

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

Многопрофильный колледж

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

ОП.08 МЕТРОЛОГИЯ И ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

**для обучающихся специальности
13.02.02 Теплоснабжение и теплотехническое оборудование**

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ	3
2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	4
Практическое занятие № 1.....	4
Практическое занятие №2.....	7
Практическое занятие № 3.....	10
Практическое занятие № 4.....	14
Практическое занятие № 5.....	17
Практическое занятие № 6.....	18
Практическое занятие № 7.....	21
Лабораторное занятие №1	24
Лабораторное занятие № 2	28

1 ВВЕДЕНИЕ

Важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки обучающихся составляют практические и лабораторные занятия.

Состав и содержание практических и лабораторных занятий направлены на реализацию Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование профессиональных практических умений (умений выполнять определенные действия, операции, необходимые в последующем в профессиональной деятельности) или учебных практических умений (умений решать задачи по технической механике), необходимых в последующей учебной деятельности.

Ведущей дидактической целью лабораторных занятий является экспериментальное подтверждение и проверка существенных теоретических положений (законов, зависимостей).

В соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Метрология и теплотехнические измерения» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Уд 2 Читать чертежи механизмов обслуживаемого оборудования;

Уд 3 Оформлять и заполняет техническую документацию обслуживаемого оборудования;

Содержание практических и лабораторных занятий ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального модуля программы подготовки специалистов среднего звена по специальности и овладению **профессиональными компетенциями:**

ПК 1.1 Осуществлять пуск и остановку теплотехнического оборудования и систем тепло- и топливоснабжения.

ПК 6.1 Эксплуатировать и обслуживать котельный агрегат, трубопроводы пара и горячей воды.

ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам;

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;

Практические и лабораторные занятия проводятся в рамках соответствующей темы, после освоения дидактических единиц, которые обеспечивают наличие знаний, необходимых для ее выполнения.

2 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Тема 1.1 Основы метрологии

Практическое занятие № 1

Определение доверительной интервальной оценки погрешности при многократных измерениях

Цель:

1. Изучить алгоритмы обработки многократных измерений.
2. Научиться оценивать истинное значение измеряемой величины при многократном измерении с помощью интервалов.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

1. Провести обработку результатов измерений.
2. Записать результат измерения величины

Порядок выполнения работы:

1. Согласно варианту рассчитать среднеарифметическое значение
2. Рассчитать значение выборочного среднего квадратичного отклонения
3. Определить доверительные границы случайной погрешности
4. Определить границы доверительного интервала.

Краткие теоретические сведения

Доверительным называется интервал, в котором с заданной вероятностью (называемой доверительной) находится истинное значение измеряемой величины

Доверительный интервал для нормального закона распределения может быть определен в выражением

$$m_x - t_{\beta} \sigma_x \leq x \leq m_x + t_{\beta} \sigma_x$$

где t_{β} — коэффициент, определяемый с вероятностью β по интегралу вероятности;
 m_x и σ_x — математическое ожидание и СКО результатов измерений величины x_i

По результатам статистической обработки результатов измерений строятся статистический ряд, гистограмма и определяются статистические характеристики — математическое ожидание, дисперсия и другие, на основании которых принимается какой-либо экспериментальный закон распределения. Его соответствие выбранному теоретическому закону распределения проверяется по критериям согласия. Если экспериментальные и теоретические характеристики совпадают, то при дальнейшей обработке этих измерений пользуются параметрами теоретического закона распределения

Однако если данных недостаточно, то можно определить по ограниченному материалу ориентировочные значения характеристик случайных погрешностей. Можно оценить, насколько точно определено действительное значение измеряемой величины, его математическое ожидание. Так как оценка математического ожидания вычисляется на основании конечного числа измерений по формуле (1), то она будет отличаться от

действительного значения на величину Δm , которая является случайной погрешностью математического ожидания и при $n \rightarrow \infty$ будет стремиться к нулю.

$$\bar{m} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}, \quad (1)$$

где m — оценка математического ожидания; n — число измерений; x_i — значения измеряемой величины

Дисперсия оценки математического ожидания меньше, чем дисперсия результатов отдельных наблюдений. Среднее квадратичное отклонение оценки математического ожидания, согласно формулам (2) и (3), может быть определено как

$$\bar{\sigma}_m = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{n}}$$

или по результатам наблюдений:

$$\bar{\sigma}_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - m)^2}{n(n-1)}}.$$

$$\sigma = \sqrt{D}, \quad (2)$$

где D — дисперсия случайной величины

$$D[x] = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - m)^2}{n-1}. \quad (3)$$

2. Пример решения задания:

Дан ряд показаний прибора, Вт: 21,19,22,24,18.

Доверительная вероятность $P=0,90$.

Определим среднее арифметическое и примем за результат измерения:

$$x = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i = \frac{1}{5} \cdot (21+19+22+24+18) = \frac{1}{5} \cdot (104) = 20.8 \text{ Вт}$$

Где n — количество измерений, $n=5$

Определим среднеквадратичное отклонение результата измерения:

$$\begin{aligned} \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{n \cdot (n-1)} \cdot \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2} \\ \sigma_x &= \sqrt{\frac{1}{5 \cdot (5-1)} \cdot (21-20.8)^2 + (19-20.8)^2 + (22-20.8)^2 + (24-20.8)^2 + (18-20.8)^2} = \\ &= \sqrt{\frac{1}{20} \cdot (0.04 + 3.24 + 1.44 + 10.24 + 7.84)} = \sqrt{1.14} = 1.068 \end{aligned}$$

Определим коэффициент Стьюдента $t(n,p)$. Так как $n=5$ и доверительная вероятность $P=0,90$ из таблицы 2 определим: $t=2.1$

$$\Delta = \pm \cdot \sigma_x = 2.1 \cdot 1.068 = 2.24 \text{ Вт}$$

Запишем результат измерения согласно первой форме ГОСТ 8.011-72

20.8 Вт; 0т -2.24 до 2.24 Вт; P=0.90 Вт

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.1 Основы метрологии

Практическое занятие №2

Определение грубых промахов при обработке результатов многократных измерений

Цель:

Получить практические навыки обработки результатов измерений по обнаружению грубых погрешностей

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями
2. Провести обработку результатов измерений по своему варианту
3. Рассчитать критерий β и исключить промахи, если они выявлены
4. Сделать вывод

Краткие теоретические сведения

Грубой погрешностью (промахом) называется погрешность, существенно превышающая значение ожидаемой погрешности при данных условиях проведения измерительного эксперимента. Обычно грубая погрешность является следствием значительного внезапного изменения условий эксперимента: скачка тока источника электропитания; не учтённое экспериментатором изменение температуры окружающей среды (при длительном эксперименте); неправильный отсчёт показаний из-за отвлечения внимания экспериментатора и др. Наличие грубых погрешностей в выборке результатов измерений могут сильно исказить среднее значение выборки и как следствие доверительный интервал. Поэтому выявление и исключение результатов, содержащих промах, обязательно. Обычно результат измерения, содержащий грубую погрешность, сразу виден в ряду измеренных значений, но в каждом конкретном случае это необходимо доказать.

Одним из критериев для оценки промаха является критерий Романовского. В этом случае используют уровень значимости β , который определяется равенством

$$\beta = \frac{|\bar{X} - x_{\min/\max}|}{S_x},$$

где $\bar{X}$ - среднее арифметическое;

$x_{\min/\max}$ – результат измерения, подозрительный на содержание грубой погрешности

$x_{\min}$ – наименьший результат измерения в ряду измеренных значений,

$x_{\max}$ – наибольший результат измерения в ряду измеренных значений);

S_x – статистическое среднее квадратическое отклонение (СКО).

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}},$$

где n – количество измерений.

В зависимости от выбранной доверительной вероятности P , т.е. от желания экспериментатора получить уверенный результат проверки гипотезы, и числа измерений n из табл. 1 находят теоретический уровень значимости β_t и сравнивают с ним рассчитанное значение β .

Если $\beta > \beta_t$, то результат $x_{\min}/x_{\max}$ следует отбросить как содержащий грубую погрешность.

Если $\beta < \beta_t$, то выборку следует сохранить в полном объеме. Как правило, критерий Романовского применяют при объеме выборки $n < 20$.

Таблица 1. Значения теоретического уровня значимости β_t

n	P		
	0,90	0,95	0,99
3	1,412	1,414	1,414
5	1,869	1,917	1,972
7	2,093	2,182	2,310
9	2,238	2,349	2,532
11	2,343	2,470	2,689
13	2,426	2,563	2,809
15	2,523	2,670	2,946
17	2,551	2,701	2,983
19	2,601	2,754	3,049

2. Пример решения задачи

При многократном измерении напряжения электрического тока с помощью цифрового вольтметра получены значения в В: 10,38; 10,37; 10,39; 10,38; 10,39; 10,44; 10,41; 10,5; 10,45; 10,39; 11,1; 10,45. Проверить полученные результаты измерений на наличие грубой погрешности с вероятностью $P = 0,95$.

Решение:

1. Найдём среднее арифметическое:

$$\tilde{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\tilde{X} = \frac{125,65}{12} = 10,47 \text{ В}$$

2. Среднее квадратическое отклонение ряда:

$$S_x = 0,2 \text{ В}$$

3. Из ряда измеренных значений выбираем результаты, подозрительные на содержание грубой погрешности:

$$x_{\min} = 10,37 \text{ В}$$

$$x_{\max} = 11,1 \text{ В}$$

4. Рассчитываем критерий β :

$$\text{для } x_{\min} = 10,37 \text{ В } \beta_{\min} = \frac{|10,47 - 10,37|}{0,2} = 0,5$$

$$\text{для } x_{\max} = 11,1 \text{ В } \beta_{\max} = \frac{|10,47 - 11,1|}{0,2} = 3,15$$

5. Из таблицы 1 при заданном значении доверительной вероятности $P = 0,95$ и числа измерений $n=12$ выбираем теоретический уровень значимости для данного ряда

$$\beta_T = \frac{\beta_{T/n=11} + \beta_{T/n=13}}{2} = 2,52.$$

6. Сравниваем фактические и теоретические уровни значимости:

$\beta_{\min} = 0,5 < \beta_T = 2,52$ - результат $x_{\min} = 10,37 B$ не содержит грубую погрешность;

$\beta_{\max} = 3,15 > \beta_T = 2,52$ - результат $x_{\max} = 11,1 B$ содержит грубую погрешность и должен быть исключен из ряда.

7. После исключения промаха пересчитываем значения $\bar{X} = \frac{114,51}{11} = 10,41 B$, $S_x = 0,041 B$, $x_{\min} = 10,37 B$, $\beta_{\min} = 1,069$, $x_{\max} = 10,5 B$, $\beta_{\max} = 2,116$, $\beta_T = 2,47$.

8. Сравниваем фактические уровни значимости с теоретическим:

$\beta_{\min} = 1,069 < \beta_T = 2,47$ и $\beta_{\max} = 2,11 < \beta_T = 2,47$ - ряд измеренных значений не содержит промахов с вероятностью $P = 0,95$.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.2 Средства измерения

Практическое занятие № 3

Расчет погрешностей средств измерений при поверке

Цель:

изучение методов поверки средств измерений и освоение на практике процедур поверки измерительных приборов;

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание

1 Изучить теоретические сведения о поверке средств измерений.

Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями
2. Рассчитать погрешности измерений.
3. Сделать вывод.

Краткие теоретические сведения:

Поверкой средств измерения называют совокупность действий, выполняемых для определения их погрешности.

Цель поверки – выяснить, соответствуют ли характеристики средства измерения регламентированным значениям и пригодно ли оно к применению по прямому назначению. Под поверкой средств измерения понимается установление органом метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средств измерения к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия обязательным требованиям.

Поверку проводят обученные специалисты, аттестованные в качестве поверителей органами Государственной метрологической службы. Результаты поверки средств измерения, признанных годными к применению, оформляют выдачей свидетельства о поверке, нанесением поверительного клейма или иными способами, установленными нормативными документами по поверке.

Технически процедура поверки представляет собой сравнение числового значения физической величины, измеренной поверяемым средством измерения, со значением, измеренным средством измерения более высокой точности – эталоном. При этом погрешность эталона должна быть в три раза меньше погрешности поверяемого средства измерения.

В соответствии с документом ПР 50.2.006-94 «Порядок проведения поверки средств измерений» эти средства могут быть подвергнуты первичной, периодической, внеочередной и инспекционной поверке.

Допускается применение четырех методов поверки и калибровки средств измерений:

- непосредственное сличение с эталоном;
- сличение с помощью компаратора;
- прямые или косвенные
- измерения величины.

Метод непосредственного сличения с эталоном соответствующего разряда поверяемого средства измерений широко применяется для различных средств измерений в таких областях,

как электрические и магнитные измерения, для определения электрического напряжения, частоты и силы электрического тока. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины поверяемым и эталонным приборами. При этом определяют погрешность как разницу показаний поверяемого и эталонного средств измерений, принимая показания эталона за действительное значение величины.

Достоинства этого метода заключаются в его простоте, наглядности, возможности применения автоматической поверки, отсутствии потребности в сложном оборудовании.

Метод сличения с помощью компаратора основан на применении прибора сравнения, с помощью которого сличаются поверяемое и эталонное средства измерений. Компаратор используется в случае, если невозможно сравнить показания приборов, измеряющих одну и ту же величину, например двух вольтметров, один из которых пригоден для измерения постоянного тока, а другой переменного. В подобных ситуациях в схему поверки вводится промежуточное звено – компаратор. Для приведенного примера потребуется потенциометр, который и будет компаратором. На практике компаратором может служить любое средство измерений, если оно одинаково реагирует на сигналы как поверяемого, так и эталонного измерительного прибора.

Достоинством данного метода считают последовательное во времени сравнение двух величин.

Метод прямых измерений величины применяется, когда имеется возможность сличить испытуемый прибор с эталонным в определенных пределах измерений. В целом принцип работы этого метода аналогичен принципу работы метода непосредственного сличения, однако методом прямых измерений производится сличение на всех числовых отметках каждого диапазона (и поддиапазонов, если они имеются в приборе). Метод прямых измерений величины применяют, например, для поверки или калибровки вольтметров постоянного электрического тока.

Метод косвенных измерений величины используется, когда действительные значения измеряемых величин невозможно определить прямыми измерениями, либо если косвенные измерения оказываются более точными, чем прямые. Вначале этим методом находят не искомую характеристику, а другие характеристики, связанные с искомой определенной зависимостью. Искомая характеристика определяется расчетным путем. Например, при поверке и калибровке вольтметра постоянного тока эталонным амперметром устанавливают силу тока, одновременно измеряя сопротивление. Затем расчетное значение напряжения сравнивают с показателями калибруемого или поверяемого вольтметра. Метод косвенных измерений обычно применяют в установках автоматизированной поверки и калибровки.

Для обеспечения правильной передачи размеров единиц измерений от эталона к рабочим средствам измерений составляют поверочные схемы, устанавливающие метрологические соподчинения государственного эталона, разрядных эталонов и рабочих средств измерений.

Поверочные схемы подразделяют на государственные и локальные. Государственные поверочные схемы распространяются на все средства измерений данного вида, применяемые в стране. Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических органов министерств.

Они также распространяются и на средства измерений подчиненных предприятий. Все локальные поверочные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой.

Рассмотрим общий вид государственной поверочной схемы. Наименование эталонов и рабочих средств измерений обычно располагают в прямоугольниках (для государственного эталона прямоугольник является двухконтурным). Здесь же указывают метрологические характеристики для данной ступени схемы. В нижней части схемы расположены рабочие средства измерений.

Требования к содержанию и построению поверочных схем установлены в (ГОСТ 8.061-80 ГСИ Поверочные схемы. Содержание и построение) МИ 2230-92 «ГСИ. Методика

количественного обоснования поверочных схем при их разработке». Примеры компоновки элементов государственной поверочных схемы представлен на рисунке 1.

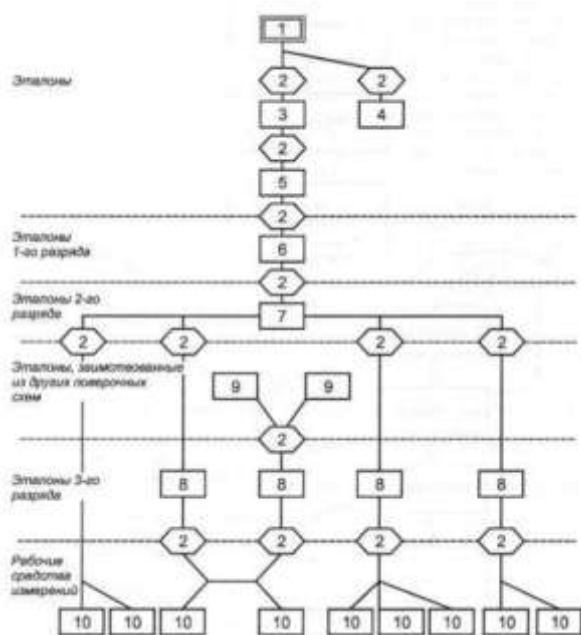


Рисунок 1 – Пример компоновки элементов государственной поверочной схемы:

1 - государственный эталон; 2 - метод передачи размера единиц; 3 - эталон-копия; 4 - эталон -сравнения; 5 - рабочий эталон; 6-8 - эталоны соответствующих разрядов

В каждой ступени поверочной схемы регламентируется порядок (метод) передачи размера единицы. Наименования методов поверки и калибровки располагаются в овалах, в которых также указывается допустимая погрешность метода поверки и калибровки. Основным показателем достоверности передачи размера единицы величины является соотношение погрешностей средств измерений между вышестоящей и нижестоящей ступенями поверочной схемы. В идеале это соотношение должно быть 1:10, однако на практике достичь его трудно, и минимально допустимым соотношением принято считать 1:3. Чем больше величина этого соотношения, тем меньше уверенность в достоверности показаний измерительного прибора.

Расчет погрешностей

Для определения основной абсолютной погрешности Предварительно определяются наибольшее и наименьшее предельное значение, допуск.

Допуск измерения параметра определяется по формуле:

$$D = D_{\max} - D_{\min}$$

где $D_{\max}$ – наибольшее предельное значение;

$D_{\min}$ – наименьшее предельное значение.

Основная абсолютная погрешность определяется, исходя из условия:

$$\Delta < 0,33D,$$

где Δ – основная абсолютная погрешность;

D – допуск измерения параметра согласно нормативным документам.

$$D = X_{\text{изм}} - X_{\text{ист}}$$

где $X_{\text{изм}}$ – значение показания средства измерения.

$X_{\text{ист}}$ – значение показания эталона

Основная относительная погрешность средств измерений определяется, исходя из условия:

$$\delta = \frac{\Delta}{X},$$

где X – значение показания средства измерения.

Основная приведенная погрешности определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100\%,$$

где X_N – нормирующее значение, которое зависит от типа шкалы измерительного прибора и определяется по его градуировке:

- если шкала прибора односторонняя, то есть нижний предел измерений равен нулю, то X_N определяется равным верхнему пределу измерений;
- если шкала прибора двухсторонняя, то нормирующее значение равно ширине диапазона измерений прибора.

2. Рассчитать по формулам из теоретических сведениях погрешности

3. На основе расчетов сделать вывод о классе точности прибора

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.2 Средства измерениям

Практическое занятие № 4

Определение допустимой погрешности средств измерений по классу точности

Цель работы:

- 1) освоить методику вычисления погрешность показаний средств измерений, зная класс точности;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

- 1 Вычислить погрешность показаний средств измерений, зная класс точности.
- 2 Сделать вывод.

Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить погрешность показаний средств измерений
3. Ответить на вопросы

Краткие теоретические сведения:

Класс точности средств измерений – обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

По приведенной погрешности (по классу точности) приборы делятся на восемь классов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

Приборы класса точности 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 применяются для точных лабораторных измерений и называются прецизионными. В технике применяются приборы классов 1,0; 1,5; 2,5 и 4,0 (технические).

Класс точности прибора указывается на шкале прибора. Если на шкале такого обозначения нет, то данный прибор внеклассный, то есть его приведенная погрешность превышает 4%. Производитель, выпускающий прибор, гарантирует относительную погрешность измерения данным прибором, равную классу точности (приведенной погрешности) прибора при измерении величины, дающей отброс указателя на всю шкалу.

Средствам измерений с двумя или более диапазонами измерений одной и той же физической величины допускается присваивать два или более класса точности. Средствам измерений, предназначенным для измерений двух или более физических величин, допускается присваивать различные классы точности для каждой измеряемой величины. С целью ограничения номенклатуры средств измерений по точности для СИ конкретного вида устанавливают ограниченное число классов точности, определяемое технико-экономическими обоснованиями.

Общие требования к классам точности установлены национальным стандартом ГОСТ 8.401.

Обозначение класса точности средства измерения указывается в технической документации на средство измерения со ссылкой на стандарт или техническое условие (стандарт предприятия), а также дублируется на следующих частях на средства измерения: – на отсчетном устройстве; – на корпусе; – на щитке; – или других местах удобных для нанесения и чтения.

Цифра класса точности без условных обозначений указывает, что показанное значение измеряемой величины средством измерения не будет отличаться не более, чем соответствующие число процентов от верхнего предела диапазона измерений.

Обозначения классов точности приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения классов точности

Формула выражения погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности, %	Обозначение класса точности		Примечание
		в документации	на средстве измерений	
$\Delta = \pm a$	–	Класс точности М	М	–
$\Delta = \pm(a + bx)$	–	Класс точности С	С	–
$\gamma = \pm \frac{\Delta}{X_N}$	$\gamma = \pm 1,5$	Класс точности 1,5	1,5	если X_N выражено в единицах величины
$\gamma = \pm \frac{\Delta}{X_N}$	$\gamma = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	∇ 0,5	если X_N принято равным длине шкалы (ее части)
$\delta = \pm \frac{\Delta}{X}$	$\delta = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	0,5	–
$\delta = \pm \frac{\Delta}{X}$	$\delta_n = \pm(0,01 + 0,02\left(\frac{X_k}{X}\right) - 1)$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	–

Примечания:

Δ – пределы допускаемой абсолютной основной погрешности; X – значение измеряемой величины или число делений, отсчитанных по шкале; X_N – нормирующее значение; a, b – положительные числа не зависящие от X ; X_k – больший по модулю предел измерений.

Числовые значения класса точности показывают отклонения в процентах.

Галочка под числом – средства измерения данного типа имеет существенно неравномерную шкалу.

2. Определить погрешность показаний средств измерений и его показания, зная класс точности, согласно варианту, указанному в таблице 2
3. Ответить на вопросы, характеризующие погрешности и Класс точности средств измерений:
 - класс точности;
 - обозначение класса точности;
 - взаимосвязь класса точности и погрешности средств измерений.
4. Выводом к работе является определение показания прибора с учетом найденной погрешности.

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 2.1 Государственная система стандартизации и научно-технический прогресс

Практическое занятие № 5

Изучение общих требований к выполнению документов.

Цель:

- 1) освоить и закрепить указания по оформлению документов и соблюдению требований, установленных стандартами;
- 2) проверить полученные знания;
- 3) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 2 Читать чертежи механизмов обслуживаемого оборудования;

Уд 3 оформлять и заполняет техническую документацию обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

- 1 Изучить основные правила оформления документации, указанные в стандарте организации.
- 2 Ответить на вопросы, характеризующие содержание, структуру и правила оформления технической документации в соответствии с требованиями, установленными стандартами.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить и законспектировать основные правила оформления документации
2. Ответить на вопросы

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 2.1 Государственная система стандартизации и научно-технический прогресс

Практическое занятие № 6

Изучение и анализ документов системы менеджмента качества

Цель работы:

изучить процессный подход в управлении качеством, основные принципы и функции систем менеджмента качества.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 2 Читать чертежи механизмов обслуживаемого оборудования;

Уд 3 оформлять и заполняет техническую документацию обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1. Ознакомиться с основными принципами и функциями систем менеджмента качества.
2. Решить задачу по СМК

Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с теоретической частью
2. Решить ситуационную задачу.
3. Ответить на вопросы

Краткие теоретические сведения

Согласно МС ИСО 9000:2000 менеджмент — это скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией, а менеджмент качества — скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству.

Руководство и управление применительно к качеству подразумевает разработку политики и целей в области качества, управление качеством, обеспечение качества и улучшение качества. Всеобщий менеджмент качества (TQM) является одной из форм менеджмента качества, основанной на участии всего персонала организации.

В МС ИСО 9000:2000 введено понятие продукции, которая определена как результат процесса. При этом она разделена на общие категории: технические средства; программные средства; услуги и перерабатываемые материалы. Многие виды продукции являются комбинацией этих категорий.

Этот комплекс документов содержит согласованную пару стандартов на системы менеджмента качества: МС ИСО 9000 «Системы менеджмента качества. Требования» и МС ИСО 9004 «Системы менеджмента качества. Рекомендации по улучшению деятельности», а также МС ИСО 9000 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь» — словарь по совместимой терминологии; МС ИСО 19011 «Руководящие указания по проверке системы менеджмента качества и охраны окружающей среды».

Ключевыми элементами системы менеджмента качества стали восемь принципов управления качеством.

Ориентация организации на заказчика (потребителя). Организации зависят от своих заказчиков (потребителей), поэтому должны понимать настоящие и будущие их потребности, выполнять их требования и стремиться превзойти их ожидания. Система менеджмента качества (СМК), отвечающая требованиям МС ИСО 9001, должна концентрировать внимание на требованиях заказчика.

Реализация этого принципа обеспечит рост прибылей производителя и повышение конкурентоспособности продукции за счет гибкости и скорости реакции на пожелания потребителей.

2. Роль руководства в системе менеджмента качества. Руководители добиваются единства цели организации, путей достижения этой цели и обеспечения соответствующего микроклимата в организации.

Они создают среду, в которой работники полностью вовлекаются в решение задач организации, с тем чтобы в рамках СМК обеспечить руководство, позволяющее осуществить наибольшую внутреннюю производительность и максимально удовлетворить заказчиков.

3. Вовлечение работников в функционирование системы качества. Работники на всех должностных уровнях составляют основу организации, и их полное вовлечение в деятельность по качеству дает возможность использовать способности каждого с максимальной отдачей для организации.

Управление качеством — коллективная деятельность, требующая совместных усилий. Это означает, что весь персонал без исключения, в том числе занимающийся подготовкой кадров и их аттестацией, службы сбыта, юридической, экономической и т.д. должен быть составной частью СМК, а не добавлением к ней. На всех уровнях должны быть определены обязанности и полномочия по качеству: объем программ; технология (методы, правила) их реализации; степень свободы действий персонала в рамках его должностной компетенции. Реализация этого принципа обеспечивает стремление персонала к постоянному улучшению деятельности организации в рамках СМК, повышение ответственности и рост заинтересованности персонала в результатах своей деятельности и решении общих задач.

4. Процессный подход. Желаемый подход достигается эффективнее, если всеми ресурсами и видами деятельности управляют как процессами, т.е. совокупностью последовательных действий. Базовая модель процессного подхода менеджмента качества в соответствии с МС ИСО 9001 и 9004 версии 2000.

5. Системный подход к управлению (менеджменту). При разработке базовой СМК этот принцип означает, что организация стремится к объединению процессов создания продукции или услуг с процессами, позволяющими проверять соответствие продукции или услуги потребностям заказчика.

6. Постоянное улучшение продукции. Постоянное улучшение продукции является неизменной целью организации. Для этого выполняются корректирующие предупреждающие действия, в результате повышается конкурентоспособность продукции и достигается быстрое реагирование на появление прогрессивных разработок, методов технологий и их внедрение.

7. Принятие решений, основанных на фактах. Эффективные решения базируются на анализе фактических данных и информации, источниками которой могут служить результаты аудита, корректирующих воздействий, статистические данные и т.д. В результате появляется возможность получения достоверных данных и обеспечения доступности информации для персонала, что позволяет принимать квалифицированные решения.

8. Взаимовыгодные отношения с поставщиками. Организация и ее поставщики взаимозависимы. Взаимовыгодные отношения между ними способствуют расширению возможностей каждого из них. Основной целью является изменение стратегии организации по взаимоотношению с поставщиками. Это привлечение поставщиков к совместной разработке продукции на самой ранней стадии — установление требований и проведение широкомасштабных разработок, что позволяет оптимизировать ресурсы и затраты, обеспечивает гибкость и скорость совместных согласованных откликов на изменяющиеся потребности рынка.

2. Выполнить 3 задания.

3. Сформировать отчет о проделанной работе.

Оформить ответы на контрольные вопросы, расшифровать определения, записать решение задачи в виде таблицы

Контрольные вопросы

1. Что такое СМК?
2. Назначение СМК.
3. Структура СМК.
5. Что такое ISO? Цель ISO
6. Какие действия необходимо выполнить для создания СМК
7. Перечислить принципы менеджмента качества

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 3.1 Основы сертификации

Практическое занятие № 7

Изучение знаков соответствия и качества

Цель работы:

Изучить виды знаков соответствия на товарах и требования, предъявляемые к ним.

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 2 Читать чертежи механизмов обслуживаемого оборудования;

Уд 3 оформлять и заполняет техническую документацию обслуживаемого оборудования;

Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

Задание:

1.Расшифровать знаки соответствия

Порядок выполнения работы

1.Законспектировать теоретические основы

2.Согласно варианту расшифровать знаки соответствия наносимые на упаковку товара.

3.Сделать вывод

Краткие теоретические сведения

Сертификация — форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил или условиям договоров.

В системе оценки соответствия Союза сертификация трактуется более узко, поскольку объектом системы выступает продукция, а в качестве нормы права — технические регламенты Союза.

Сертификат соответствия — документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводов правил и условиям договоров.

В определении, приведенном в ФЗ «О техническом регулировании», отсутствует признак, относящий сертификат к документам, выдаваемых «третьей стороной» — органом по сертификации, что является основным признаком именно этого документа.

Сертификат соответствия техническим регламентам Союза — документ, в котором орган по сертификации удостоверяет соответствие выпускаемой продукции требованиям технического регламента Союза.

Декларирование соответствия — форма обязательного подтверждения соответствия выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Декларация о соответствии — документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов .

Знак соответствия— обозначение, служащее для информирования приобретателей, в том числе потребителей, о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации.

Поскольку в соответствии со ст. 21 ФЗ добровольное подтверждение соответствия может осуществляться для установления соответствия документам по стандартизации или системам добровольной сертификации, можно констатировать применение на практике двух видов знака соответствия:

1) знак соответствия системе добровольной сертификации;

2) знак соответствия национальному стандарту как документу по стандартизации.

Знаки соответствия представлены на рис. 4.2

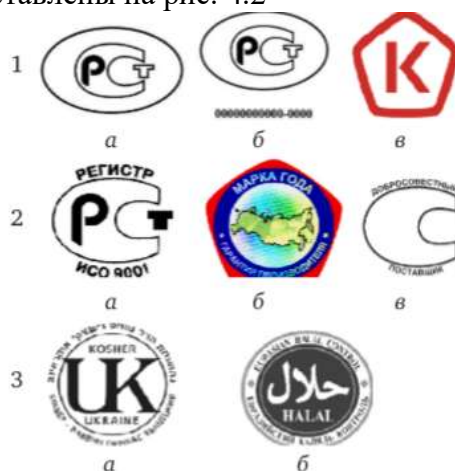


Рис. 4.2. Знаки соответствия:

- 1 — знаки соответствия национальным стандартам в Национальной системе добровольной сертификации (а — знак, используемый для маркирования документов; б — знак, используемый для маркирования продукции (работы, услуги) и (или) эксплуатационной или иной документации, прилагаемой к ней; в — Знак качества);
- 2 — знаки соответствия в поднациональных системах добровольной сертификации на различные объекты (а — знак соответствия системы менеджмента качества; б — знак «Марка года», в — знак СДС «Реестр добросовестных поставщиков»);
- 3 — знаки соответствия СДС продуктов питания для верующих людей (а — знак кошерности; б — знак халяль)

Единый знак обращения продукции на рынке Союза — обозначение, служащее для информирования приобретателей и потребителей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов Союза. Подобный знак действует в рамках ЕС (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Знаки обращения на рынке:

- а — национальный знак соответствия техническому регламенту;
б — Единый знак обращения на рынке государств — членов Евразийского союза; в — Знак соответствия Европейским директивам

Знак обращения на рынке, как и знак соответствия (для продукции), позволяет опознать продукцию, прошедшую процедуру подтверждения соответствия. Таким образом, задача этих знаков — идентифицировать реальные единицы продукции, на которые распространяется действие документа о подтверждении.

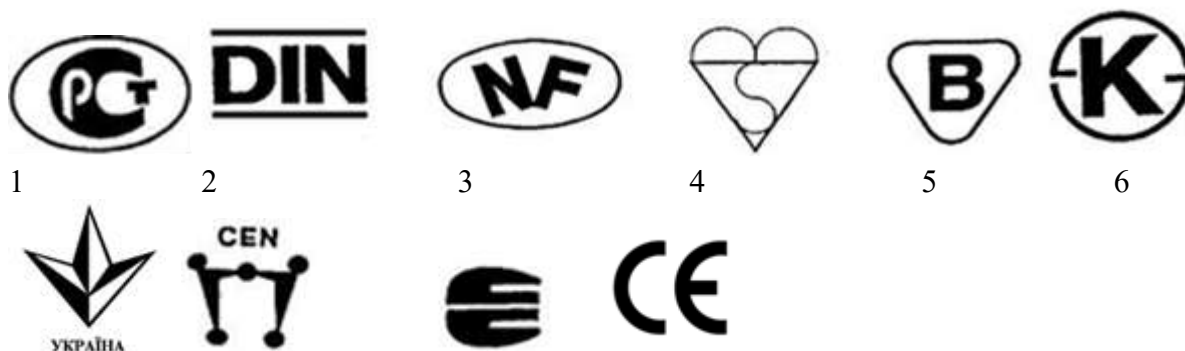
Транснациональные знаки соответствия — знаки, подтверждающие соответствие требованиям, установленным региональными стандартами. Так, в странах Европейского экономического сообщества и входящих в Европейскую ассоциацию свободной торговли приняты знаки соответствия «CEN» (учрежден Европейским комитетом по стандартизации) и «CENELEC» (учрежден Европейской электротехнической комиссией), подтверждающие соответствие требованиям европейских стандартов (EN) Или документов (CEN) по гармонизации стандартов.

В странах Европейского сообщества в качестве единого знака соответствия применяется знак «CE», подтверждающий соответствие продукции предписаниям европейских директив и документов, содержащих технические характеристики материалов, оборудования или технических процессов.

Маркировка знаком «СЕ» свидетельствует о высоком качестве продукции и требовательности компаний-производителей к свойствам безопасности и экологичности своей продукции.

2. Согласно варианту изобразить знак соответствия

3. Расшифровать знаки соответствия наносимые на упаковку товара.



4. Сделать вывод о необходимости знаков соответствия

Контрольные вопросы

1. Для маркирования только какой продукции разрешается использовать знаки соответствия?

2. Какому нормативному документу соответствует продукция на которую нанесен знак соответствия?

3. Как различают знаки соответствия в зависимости от сферы применения?

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.1 Основы метрологии

Лабораторное занятие №1

Прямые и косвенные методы измерения напряжения и тока

Цель:

1 Ознакомление с прямыми измерениями силы постоянного электрического тока и напряжения

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Материальное обеспечение:

Комплект учебного лабораторного оборудования "Электрические измерения и основы метрологии" ГалСен ЭИОМ2-Н-Р; Типовой комплект учебного оборудования «Электрические измерения и основы метрологии», настольный вариант, компьютерная версия (без ПК), ЭИиОМ-НК

Задание

1. Измерить величину постоянного тока и напряжения прямым методом;
2. Измерить величину постоянного тока и напряжения косвенным методом;

Порядок выполнения работы:

1. Для выполнения измерений необходимо собрать схему, приведенную в методических указаниях.
2. Измерить силу тока и напряжение
3. Измерить величину постоянного тока косвенным методом;
4. Измерить величину напряжения постоянного тока косвенным методом.
5. Занести показания мультиметров в таблицу

Краткие теоретические сведения

Измерение – это процесс экспериментального определения значения физической величины с использованием специальных технических средств. Основными характеристиками измерений являются: принцип и метод измерения, а также достоверность и точность измерений.

Принципом измерения называют физическое явление или совокупность явлений, на которых основано измерение. Например, измерение температуры на основе термоэлектрического эффекта.

Погрешностью измерения называют отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой физической величины. Качество измерения, характеризующее близость результатов измерения к истинным значениям измеряемой физической величины.

Достоверность измерения определяет степень доверия к результатам измерения физической величины. К категории достоверных относятся те измерения, для которых известны вероятностные характеристики погрешностей.

Комбинированные приборы (мультиметры) предназначены для измерения различных электрических величин (например, U, I, R или др.).

При измерении силы постоянного тока универсальными и комбинированными приборами переключатель рода работы следует установить в положение, соответствующее измерению силы тока в режиме "постоянный ток" ("—"). Отсчет показаний при этом производится по той шкале, против которой указаны символы "—" и "А" (или "mA", "μA"). Во избежание выхода из

строю прибора необходимо следить за полярностью его подключения в цепь. Входную клемму прибора, обозначаемую символами "*", "-" или "общ", "сом", подключают к той точке разрыва цепи, которая имеет меньший потенциал, относительно другой точки, подключаемой к входной клемме, обозначаемой символами "+" или "А".

Измерения силы тока желательно проводить, когда приблизительно известно ожидаемое значение (хотя бы по порядку величины). Если оно не известно, то измерения следует начинать используя максимальный предел, так как в этом случае вероятность превышения максимально допустимого значения силы тока в цепи для данного прибора (а следовательно, и выхода его из строя) будет наименьшей. Если при этом стрелка отклонится на слишком малый угол, то необходимо перейти на меньший предел, предварительно отключив прибор из цепи. Оптимальным можно считать выбор такого предела измерений, при котором стрелка индикатора в процессе измерения будет располагаться по центру или в правой части шкалы (но не зашкаливает!).

При выполнении измерений в цепях постоянного тока следует, так же как и при измерениях силы тока, соблюдать полярность подключения прибора к цепи. При использовании комбинированных многопредельных приборов переключатель рода работы должен быть установлен в положение, соответствующее измерению напряжения в цепи постоянного тока (оно обычно обозначается символами "-", "+U", "-U" или "V"). Отсчет показаний производится по тем шкалам, рядом с которыми указаны символы "V" и "-". Цена делений определяется для каждого предела измерений или для каждой шкалы в отдельности. Большой точности измерения напряжения можно достичь, если воспользоваться электронно-цифровыми вольтметрами. Их внутреннее сопротивление, как правило, значительно превышает внутреннее сопротивление стрелочных вольтметров.

Равноточные измерения – ряд измерений физической величины, выполненных средствами измерений с одинаковой точностью при одинаковых условиях измерения.

Неравноточными измерениями называют ряд измерений физической величины, выполненных при различных условиях и (или) различными по точности средствами измерений.

Если измерение выполнено один раз, оно называется однократным. При повторении измерений физической величины одного и того же размера некоторое число раз, такую совокупность измерений называют многократными измерениями.

Измерения физической величины, значение которой не изменяется с течением времени, называются статическими. Если значение физической величины изменяется, то измерения ее называются динамическими.

Измерения, при которых значение физической величины определяется непосредственно, называются прямыми. Если значение физической величины определяется по результатам прямых измерений другой физической величины, которая функционально связана с измеряемой, такой метод измерения называется косвенным.

Совместные измерения – измерения двух или нескольких не одноименных величин, производимые для определения зависимости между ними. Например, нахождение значения количества теплоты по измеренным значениям расхода и температуры теплоносителя.

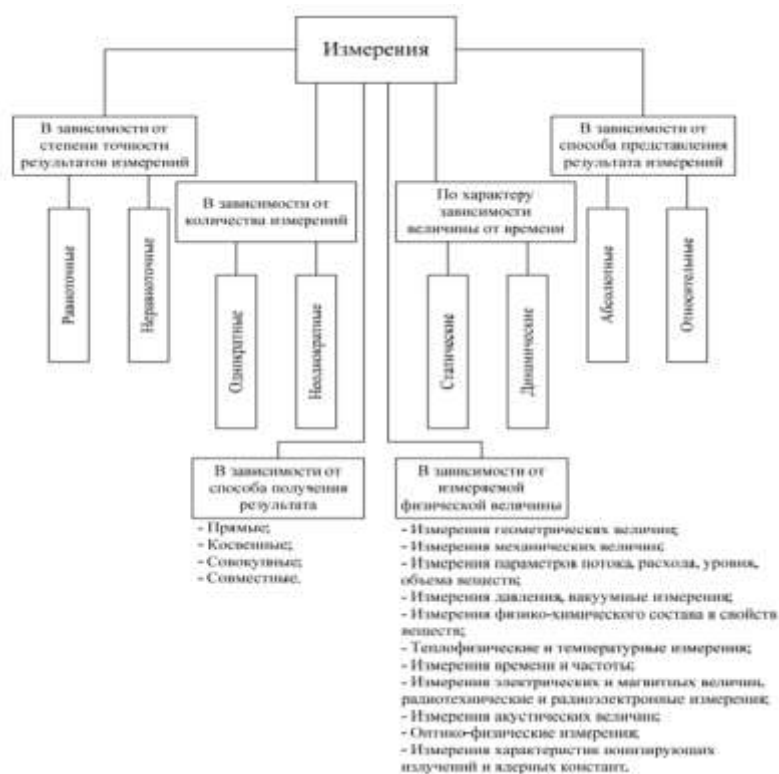


Рисунок 1 – Классификация видов измерения

1. Для выполнения измерений необходимо собрать схему, приведенную в методических указаниях.
2. Измерить силу тока и напряжение и занести показания мультиметров в таблицу 1 и 2 соответственно в колонки для прямых измерений.

Результаты измерений напряжения.

Таблица 1

Угол поворота регулятора	Результаты прямого измерения напряжения, В	Результаты косвенного измерения напряжения, В	Абсолютная погрешность измерения, В
0			
60			
180			

Результаты измерений силы тока.

Таблица 2

Угол поворота регулятора °	Результаты прямого измерения силы тока, мА	Результаты косвенного измерения силы тока, мА	Абсолютная погрешность измерения, мА
0			
60			
180			

3. По данным таблицы 2 определить величину напряжения в цепи по формуле:

$$U = I \cdot R, \quad (1)$$

4. Используя соотношение (1) по данным табл. 1, определить величину силы тока в цепи.
5. Рассчитать абсолютную погрешность косвенного измерения величины постоянного тока по формуле:

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{расч}}, \quad (2)$$

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе

Критерии оценки:

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, умения сформированы, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено высоко.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые умения сформированы недостаточно, все предусмотренные программой учебные задания выполнены, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые умения работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий содержат ошибки.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые умения не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки.

Тема 1.1 Основы метрологии

Лабораторное занятие № 2

Измерение параметров деталей с помощью штангенинструментов и микрометров

Цель: Научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля и микрометра

Выполнив работу, вы будете уметь:

Уд 1 Использовать контрольно-измерительные инструменты для контроля качества выполняемых работ по регулировке механизмов оборудования;

Материальное обеспечение:

Комплект деталей (зубчатые колеса, валы), Штангенциркули 125мм; микрометры;

Задание:

- 1 Определить размеры детали с помощью штангенциркуля.
2. Определить размеры детали с помощью микрометра.
3. Выполнить эскиз детали.

Порядок выполнения работы:

- 1 Изучить методику работы со штангенциркулем и микрометром.
- 2 Определить размеры детали.
- 3 Выполнить эскиз детали.

Краткие теоретические сведения:

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

Метрологию подразделяют на теоретическую, прикладную и законодательную.

Прикладная метрология – занимается вопросами практического применения в различных сферах деятельности результатов теоретических исследований в рамках метрологии.

Теоретическая метрология занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения.

Законодательная метрология включает совокупность взаимообусловленных правил и норм, направленных на обеспечение единства измерений, которые возводятся в ранг правовых положений, имеют обязательную силу и находятся под контролем государства.

Можно выделить три главные функции измерений:

- 1) учет продукции, исчисляющейся по массе, длине, объему, расходу, мощности, энергии.
- 2) измерения, проводимые для контроля и регулирования технологических процессов и для обеспечения нормального функционирования транспорта и связи.
- 3) измерений физических величин, технических параметров, состава и свойств веществ, проводимые при научных исследованиях, испытаниях и контроле продукции в различных отраслях народного хозяйства

Методика работы со штангенциркулем.

Устройство штангенциркуля



1. Губки для измерения внутренних размеров
2. Подвижная рамка 3. Винт фиксатор рамки
4. Штанга 5. Глубиномер 6. Линейка
7. Шкала нониуса
8. Губки для измерения наружных размеров

Рисунок 1 Устройство штангенциркуля

На основной линейке-штанге нанесены миллиметровые деления, а на подвижной рамке находится вспомогательная шкала-нониус. Интервал деления нониуса и число деления зависит от величины отсчета. Если интервал деления основной шкалы = 1 мм, то при величине отсчета по нониусу 0,1 мм он будет иметь 10 делений, а при отсчете по нониусу 0,05 мм - 20 делений.

Методика работы с микрометром.

Измерение микрометром основано на использовании точной винтовой пары (винт-гайка), которая преобразует вращательное движение микровинта в поступательные. Цена деления прибора 0,01 мм. Погрешность измерения зависит от пределов измерения микрометра и составляет: от 3 мкм для микрометров 0-25 мм до 50 мкм для микрометров с пределами измерения 400-500 мм.

Устройство микрометра. Общий вид микрометра показан на рис. 1.

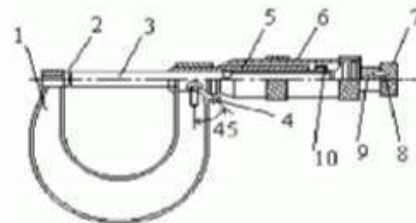


Рисунок 2 – Общий вид микрометра

Корпусом инструмента служит скоба 1, в которую запрессованы с одной стороны пятка 2, с другой - стебель 5, на котором закреплена микрогайка и нанесена продольная шкала.

Одной измерительной поверхностью является торец микрометрического винта 3, выдвигающегося из стебля, второй - торец пятки 2. Микровинт связан с корпусом барабана 6, имеющим на конусном конце круговую шкалу. Заканчивается барабан резьбой, на которую навинчивается гайка 9, являющаяся корпусом механизма трещетки. Основное назначение - трещетки обеспечивать постоянство измерительного усилия за счет храповика 7 и подпружиненного стержня 8. Микрометр снабжен устройством 4, позволяющим стопорить микровинт и гайкой 10 для регулировки зазора в паре микровинт - микрогайка.

Отсчет показаний микрометрических инструментов.

Отсчетное устройство микрометрических инструментов состоит из двух шкал (рис. 1). Продольная шкала имеет два ряда штрихов с интервалом 1 мм, расположенных по обе стороны горизонтальной линии и смещенных относительно друг друга на 0,5 мм. Таким образом, оба ряда штрихов образуют одну продольную шкалу с ценой деления 0,5 мм. Микровинт связан с барабаном 6, который на конусном конце имеет круговую шкалу с числом делений $n=50$. Учитывая, что шаг резьбы винтовой пары $S=0,5$ мм, цена деления круговой шкалы (нониуса) микрометра "С" равна:

$$C = S / n = 0,5 / 50 = 0,01 \text{ мм.}$$

Размер измеряемой детали с точностью до 0,5 мм отсчитывают по шкале стебля указателем, которым является скошенный край барабана. Сотые доли миллиметра отсчитывают по круговой шкале барабана, указателем которой является продольный штрих на стебле микрометра.

Установка микрометра на нуль. Перед началом измерений микрометрическими инструментами производят их проверку и установку на нуль. Установку микрометров на нуль производят на начальном делении шкалы. Для микрометров с пределом измерений 0- 25 мм - на нулевом делении шкалы, для микрометров с пределами измерений 25-50 мм - на делении 25 и т.д. Осторожно вращая микровинт за трещетку, приводят в соприкосновение измерительные поверхности микровинта и пятки. При указанном соприкосновении скошенный край барабана микрометра должен установиться так, чтобы штрих начального деления основной шкалы (нуль или 25, 50 мм и т.д.) был полностью виден, а нулевое деление круговой шкалы барабана совпадало с продольной горизонтальной линией на стебле 5 (рис. 2).

2. Замерить деталь с помощью штангенциркуля

3. Замерить части детали микрометром

4. Выполнить эскиз детали с нанесением размеров полученных при измерении

Форма представления результата:

Отчет о проделанной работе.

Критерии оценки:

Оценка «отлично» ставится, если задание выполнено верно и даны полные ответы на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если ход выполнения задания верный, но была допущена одна или две ошибки, либо в ответах на вопросы допущена неточность.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если приведено неполное выполнение задания (упущены важные технические характеристики), либо в ответах на вопросы допущены грубые ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если задание не выполнено