

Тема 1. Основы метрологии

Средства и методы измерений

ОП. 08. «Стандартизация, метрология и подтверждение
соответствия»

Средства измерений (СИ)

Средство измерений (СИ) представляет собой техническое устройство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики.

К СИ относятся:

- Меры
- Измерительные приборы
- Измерительные преобразователи
- Измерительные установки
- Измерительные системы

Мера — это средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера

Мера — это средство измерения, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера. К мерам относят гири, концевые меры длины, нормальные элементы (меры ЭДС).

Меры

Однозначные меры
(воспроизводят величину
одного размера)

- гиря
- концевые меры длины

Многозначные меры
(воспроизводят ряд
однородных величин)

- линейка с мм делениями

Погрешность меры

Широкое применение находят наборы и магазины мер. Указанное на мере (или приписанное мере) значение величины является **номинальным значением меры**.

Разность между номинальным и действительным значениями меры называется **погрешностью меры**, которая является метрологической характеристикой мер.

Стандартный образец

Стандартный образец — средство измерений в виде вещества (материала), состав и свойства которого установлены при метрологической аттестации.

В последние годы стандартные образцы нашли широкое применение в метрологической деятельности и в практике измерений.

Измерительный прибор

Измерительный прибор — средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

Измерительные приборы по способу получения результата измерений подразделяют на **показывающие** (аналоговые и цифровые) и **регистрирующие** (самопишущие и печатающие).

Для измерительных приборов обязательно должны быть **нормированы**: цена деления шкалы, пределы шкал аналоговых приборов; выходной код, число его разрядов, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода для цифровых приборов.

Кроме этих характеристик нормируются и другие, оказывающие влияние на результат измерения.

Измерительный преобразователь

Измерительный преобразователь — средство измерения предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки или хранения.

В отличие от измерительного прибора сигнал на выходе измерительного преобразователя не может восприниматься наблюдателем.

Измерительная установка

Измерительная установка — совокупность функционально объединенных средств измерений (мер, измерительных приборов измерительных преобразователей) и вспомогательных устройств предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, которая удобна для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенных в одном месте.

Измерительная система

Измерительная система — совокупность средств измерений (мер, измерительных приборов и преобразователей) и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связей, которые предназначены для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и (или) использования в автоматических системах управления.

По метрологическому назначению средства измерений подразделяют на два вида: **рабочие средства измерений**, которые используют для получения результатов измерений при решении различных производственных задач; по условиям применения они могут быть:

- лабораторными, используемыми для научных исследований, проектирования технических устройств, медицинских измерений;
- производственными, используемыми для контроля характеристик технологических процессов, контроля качества готовой продукции, контроля отпуска товаров;
- полевыми, используемыми при эксплуатации таких технических устройств, как самолеты, автомобили, речные и морские суда и др.

Эталон — это средство измерения (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы физической величины и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений, утвержденное в качестве эталона в установленном порядке. Эталоны являются высокоточными средствами измерений, а поэтому используются для метрологических измерений в качестве средств передачи информации о размере единицы физической величины. Размер единицы передается «сверху вниз» от более точных средств измерения к менее точным: первичный эталон — вторичный эталон — рабочий эталон 0-го порядка — рабочий эталон 1-го порядка — ... — рабочее средство измерения.

Конструкция эталона, его свойства и способ воспроизведения единицы определяется природой данной физической величины и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений. Эталон должен обладать, по крайней мере, тремя тесно связанными друг с другом существенными признаками — неизменностью, воспроизводимостью и сличаемостью.

Первичный эталон — эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Первичный эталон может быть и международным, и национальным.

Международный эталон — эталон, принятый по международному соглашению в качестве международной основы для согласования с ним размеров единиц, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами.

Национальный (государственный первичный) эталон — служит в качестве исходного для страны.

Вторичный эталон — эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы.

Рабочий эталон — эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерения.

Эталоны предназначены для воспроизведения, хранения и передачи размеров единиц рабочим средствам измерений. Государственные и рабочие эталоны хранят и применяют государственные научные метрологические центры. Эталоны (бывшие образцовые средства измерений) предназначены только для передачи размеров единиц, их хранят и применяют органы государственной метрологической службы и метрологические службы юридических лиц. Поэтому увязка рабочих средств измерений с государственным эталоном является исключительно метрологической задачей, и выполняют эту задачу аттестованные в установленном порядке специалисты.

Под *методом измерений* понимают совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Принципы измерения определяют совокупность физических явлений, на которых основаны измерения. Все методы измерения поддаются систематизации и обобщению по общим характерным признакам. Наибольшее распространение получила метрологическая классификация методов измерений, в соответствии с которой методы измерений подразделяются на метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой (рис.

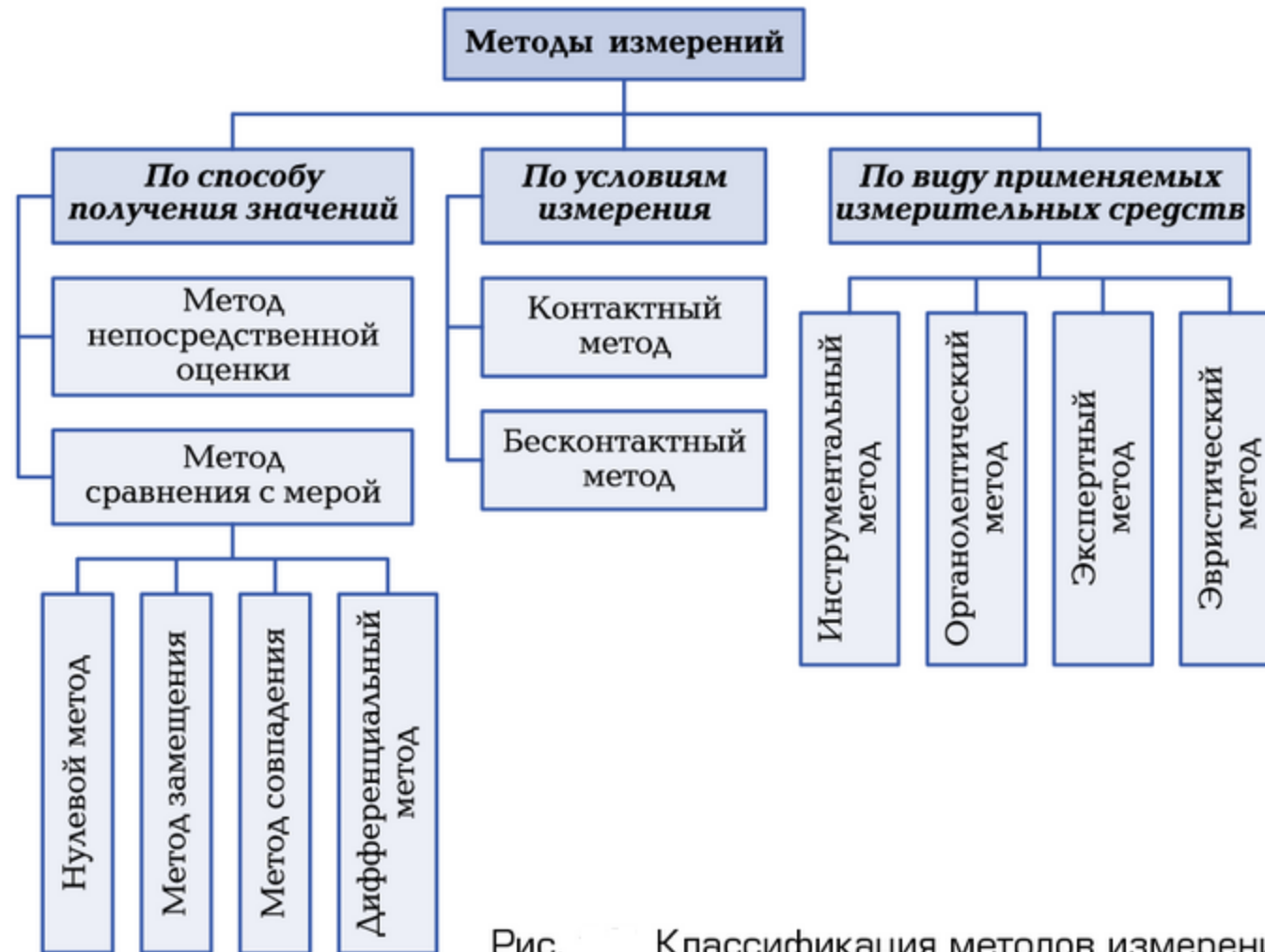


Рис. Классификация методов измерений

Метод непосредственной оценки — это такой метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. В таком приборе предусмотрено преобразование сигнала измерительной информации в одном направлении без применения обратной связи, например измерение температуры ртутным термометром. Для измерения методом непосредственной оценки применяют очень много различных приборов: манометры, амперметры, расходомеры, барометры и др. Достоинствами этого метода является быстрота получения результата измерения, возможность непосредственного наблюдения за изменениями измеряемой величины. Однако его точностные возможности ограничены погрешностями градуировки прибора.

Метод сравнения с мерой — это такой метод, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. При этом используют прибор сравнения, т.е. измерительный прибор, предназначенный для непосредственного сравнения измеряемой величины с известной. Метод сравнения с мерой имеет разновидности, которые часто рассматриваются как самостоятельные методы измерений: нулевой, дифференциальный и метод совпадений. Метод сравнения с мерой точнее метода непосредственной оценки. Точностные возможности метода сравнения с мерой определяются в основном погрешностью изготовления применяемых мер. Обязательным в методе сравнения с мерой является наличие сравнивающего устройства. Метод сравнения с мерой имеет несколько разновидностей:

- **нулевой метод** (или метод полного уравнивания) — метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и встречного воздействия меры на сравнивающее устройство сводятся к нулю. Измерение массы на равноплечных весах, когда воздействие на весы массы m_x полностью уравнивается массой гирь m_o ;
- **дифференциальный метод измерения** — это метод измерения, при котором измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, которое незначительно отличается от значения измеряемой величины. При дифференциальном методе полное уравнивание не производят, а разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, отсчитывается по шкале приборов. Измерение массы на равноплечных весах, когда воздействие массы m_x на весы частично уравнивается массой гирь m_o , а разность масс отсчитывается по шкале весов, градуированной в единицах массы. В этом случае значение измеряемой величины

$$m_x = m_o + \Delta m_x,$$

где Δm_x — показания весов;

- **метод замещения** — метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой и измерение производят в два приема. Вначале на чашу весов помещают взвешиваемую массу и отмечают положение указателя весов, затем на чашу весов помещают гири так, чтобы указатель весов установился точно в том же положении, что и в первом случае;
- **метод совпадений** — метод, при котором разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, определяют, используя совпадения отметок шкал или периодических сигналов. Например, при измерении штангенциркулем используют совпадение отметок основной и нониусной шкал.

По условиям измерения различают контактный и бесконтактный методы.

Контактный метод — это метод измерения, основанный на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения, например измерение длины линейкой или измерение температуры термометром. При *бесконтактном методе* чувствительный элемент прибора не контактирует с изме-

ряемым объектом, например измерение скорости или расстояния локатором.

В зависимости от измерительных средств, используемых в процессе измерения, различают инструментальный, экспертный, органолептический и эвристические методы измерений.

Инструментальный метод основан на использовании специальных технических средств, например микроскопа, штангенциркуля, профилметра и др.

Экспертный метод оценки основан на использовании данных нескольких специалистов. Метод широко применяется в квалиметрии, медицине, спорте и искусстве.

Органолептический метод оценки основан на использовании органов чувств человека (обоняние, осязание, зрение, слух и вкус). Часто используются измерения на основе впечатлений (конкурсы, соревнования).

Эвристические методы основаны на интуиции. Примером может служить метод попарного сопоставления, когда измеряемые величины сначала сравниваются между собой попарно, а затем производится ранжирование на основании результатов этого сравнения.

Эвристические методы основаны на интуиции. Примером может служить метод попарного сопоставления, когда измеряемые величины сначала сравниваются между собой попарно, а затем производится ранжирование на основании результатов этого сравнения.

Все средства измерения можно классифицировать по двум основным признакам (рис. 1.1):

- по конструктивному исполнению;
- метрологическому назначению.

По конструктивному исполнению, а также форме представления измерительной информации средства измерений подразделяются следующим образом:

- мера физической величины;
- измерительные преобразователи;
- измерительные приборы;
- измерительные установки;
- измерительные системы.

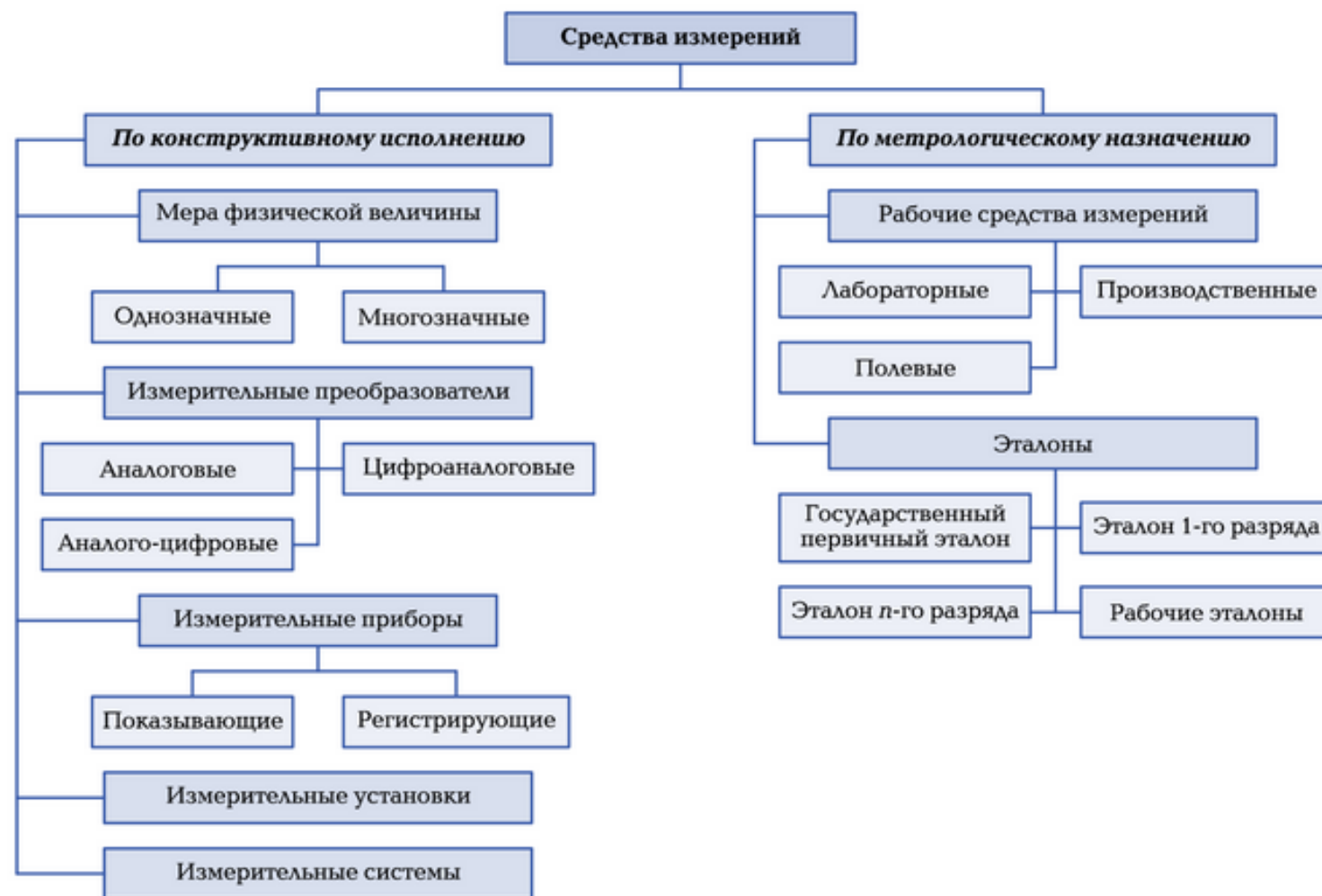


Рис. Классификация средств измерений