

РАЗДЕЛ 1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

1.1. Основные понятия в области метрологии

ЗНАЧЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ ВЕЛИЧИНЫ И ЕЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Физическая величина – характеристика одного из свойств физического объекта, общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная для каждого объекта.

Значение физической величины – оценка её размера в виде некоторого числа принятых для неё единиц или числа по принятой для неё шкале.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путём с помощью специальных технических средств. Найденное значение называют результатом измерения.

Основными слагаемыми измерения являются:

1. Воспроизведение единицы физической величины;
2. Преобразование исследуемого сигнала;
3. Сравнение значения измеряемой физической величины с единицей, воспроизводимой мерой;
4. Фиксация результата сравнения.

Принято различать несколько **видов измерений** (рисунок 1):

1. По характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения:

1.1. статические (измеряемая величина остается постоянной)

1.2. динамические (измеряемая величина изменяется). Динамические измерения в свою очередь могут быть: *непрерывными* (применяемые технические средства позволяют непрерывно следить за значениями измеряемой величины) и *дискретными* (значения фиксируются только в определенный момент времени).

2. По способу получения информации:

2.1 прямые измерения (искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных).

Пример. Измерение напряжения вольтметром, фазового сдвига – фазометром.

2.2 косвенные (искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям).

Пример. Коэффициент усиления усилителя по измеренным значениям $U_{вх}$ и $U_{вых}$
($k = U_{вых} / U_{вх}$).

2.3 совокупные (одновременно измеряют несколько одноименных величин, и искомые значения находят, решая систему уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин).

2.4 совместные (производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними).

Пример. Определение зависимости сопротивления резистора от температуры.

3. По используемому методу измерения:

3.1 метод непосредственной оценки (в котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия)

3.2 метод сравнения с мерой (в котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой).

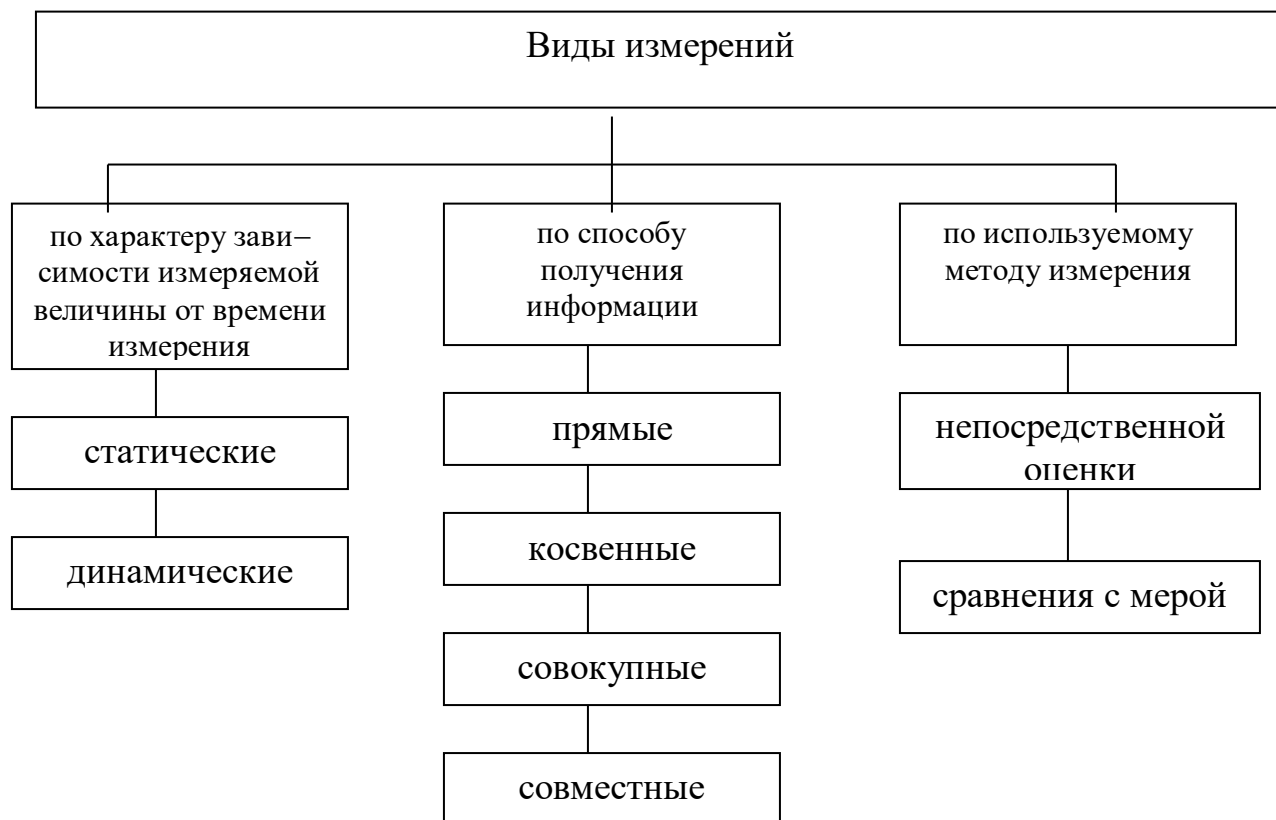


Рисунок 1 – Виды измерений

Вопросы для самопроверки:

1. Основные слагаемые измерения.
2. Виды измерения.
3. Классификация измерений по характеру зависимости измеряемой величины от времени измерения
4. Классификация измерений по используемому методу.
5. Классификация измерений по способу получения информации.

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Метод измерений – это способ экспериментального нахождения значения физической величины.

1. **Метод непосредственной оценки** – когда искомое значение определяется непосредственно по шкале измерительного прибора.

2. **Метод сравнения** – при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, значение которой известно. При этом методе действие измеряемой величины на какую-либо систему сравнивается с действием на эту же систему меры. Мера принимает непосредственное участие в процессе измерения. Пример: измерение массы на рычажных весах с уравниванием гирями.

Такой метод реализуется в измерительной практике в виде следующих модификаций:

2.1. Нулевой (компенсационный) – при котором, результирующий эффект воздействия обеих величин на измерительный прибор доводится до нуля. Измеряемая величина или величина, зависящая от неё, уравнивается образцовой. Индикаторный прибор регистрирует исчезновение какой-либо величины (тока или напряжения), которое будет наблюдаться при равенстве сравниваемых величин.

Особенности: высокая точность.

Примеры: метод компенсации; метод уравновешенного моста; метод нулевых биений; измерение частоты осциллографом при помощи фигур Лиссажу.

2.2. Дифференциальный – при котором прибором измеряют разность между искомой величиной и известной эталонной. Полного уравнивания не происходит, а прибор должен быть отградуирован в единицах измеряемой величины.

Особенности: метод обеспечивает высокую точность, если сравниваемые величины мало отличаются друг от друга.

Примеры: неуравновешенные мосты; компенсаторы с неполной компенсацией; измерение частоты цифровым частотомером с гетеродинным переносчиком частоты.

2.3. Замещения – измеряемую величину замещают на протяжении измерения образцовой. Метод позволяет исключить систематическую погрешность измерения.

Особенности: эффект от воздействия сравниваемых величин наблюдается не одновременно, а поочередно.

Примеры: для измерения сопротивления резисторов; измерение ослабления аттенюатора с помощью образцового переменного аттенюатора.

Вопросы для самопроверки:

1. Отличие метода непосредственной оценки и метода сравнения.
2. Модификации метода сравнения.
3. Суть метода замещения.
4. Суть компенсационного метода.
5. Суть дифференциального метода.

ОСНОВНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОНЯТИЯ

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства, о способах достижения требуемой точности.

Metron (греч) - мера; logos (греч) – учение, слово

Задачами метрологии являются: обеспечение единства измерений, а также методов передачи размеров единиц от эталонов к образцовым и далее к рабочим мерам и измерительным приборам.

К **основным направлениям метрологии** относятся:

1. общая теория измерений;
2. единицы физических величин и их системы;
3. методы и средства измерений;
4. методы определения точности измерений;
5. основы обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений;
6. эталоны и образцовые средства измерений;
7. методы передачи размеров единиц от эталонов и образцовых средств измерений рабочим средствам измерений.

Единство во всех областях измерений и руководство всеми метрологическими работами осуществляет Метрологическая служба Государственного комитета стандартов. Важнейшая задача метрологической службы – создание эталонов с наивысшей точностью, достижимой при данном состоянии измерительной техники, и передача единиц измерений от эталонов к рабочим приборам с минимальной потерей точности.

Термины и определения основных понятий метрологии установлены ГОСТ. При измерениях используют единицы величин Международной системы единиц, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам и рекомендованной Международной организацией законодательной метрологии.

Основные понятия:

Измерение – процесс сравнения путем физического эксперимента данной величины с величиной того же рода, принятой за единицу измерения.

Измерительный прибор – это средство измерения в виде устройства, в котором измеряемая величина преобразуется в показания или сигнал, пропорциональный физической величине.

Мера – средство измерения в виде устройства, служащего для воспроизведения одного или нескольких значений данной физической величины.

Вопросы для самопроверки:

1. Дать определение метрологии.
2. Основные направления метрологии.
3. Что такое измерение?
4. Что такое измерительный прибор?

5. Что такое мера?
6. Назначение Метрологической службы.

ГРУППЫ МЕР И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

1. ЭТАЛОНЫ – средства измерения, обеспечивающие воспроизведение и хранение физической величины с целью передачи размера единицы образцовым средствам измерения, а от них – рабочим средствам измерения.

Уровни эталонов:

1.1. Рабочие – являются основными измерительными средствами в отраслевой лаборатории. Используются для контроля и калибровки лабораторного инструмента в данной отрасли производства и для выполнения некоторых точных измерений. Они периодически сверяются с вторичными эталонами.

1.2. Вторичные – хранятся в различных лабораториях отрасли производства. Их основная функция – контроль и калибровка рабочих эталонов. Периодически эти эталоны можно отсылать в национальные метрологические лаборатории для контроля и калибровки. Их сравнивают с первичным эталоном.

1.3. Первичные – хранятся в национальных лабораториях различных стран. Они не доступны для использования вне данной национальной лаборатории, их можно использовать для калибровки присланных в лабораторию вторичных эталонов.

1.4. Международный эталон – воспроизводится с максимально возможной точностью, обеспечиваемой принятым методом измерения. Они хранятся в Международном бюро мер и весов в Севре (вблизи Парижа). Они не подлежат использованию для измерений или калибровки.

2. ОБРАЗЦОВЫЕ МЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ – им размер физической величины передается непосредственно от рабочего эталона. Они предназначены только для поверки рабочих средств измерений.

3. РАБОЧИЕ МЕРЫ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ – их используют для проведения измерений в лабораториях и на производстве.

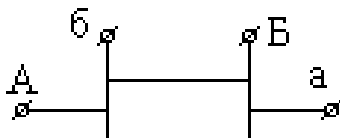
Вопросы для самопроверки:

1. Группы мер и измерительных приборов.
2. Уровни эталонов.
3. Назначение образцовых мер и измерительных приборов.
4. Назначение рабочих мер и измерительных приборов.

МЕРЫ ЕДИНИЦ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

1. **Мера электрического сопротивления** (рисунок 2) – выполняется в виде катушек сопротивления (от 10^{-5} Ом до 10^{10} Ом). Образцовые катушки сопротивления выполняются из манганина, обладающего: малым температурным коэффициентом сопротивления; большим удельным сопротивлением; малой термо-ЭДС при контакте с Cu.

Cu (84 %)	}	сплав манганина
Ni (4 %)		
Mn (12 %)		



А, а – токовые зажимы; Б, б – потенциальные зажимы.

Рисунок 2 – Мера электрического сопротивления

Образцовые катушки (рисунок 3) должны иметь возможно меньшие собственную ёмкость и индуктивность. Катушки снабжаются четырьмя зажимами (два токовых и два потенциальных)

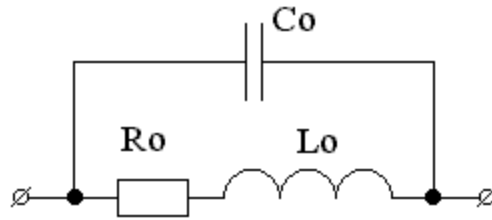


Рисунок 3 - Эквивалентная схема образцовой катушки

Классы точности (наибольшие относительные допустимые погрешности): 0,0005; 0,001; 0,002; 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2.

На практике приходится использовать меры электрического сопротивления с самыми различными значениями номинальных величин. Промышленность выпускает магазины сопротивлений представляющие собой набор катушек сопротивлений, смонтированных в едином корпусе.

2. Мера индуктивности – выполняется в виде катушек индуктивности, которые: должны сохранять постоянство с течением времени; обладать малым активным сопротивлением; независимостью индуктивности от величины тока; малой зависимостью индуктивности от частоты и температуры.

Образцовые катушки индуктивности представляют собой пластмассовый или фарфоровый каркас с наложенной обмоткой из медной изолированной проволоки. Образцовые катушки взаимной индуктивности представляют собой две обмотки, жестко закрепленные на общем каркасе. Набор различных катушек, смонтированных в одном корпусе, называют магазинами индуктивности.

3. Мера ёмкости – конденсаторы постоянной или переменной ёмкости, обладающие следующим требованиям: минимальная зависимость ёмкости от времени, температуры, частоты; иметь малые потери в диэлектрике; высокое сопротивление; прочность изоляции. Этим требованиям отвечают воздушные конденсаторы.

Вопросы для самопроверки:

1. Что является мерой электрического сопротивления?
2. Что является мерой ёмкости?
3. Что является мерой индуктивности?