**Лекции по слесарному делу гр 1. 6 (3 часа)**

**Тема : Основные понятия по метрологии.**

 ***Метрология*** - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения требуемой точности при обеспечении единства измерений (греч metron – мера, logos - учение).

Основные термины и определения регламентируются ГОСТ 16263-70 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения». Он дает основные положения и определения. С 1 янв. 2001 года на территории РФ введены рекомендации РМГ 29-99, которые также содержат все основные требования и определения метрологии и измерительный техники, согласованные с международными стандартами ИСО31 (01-13), ИСО 1000.

Метрология включает в себя три составляющие:

* теоретическую – раздел метрологии, предметом которой является разработка фундаментальных основ метрологии (изучает общие теоретические проблемы измерений);
* практическую – предметом являются вопросы практического применения разработок теоретической метрологии и положений законодательной метрологии;
* законодательную – предметом является установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимости точности измерений в интересах общества.

***Измерение*** – это основное понятие метрологии, означающее установление значения измеряемой величины с помощью специальных технических средств.

***Физическая величина (ФВ)*** – это свойство физического объекта, системы, явления или процесса общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого их них (температура, скорость, длина, сила и  т д).

Количественное определение ФВ конкретного объекта называется ***размерностью ФВ***.

***Единица ФВ*** – ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено значение, равное единице.

***Единство измерений*** – комплекс принятых мер, при которых результаты измерений выражены в общепринятых узаконенных единицах величин и погрешности измерений не превышают установленных стандартов с учитываемой вероятностью.

***Метрологические характеристики (МХ)*** – характеристики, которые определяют качество (точность).

***Средство измерений*** - устройство, предназначенное для проведения измерений (тех. средства, используемые при измерениях и имеющие нормируемые МХ).

***Поверка средства измерений*** - комплекс мер, исполняемых объектами государственной метрологической службы с целью подтверждения соответствия СИ установленным ГОСТ техническим требованиям.

***Калибровка средства измерений*** - комплекс принятых мер, исполняемых для подтверждения и определения действующих значений метрологических характеристик и(или) годности к использованию СИ, не подлежащего обязательному государственному контролю и метрологическому надзору.

Все измерения содержат погрешности, которые возникают при проведении измерительного эксперимента из-за влияния различных факторов внешней среды, экспериментатора и т д. Поэтому различают истинное и действительное значение ФВ.

***Истинное значение ФВ*** – такое значение ФВ, которое идеально отражает в качественном и количественном отношениях свойства объекта. Это предел, к которому приближается результат измерения при повышении точности измерения.

***Действительное значение ФВ*** – значение ФВ, найденное при помощи самых совершенных тех. средств измерения, поэтому близко к истинному и может заменять его при практических измерениях.

***Погрешность***– это отклонение измеряемого значения от истинного (действительного)

Δ=Хд – Хизм

***Измерение*** – это основное понятие метрологии, означающее установление значения измеряемой величины с помощью специальных технических средств.

***Измерение ФВ*** – заключается в сопоставлении ее с однородной величиной, принятой за единицу.

Виды измерений:

1) по общим приемам получения результатов измерений:

a) *прямые измерения* (искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (считывают показания прибора)),

b) *косвенные* (искомое значение величины находят на основе известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями (R=U/I)),

c) *совместные* (одновременные измерения 2х или нескольких разноименных величин для нахождения зависимости между ними),

d) *совокупные* (измерение нескольких однородных величин, при которых искомое значение находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин (определение масс гирь набора при известной массе одной из них)).

2) по числу измерений:

*a) однократные*

b) *многократные* (больше 3) - измерение одной и той же физической величины, результат измерения основывается на всех полученных результатах.

3) по метрологическому назначению:

a) *измерения технические* (измерения, выполняемые при помощи рабочих средств измерений с целью контроля и управления экспериментами, производственными процессами, с целью контроля параметров изделий),

b) *метрологические* (измерения при помощи эталонов и образцовых средств измерений с целью нововведения новых ФВ или передачи их размеров рабочим средствам измерений).

4) по характеристике точности:

a) *равноточные* (ряд измерений ФВ, выполняемый одинаковыми по точности средствами измерений в одних и тех же условиях),

b) *неравноточные* (различные по точности средства и в разных условиях).

5) по отношению к изменению измеряемой величины:

a) *статические* (измеряемая величина или постоянная, или меняется медленно),

b) *динамические* (измерения величин, которые изменяются в течение времени измерения с разной скоростью).

6) по выражению результата измерений:

a) *абсолютные* (основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и использовании физических констант (результат выражается в тех же единицах, что и измеряемая величина)),

b) *относительные* (получают отношение измеряемой величины к одноименной, играющей роль единицы (выражается в долях или в %)).

Это тех. средства, используемые при измерениях и имеющие нормируемые МХ.

***Метрологические характеристики (МХ)*** – характеристики, которые определяют качество (точность).

СИ подразделяются на:

* *Меры* – СИ для воспроизведения ФВ заданного одного размера. Мера называется **однозначной**, если воспроизводит ФВ одного размера. Если мера – ряд одноименных величин различного размера, то это **многозначная** мера (например, линейка). **Набор мер** – комплект мер, которые применяются отдельно или в сочетаниях.
* *Измерительные приборы*– СИ, предназначенные для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия измерительной информации наблюдением. Результат измерения отображается с помощью различных отсчетных устройств (шкальные, со световым цифровым отсчетным устройством, в виде светящихся столбиков (больше-меньше) – линейчатый индикатор).
* *Измерительная система*– совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи и предназначенных для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи, хранения и использования в автоматизированных системах управления.

Средства измерений характеризуются комплексом свойств, которые позволяют сопоставлять их между собой и выбирать для конкретного применения: метрологические, эксплуатационные, информационные и др.

**Метрологические характеристики** – характеристики, влияющие на результат измерений и погрешность. МХ, устанавливаемые техническими документами называют нормируемыми МХ, а определяемые экспериментальным путем называют действительными МХ.

**Функция преобразования** (**статическая характеристика преобразования**) – функциональная зависимость, связывающая информативные параметры выходного Y=f(x) и входного x сигналов СИ.  F(x), установленная в технической документации средства измерения называют номинальные функцией преобразования. Она может задаваться аналитически, графически или таблично. Позволяет рассчитать значение входной величины по значению входной. Может быть линейной или нелинейной. Характер статической характеристики зависит от конструктивных параметров средства измерения.

**Точность**(выражается через погрешность). **Погрешность средства измерения** – отклонение показаний средства измерения от истинного значения.

**Чувствительность средства измерения** – свойство средства измерения, определяемая отношением изменения выходного сигнала СИ к вызывающему его изменению входной величины. Различают абсолютную и относительную чувствительность.

Sабс = ∆y/∆x

Sотн = ∆y/(∆x/x), x – измеряемая величина

Характеристика чувствительности может быть линейной и нелинейной.

Для линейной статической характеристики СИ чувствительность определяется как тангенс угла наклона статической характеристики к оси абсцисс. Чем выше чувствительность, тем больше крутизна статической характеристики.

**Вариация показаний СИ** – наибольшая вариация выходного сигнала средства измерений при неизменных внешних условиях. Является следствием трения, люфта в узлах приборов, магнитного и механического гистерезиса.

Группа эксплуатационных характеристик: **массо-габаритные, надежности**(время наработки на отказ, интенсивность отказов, вероятность отказов, время безотказной работы, время восстановления и т п.), **характеристики работы в динамическом режиме измерений (**возможность измерять быстро меняющуюся величину).

**Цена деления шкалы –**разность значений измеряемой величины, соответствующих 2м соседним отметкам шкалы. Шкалы могут быть равномерным(постоянная ЦДШ), неравномерными (ЦДШ на разных участках шкалы разная). Может быть определена как C=1/Sабс .

**Порог чувствительности –**наименьшее значение изменения ФВ, которое может быть зарегистрировано данным СИ. Выражается в единицах входной величины.

**Диапазон измерений** – область значений величины, в пределах которой нормированы погрешности СИ.

**Нижний и верхний предел измерений**- значения измеряемой величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху.

В целях повышения точности измерений может быть выделено несколько диапазонов измерений, для каждого из которых устанавливают свои предельные погрешности.

**Диапазон показаний** - область значения шкалы прибора, ограниченная начальным и конечным значением.

Для цифровых измерительных приборов, выдающих результаты измерений в цифровом коде, указывают цену единицы младшего разряда цифрового отсчетного устройства, а также вид выходного кода, вид выходного код, число разрядов.

**Вариация выходного сигнала** – разность между значениями выходного сигнала, соответствующими одному и тому же действительному значению входной величины при медленном к ней подходе  слева и справа при неизменных внешних условиях.

**Динамические характеристики** – характеристики инерционных свойств , т.е. возможность измерения быстро изменяющихся сигналов. Эти свойства описывают обычно дифференциальные уравнениями, переходными характеристиками, импульсными переходными функциями, амплитудными и фазовыми характеристиками. Динамические свойства средства измерения определяют динамическую погрешность.

При выборе СИ для конкретного применения, кроме метрологических, учитываются и не метрологические характеристики: показатели надежности, сопротивление изоляции, устойчивость к климатическим и механическим воздействиям, время установления рабочего режима и т.д.

***Погрешность***– это отклонение результата измерения от истинного  значения измеряемой величины.

Истинное значение ФВ может быть установлено лишь путем проведения бесконечного числа измерений, что невозможно реализовать на практике. Истинное значение измеряемой величины является недостижимым, а для анализа погрешностей в качестве значения ближайшего к истинному, используют действительное значение измеряемой величины, значение получают с использованием самых совершенных методом измерений и самых высокоточных средств измерений. Таким образом, погрешность измерений представляет собой отклонение от действительного значения ∆=Xд – Хизм

Погрешность сопровождает все измерения и связана с несовершенством метода, средства измерения,  условия измерения (когда они отличаются от н.у.).

В зависимости от принципов действия прибора те или иные факторы оказывают влияние.

Различают погрешности СИ и результата измерений за счет влияния внешних условий, особенностей измеряемой величины, несовершенства СИ.

Погрешность результата измерений включает в себя погрешность и средства измерений, также влияние условий проведения измерений, свойств объекта и измеряемой величины ∆ри=∆си+∆ву+∆св.о+∆сив.

Классификация погрешностей:

1) По способу выражения:

a) *Абсолютная* – погрешность, выраженная в единицах измеряемой величины ∆=Хд-Хизм

b) *Относительная* – погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности к результате измерений или действительному значению измеряемой величины γотн=(∆/Xд)\* 100 .

c) *Приведенная* – это относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условию, принятому значению величины постоянному во всем диапазоне измерений (или части диапазона) γприв=(∆/Xнорм)\*100, где Хнорм – нормирующее значение, установленное для приведенных значений. Выбор Хнорм производится в соответствии с ГОСТом 8.009-84. Это может быть верхний предел средства измерений, диапазон измерений, длина шкалы и т.л. Для множества средств измерений по приведенной погрешности устанавливают класс точности. Приведенная погрешность вводится потому что относительная характеризует погрешность только в данной точке шкалы и зависит от значения измеряемой величины.

2) По причинам и условиям возникновения:

a) *Основная* - это погрешность средств измерения, которое находятся в нормальных условиях эксплуатации, возникает из-за неидеальности функции преобразования и вообще неидеальности свойств средств измерений и отражает отличие действительной функции преобразования средств измерения в н.у. от номинальной нормированной документами на средства измерений (стандарты, тех. условия). Нормативными документами предусматриваются следующие н.у.:

* Температура окружающей среды (20±5)°С;
* Относительная влажность (65±15)%;
* напряжение питания сети (220±4,4)В;
* частота питания сети (50±1)Гц;
* отсутствие эл. и магн. полей;
* положение прибора горизонтальное, с отклонением ±2°.

Рабочие условия измерений – это условия, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей, для которых нормируют дополнительную погрешность или изменение показаний СИ.

Например, для конденсаторов нормируют дополнительную погрешность, связанную с отклонением температуры от нормальной; для амперметра отклонение частоты переменного тока 50 Гц.

b) *Дополнительная* – это составляющая погрешности средств измерений, возникающая дополнительно к основной, вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормы её значения или вследствие её выхода за пределы нормированной области значений. Обычно нормируется наибольшее значение дополнительной погрешности.

Предел допускаемой основной погрешности – наиб. основная погрешность средств измерения, при которой СИ может быть годным и допущено к применению по тех. условиям.

Предел допускаемой дополнительной погрешности – наибольшая дополнительная погрешность, при которой СИ допущено к применению.

Например, для прибора с КТ 1.0 приведенная дополнительная погрешность по температуре не должна превышать ±1% при изменении температуры на каждые 10°.

Пределы, допустимой основной и дополнительной погрешности могут быть выражены в форме абсолютной, относительной или приведенной погрешности.

      Для того чтобы иметь возможность выбирать СИ путем сравнения их характеристик вводят **обобщенную характеристику данного типа СИ – *класс точности (КТ)***. Обычно это предел допускаемых основной и дополнительной погрешностей. КТ позволяет судить в каких пределах находится погрешность СИ одного типа, но не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых с помощью каждого из этих СИ, т.к. погрешность зависит также от метода, условий измерений и т.д. Это нужно учитывать при выборе СИ в зависимости от заданной точности.

      Значения КТ устанавливаются в стандартах или в технических условиях или других нормативных документах и выбираются в соответствии с ГОСТ 8.401-80 из стандартного ряда значений. Например, для электромеханических приборов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1.0; 2,5; 4.0; 6.0.

      Зная КТ СИ можно найти максимально допустимое значение абсолютной погрешности для всех точек диапазона измерений из формулы для приведенной погрешности: ∆maxдоп=(γприв\*Xнорм)/100.

      КТ обычно наносят на шкалу прибора в разных формах, например,(2.5) (в кружочке).

3) По характеру изменений:

a) *систематические* – составляющая погрешности, остающаяся постоянной или изменяющаяся по известной закономерности во все время проведения измерений. Может быть исключена из результатов измерения путем регулировки или введением поправок. К ним относят: методические П, инструментальные П, субъективные П и т д. Такое качество СИ, когда систематическая погрешность близка к нуля называют **правильностью.**

b) *случайные*– это составляющие погрешности, изменяющиеся случайным образом, причины нельзя точно указать, а значит, и устранить нельзя. Приводят к неоднозначности показаний. Уменьшение возможно при многократных измерениях и последующей статистической обработке результатов. Т.е. усредненный результат многократных измерений ближе к действительному значению, чем результат одного измерения. Качество, которое характеризуется близостью к нулю случайной составляющей погрешности называется **сходимостью**показаний этого прибора.

*c) промахи –*грубые погрешности, связанные с ошибками оператора или неучтенными внешними воздействиями. Их обычно исключают из результатов измерений, не учитывают при обработке результатов.

4) По зависимости от измеряемой величины:

a) *Аддитивные погрешности*(не зависит от измеряемой величины)

b) *Мультипликативные погрешности*(пропорционально значению измеряемой величины).

Мультипликативная погрешность по-другому называется погрешностью чувствительности.

Аддитивная погрешность обычно возникает из-за шумов, наводок, вибраций, трения в опорах. Пример: погрешность нуля и погрешность дискретности (квантования).

Мультипликативная погрешность вызывается погрешностью регулировки отдельных элементов измерительных приборов. Например, из-за старения (погрешность чувствительности СИ).

В зависимости от того, какая погрешность прибора является существенной, нормируют метрологические характеристики.

Если существенна аддитивная погрешность, то предел допустимой основной погрешности нормируют в виде приведенной погрешности.

Если существенна мультипликативная погрешность, то предел допустимой основной погрешности определяют по формуле относительной погрешности.

Тогда относительная суммарная погрешность: γотн=Δ/Х= γадд + γмульт= γадд+ γмульт+ γадд\*Xнорм/Х– γадд=±, где с= γадд+ γмульт; d= γадд.

Это способ нормирования метрологических характеристик когда аддитивная и мультипликативная составляющие погрешности соизмеримы, т.е. предел относительной допустимой основной погрешности выражается в двучленной формуле соответственно и обозначение КТ состоит из двух чисел, выражающих c и d в %, разделенных косой чертой. Например, 0.02/0,01. Это удобно, т.к. число с – это относит.погрешность СИ в н.у. Второй член формулы характеризует увеличение относительной погрешности измерения при увеличении величины Х, т.е. характеризует влияние аддитивной составляющей погрешности.

5) В зависимости от влияния характера изменения измеряемой величины:

a) *Статическая*– погрешность СИ при измерении неизменной или медленно изменяющейся величины.

b) *Динамическая*– погрешность СИ, возникающая при измерении быстро меняющейся во времени ФВ. Динамическая погрешность является следствием инерционности прибора.

Задания:

Ответить на контрольные вопросы

1)Чем занимается метрология?

2)Что понимает под термином «физическая величина»?

3)Почему величины называют физическими?

4)Что такое единство измерений?

5)Что такое истинное значение физической величины?

6)Перечислить виды измерений?

7)Что такое погрешность измерений?

Ответить до 14 апреля 2020

**На почту: ieliena.zhukova.64mail.ru**

**Или по номеру тел: 89082004500(Viber или WathsApp)**