальны и в определенной мере случайны, что обусловлено **основным постулатом метрологии: «Любой отсчет является случайным».**
- Совокупность наименований физических величин и единиц их измерений составляют **систему**. В системе единиц физических величин выделяют основные единицы системы единиц (в СИ – метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин). Из сочетания основных единиц образуются производные единицы (скорости – м/с, плотности – кг/м<sup>3</sup>)



## *Классификация единиц измерения физических величин*

- **Основная ФВ** - ФВ, условно принятая в качестве независимой от др. ФВ.
- **Основная единица ФВ** - единица основной ФВ в данной системе единиц.
- **Производная ФВ** - ФВ, определяемая через основные величины этой системы.
- **Производная единица ФВ** - единица производной ФВ. Производные ФВ могут быть получены из одноименных или разноименных ФВ.
- **Система ФВ** - это совокупность взаимосвязанных основных и производных единиц физических величин.

- Одним из направлений развития **системы измерений** шло по пути создания **Единой Международной системы единиц (СИ)**.
- На первом этапе возникали *трудносоставимые национальные единицы измерений*, которые определялись такими условными обозначениями, как локоть, фут (ступня), вершок (половина указательного пальца), а позднее — специальными образцами.
- В конце XVIII в. во Франции была разработана **метрическая система мер**, основанная на «естественных» эталонах — **метре и килограмме**.

- В соответствии с решениями Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ), принятыми в разные годы, действуют следующие определения - основных единиц СИ.
- **Единица длины - метр** - длина пути, проходимого светом в вакууме за
- $1/299792458$  доли секунды (решение ХУЛ ГКМВ в 1983 г.).
- **Единица массы - килограмм** - масса, равная массе международного прототипа килограмма (решение 1 ГКМВ к 18'89 г )
- **Единица времени - секунда** -
- **Единица силы электрического тока – ампер** –
- **Единица термодинамической температуры- кельвин** -
- **Единица количества вещества- моль** -
- **Единица силы света- кандела** -

# **Основные метрологические понятия**

- Под ***измерением*** понимают познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной физической величины с известной физической величиной, принятой за единицу измерения.

- ***Техническими измерениями*** называются измерения различных физических величин с помощью специальных технических методов и средств. В машиностроении наиболее распространены линейные и угловые измерения, т. е. измерения линейных и угловых геометрических размеров изделий, шероховатости и волнистости поверхностей, отклонений расположения и формы поверхностей.

- **Физические величины** — это измеренные свойства физических объектов и процессов, с помощью которых они могут быть изучены. По условиям, определяющим точность результата, измерения делят на три класса:
- **измерения максимальной возможной точности**, достижимой при существующем уровне техники;
- **контрольно-поверочные измерения**, выполняемые с заданной точностью;
- **технические измерения**, погрешность которых определяется метрологическими характеристиками средств измерений.

- Технические измерения определяют **класс** измерений, выполняемых в производственных и эксплуатационных условиях, когда точность измерения определяется непосредственно средствами измерения.



- Важнейшими требованиями, предъявляемыми к техническим измерениям, являются единство и точность измерений.
- ***Единство измерений — такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью.***

Единство измерений обеспечивает  
взаимозаменяемость изделий, например, деталей, изготавливаемых по одному чертежу на разных предприятиях.

- ***Точность измерений*** характеризует качество измерений, отражающее близость их результатов к истинному значению измеряемой величины, т. е. близость к нулю погрешности измерений.
- Процесс решения любой задачи измерения включает в себя, как правило, ***три этапа***:
  1. подготовку,
  2. проведение измерения (эксперимента)
  3. обработку результатов.

В процессе проведения самого измерения объект измерения и средство измерения приводятся во взаимодействие.

- ***Средство измерения*** — техническое устройство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики.

- ***Результат измерения*** — значение физической величины, найденное путем ее измерения. В процессе измерения на средство измерения, оператора и объект измерения воздействуют различные внешние факторы, именуемые *влияющими физическими величинами*.
- Эти физические величины не измеряются средствами измерения, но оказывают влияние на результаты измерения. Несовершенство изготовления средств измерений, неточность их градуировки, внешние факторы (температура окружающей среды, влажность воздуха, вибрации и др.), субъективные ошибки оператора и многие другие факторы, относящиеся к влияющим физическим величинам, являются неизбежными причинами появления ***погрешности измерения***.

- ***Мерой точности измерения является погрешность измерения.***
- ***Погрешность измерения*** — отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.
- Под ***истинным значением физической величины*** понимается значение, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующие свойства измеряемого объекта.

## Основные постулаты метрологии:

- ***истинное значение определенной величины существует и оно постоянно; истинное значение измеряемой величины отыскать невозможно.*** Отсюда следует, что результат измерения математически связан с измеряемой величиной вероятностной зависимостью.
- Поскольку истинное значение есть идеальное значение, то в качестве наиболее близкого к нему используют ***действительное значение.*** Действительное значение физической величины — это значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что может быть использовано вместо него. На практике в качестве действительного значения принимается среднее арифметическое значение измеряемой величины.

- Рассмотрев понятие об измерениях, следует различать и родственные термины: **контроль, испытание и диагностирование.**
- **Контроль** — частный случай измерения, проводимый с целью установления соответствия измеряемой величины заданным пределам.
- **Испытание** — воспроизведение в заданной последовательности определенных воздействий, измерение параметров испытуемого объекта и их регистрация.
- **Диагностирование** — процесс распознавания состояния элементов объекта в данный момент времени. По результатам измерений, выполняемых для параметров, изменяющихся в процессе эксплуатации, можно прогнозировать состояние объекта для дальнейшей эксплуатации.
- **Метод измерений** — прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерения.

# **Метрологическое обеспечение**



## ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА



В Законе Российской Федерации установлено **три вида** государственного метрологического **контроля** и **три вида** государственного метрологического **надзора**.

## Виды государственного метрологического контроля:

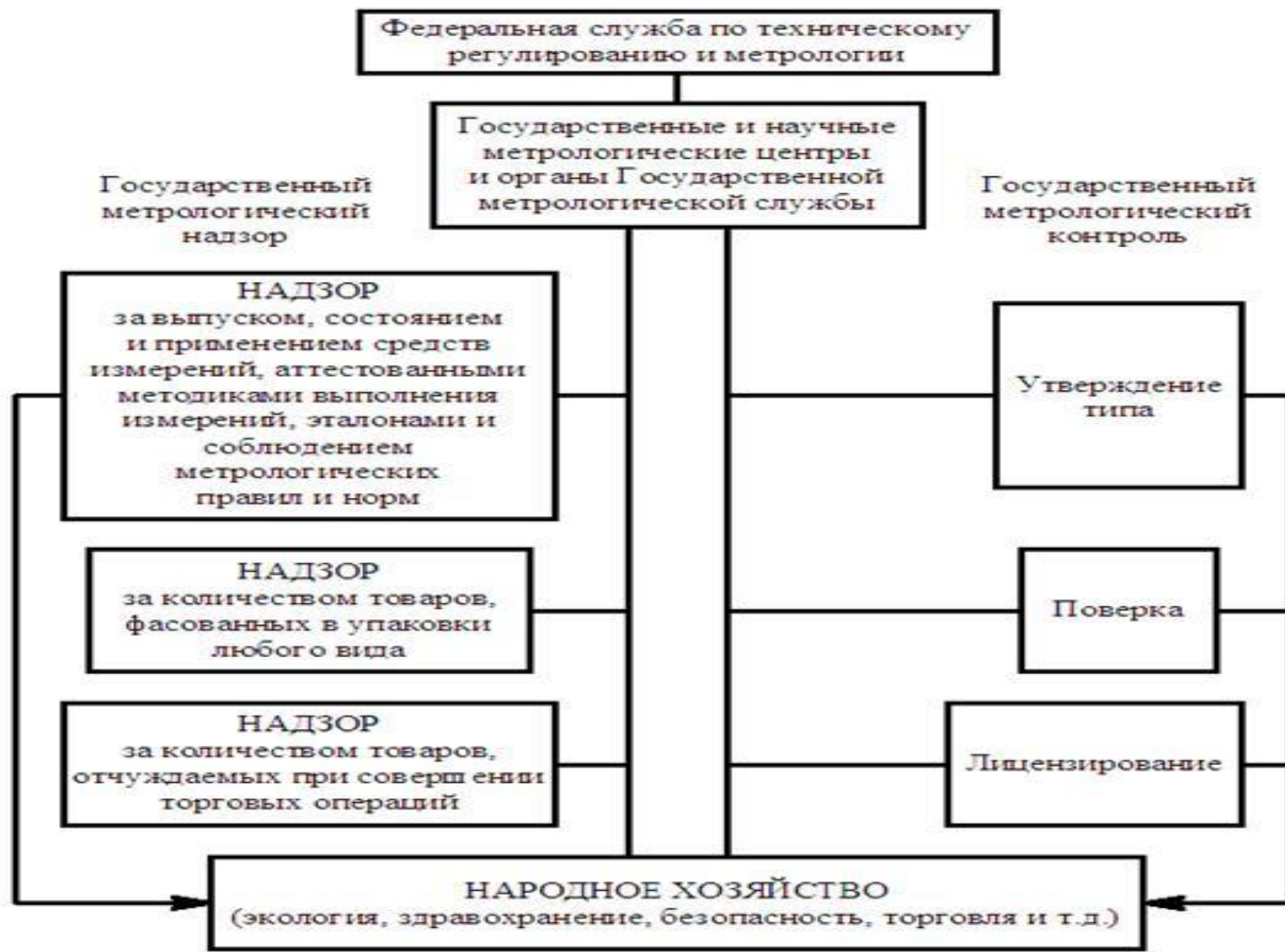
- определение типа средств измерений;
- поверка средств измерений;
- лицензирование юридических и физических лиц, занимающихся производством и ремонтом средств измерений.



# Виды государственного метрологического надзора:

- за изготовлением, состоянием и эксплуатацией средств измерений, аттестованными методами выполнения измерений, эталонами единиц физических величин, выполнением метрологических правил и норм;
- за количеством товаров, которые отчуждаются в процессе торговых операций;
- за количеством товаров, расфасованных в упаковки любого вида, в процессе их фасовки и продажи.





# ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Государственные и научные метрологические центры  
и органы Государственной метрологической службы

Государственный  
метрологический надзор

**НАДЗОР**  
за выпуском, состоянием  
и применением средств измерений,  
аттестованными методиками  
выполнения измерений, эталонами  
и соблюдением метрологических  
правил и норм

**НАДЗОР**  
за количеством товаров,  
фасованных в упаковки любого  
вида

**НАДЗОР**  
за количеством товаров,  
отчуждаемых при совершении  
торговых операций

Государственный  
метрологический контроль

УТВЕРЖДЕНИЕ ТИПА

ПРОВЕРКА

**НАРОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО**  
(экология, здравоохранение, безопасность, торговля и т. д.)

Государственный метрологический контроль и надзор

- Достижение высокого качества продукции и обеспечение точности и взаимозаменяемости деталей или сборочных единиц невозможно без метрологического обеспечения производства.
- ***Метрологическое обеспечение (МО) — установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерения.***

- **Юридическую основу МО** составляет закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений», а также нормативные документы Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии (Федерального агентства), как организации, на которые правительством возложено проведение единой государственной технической политики в области метрологии.

- **Научно-технической основой МО** являются системы государственных эталонов единых физических величин; передачи размеров единиц физических величин от эталонов к рабочим средствам измерений; государственных испытаний средств измерений, их поверки и калибровки; обязательной государственной поверки или метрологической аттестации средств измерений, эксплуатации и ремонта; стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, обеспечивающих воспроизведение единиц величин, характеризующих состав и свойства веществ и др.



- ***Организационные основы МО*** составляют государственные и ведомственные метрологические службы (в том числе на фирмах и предприятиях различных форм собственности).

# Задачи и состав ГМС.

В состав Государственной метрологической службы входят государственные научные метрологические центры, научно-исследовательский институт метрологии и около ста центров метрологии и стандартизации.

- Государственной метрологической службой (ГМС) руководит Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Имеются также отраслевые и федеральные метрологические службы, а также метрологические службы предприятий, организаций, учреждений, являющихся юридическими лицами.
- ГМС осуществляет государственный контроль и надзор в области метрологии и измерений. Госконтроль включает: утверждение типа измерения, поверку СИ, лицензирование деятельности юридических или физических лиц по изготовлению и ремонту СИ.
- Госнадзор осуществляется за количеством товара при торговых операциях, при расфасовке и продаже, за выпуском, состоянием и применением СИ, за аттестованными методиками измерений, эталонами, за соблюдением правил измерений.

- В состав государственной метрологической службы, осуществляющей свою деятельность под руководством Федерального агентства, входят:
- Государственные научные метрологические институты, осуществляющие создание, совершенствование и хранение государственных эталонов, а также проводящие исследовательские работы по научным основам метрологии;
- Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССА), отвечающая за создание и внедрение стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов с целью обеспечения единства измерений;
- Государственная служба стандартных справочных данных о специфических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД), осуществляющая информационное обеспечение организаций;

- Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ), сеть организаций, несущих ответственность за воспроизведение и хранение единиц времени и частоты и передачу их размеров, а также за обеспечение потребности народного хозяйства соответствующей информацией.
- Территориальные органы Федерального агентства расположены в республиках Российской Федерации, краях, областях, в Москве и Санкт-Петербурге. Основное направление их деятельности — обеспечение единства измерений в стране, включая хранение вторичных эталонов, государственный надзор за МО производства и применяемых на нем средств измерений и т.д., аккредитация метрологических поверок на производстве и т.д.

- В соответствии с действующим в настоящее время положением, все средства измерений, предназначенные для серийного производства, ввоза из-за границы партиями и выпуска в обращение в России, подлежат обязательным государственным *испытаниям* в органах Государственной метрологической службы.

- *Цель испытаний* — обеспечить высокий технический уровень отечественного приборостроения и соответствие характеристик средств измерений современным требованиям мирового рынка, установление оптимальной номенклатуры средств измерений, обеспечивающих потребности страны и развитие ее метрологической базы, высокую степень унификации и стандартизации средств измерений, а также развитие специализации и кооперирования при их производстве. Кроме того, государственные контрольные испытания способствуют своевременной подготовке метрологической службы страны к обслуживанию средств измерений при выпуске их из производства и в эксплуатации.

В процессе **государственных контрольных** (приемочных) испытаний определяют:

- соответствие средств измерений требованиям стандартов;
- соответствие технических характеристик средств измерения требованиям технического задания;
- возможность метрологического обслуживания и обеспечения нормированных значений метрологических характеристик испытываемых приборов при их серийном производстве и в эксплуатации;
- метрологические характеристики, подлежащие контролю при выпуске средств измерений из производства и в эксплуатации, а также рекомендуемая периодичность контроля.

- Государственные контрольные испытания проводятся также с целью проверки соответствия выпускаемых из производства или ввозимых из-за границы средств измерения, утвержденному Федеральным агентством типу, требованиям стандартов и технических условий.



- Для обеспечения единства и достоверности измерений в стране, систематического совершенствования парка средств измерений, применяемых во всех отраслях народного хозяйства, внедрения новой измерительной техники; поддержания средств измерений и постоянной готовности к выполнению измерений, в Российской Федерации действует ***система метрологического надзора за средствами измерений***.
- К эксплуатации допускаются средства измерений, признанные по результатам метрологического надзора пригодными к применению.

- За надлежащее состояние и исправность средств измерений, правильность проводимых измерений, организацию и качество ведомственного надзора ответственность несут руководители предприятий, организаций и учреждений.
- *Метрологический надзор осуществляется проведением поверки средств измерений, метрологической ревизии и метрологической экспертизы.*

- ***Поверка*** средств измерений проводится для установления их пригодности к применению. Пригодными к применению признаются средства измерений, поверка которых, выполненная в соответствии с нормативными документами, подтверждает их соответствие требованиям этих документов.

- Поверка подразделяется на *первичную, периодическую, внеочередную и инспекционную*.
- Первичной называется первая поверка средств измерений, производимая при выпуске его из производства или ремонта.
- Периодической называется поверка средств измерений, производимая при их эксплуатации и хранении через определенные промежутки времени.
- Внеочередная поверка производится при эксплуатации (хранении) средств измерений вне зависимости от сроков периодической поверки.
- Инспекционная поверка проводится для выявления исправности средств измерений, выпускаемых из производства или ремонта и находящихся в обращении, при проведении метрологической ревизии на предприятиях, складах, базах снабжения и в торговых организациях.

- Государственной или ведомственной поверке подлежат все средства измерений.
- Средства измерений, не прошедшие поверки, неисправные, и в том числе имеющие внешние повреждения или своевременно не поверенные, к эксплуатации не допускаются.

- С целью МО производства на предприятиях различных форм собственности создаются метрологические службы или службы главного метролога, которые должны быть аккредитованы органами Федерального агентства.
- *В понятие МО производства входят научные и организационные основы, технические средства, правила и нормы, обеспечивающие полноту, точность и достоверность контроля качества продукции на всех этапах ее производства, необходимых для управления современным производством и обеспечения стабильного уровня качества продукции.*

- *Метрологическое обеспечение охватывает все стадии жизненного цикла изделия, начиная с этапа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. На этом этапе устанавливаются, а затем закладываются в конструкторской и технологической документации параметры точности, обеспечивающие высокие эксплуатационные характеристики изделия и их допуски; производится выбор и обоснование необходимых средств измерения и контроля.*

При этом устанавливаются:

- необходимая номенклатура контролируемых параметров комплектующих изделий, сырья, материалов, подлежащих входному контролю;
- возможность контроля этих параметров, а также наличие на предприятии необходимых средств и методов измерений и, при необходимости, приобретение соответствующей измерительной техники;
- наличие необходимой нормативно-технической документации и подготовленного обслуживающего персонала.
- В случае необходимости конструктор или технолог могут выдать техническое задание за разработку новых средств контроля, измерений или испытаний параметров продукции или ее элементов.



- *Метрологические службы на предприятиях и в организациях в процессе производства проводят метрологический контроль и надзор за средствами измерений путем:*
- калибровки средств измерений;
- надзора за состоянием и применением средств измерений, с соблюдением метрологических правил и норм, а также нормативных документов по обеспечению единств измерений;
- поверки своевременности предоставления средств измерений на поверку и калибровку;
- выдачи обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушений метрологических норм и правил;
- проведения метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации и др.

- В рамках МО производства проводится метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации, целью которой является анализ и оценка технических решений по выбору параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности и обеспечению методами и средствами измерений процессов разработки, изготовления, эксплуатации и ремонту изделий.

- Значение метрологического обеспечения производства для достижения высокого качества продукции определено рядом международных документов, в том числе стандартом ИСО 10002—1.
- Соблюдение этого стандарта является одним из условий аккредитации системы качества на предприятии.

# Контрольные вопросы

1. Дайте определение метрологии.
2. Что входит в понятие метрологического обеспечения производства?
3. В чем заключаются функции метрологического обеспечения на этапе проектирования?
4. Что входит в понятие метрологического обеспечения на этапе производства?
5. Какие функции у метрологических служб на предприятиях?