

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

Многопрофильный колледж



УТВЕРЖДАЮ  
Директор  
/ С.А. Махновский  
28.06.2023г

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

**ОПЦ.04 Метрология, стандартизация и сертификация**

**для обучающихся специальности**

**13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического  
оборудования (по отраслям)**

Магнитогорск, 2023

## **ОДОБРЕНО**

Предметно-цикловой комиссией  
«Монтажа и эксплуатации электрооборудования»  
Председатель Л.А. Закирова  
Протокол № 11 от 21.06.2023г.

Методической комиссией МпК  
Протокол №6 от 28.06.2023г

### **Разработчик (и):**

преподаватель ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова» Многопрофильный колледж

О.С.Каледина

Методические указания по выполнению практических и лабораторных работ разработаны на основе рабочей программы учебной дисциплины / профессионального модуля «Метрология, стандартизация и сертификация».

Содержание практических и лабораторных работ ориентировано на подготовку обучающихся к освоению профессионального(ых) модуля(ей) программы подготовки специалистов среднего звена по специальности 13.02.11 Техническая эксплуатация и обслуживание электрического и электромеханического оборудования (по отраслям)

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение	4
2 Методические указания	6
Практическое занятие № 1	6
Практическое занятие № 2	12
Практическое занятие № 3	14
Практическое занятие №4	17
Практическое занятие №5	22
Лабораторное занятие № 1	25
Лабораторное занятие № 2	29

## 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), 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, стандартизация и сертификация» предусмотрено проведение практических и лабораторных занятий.

В результате их выполнения, обучающийся должен:

### **уметь:**

У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

У 2.1.18 использовать в профессиональной деятельности документацию систем качества;

У 2.1.19 оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;

У 2.1.20 приводить несистемные величины измерений в соответствии с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

Уо 01.01 распознавать задачу и/или проблему в профессиональном и/или социальном контексте;

Уо 01.04 выявлять и эффективно искать информацию, необходимую для решения задачи и/или проблемы;

Уо 01.05 составлять план действий;

Уо 02.01 определять задачи для поиска информации;

Уо 02.06 оформлять результаты поиска, применять средства информационных технологий для решения профессиональных задач;

Уо 03.01 определять актуальность нормативно-правовой документации в профессиональной деятельности;

Уо 04.02 взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами в ходе профессиональной деятельности;

Уо 05.01 грамотно излагать свои мысли и оформлять документы по профессиональной тематике на государственном языке;

Уо 09.06 читать, понимать и находить необходимые технические данные и инструкции в руководствах в любом доступном формате;

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. Выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.2. Организовывать и выполнять техническое обслуживание и ремонт электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.3. Осуществлять диагностику и технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.

ПК 1.4. Составлять отчетную документацию по техническому обслуживанию и ремонту электрического и электромеханического оборудования.

ПК 2.1. Организовывать и выполнять работы по эксплуатации, обслуживанию и ремонту бытовой техники.

А также формированию *общих компетенций*:

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

ОК 02 Использовать современные средства поиска, анализа и интерпретации информации и информационные технологии для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК 03 Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие, предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере, использовать знания по финансовой грамотности в различных жизненных ситуациях

ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде

ОК 05 Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

Выполнение обучающихся практических и лабораторных работ по учебной дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление, развитие и детализацию полученных теоретических знаний по конкретным темам учебной дисциплины;

- формирование умений применять полученные знания на практике, реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;

- формирование и развитие умений: наблюдать, сравнивать, сопоставлять, анализировать, делать выводы и обобщения, самостоятельно вести исследования, пользоваться различными приемами измерений, оформлять результаты в виде таблиц, схем, графиков;

- приобретение навыков работы с различными приборами, аппаратурой, установками и другими техническими средствами для проведения опытов;

- развитие интеллектуальных умений у будущих специалистов: аналитических, проектировочных, конструктивных и др..

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 Сущность стандартизации

#### Практическое занятие № 1

Анализ структуры и содержания нормативных документов на примере ГОСТ 2.767-89  
Обозначения условные графические в электрических схемах. Реле защиты

#### Цель:

- 1) ознакомиться со структурой национальных стандартов на продукцию, услуги, процессы, методы контроля и стандартов организации;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

- У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;
- У 2.1.19 оформлять технологическую и техническую документацию в соответствии с действующей нормативной базой;

#### Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

#### Задание:

- 1 Изучить основные виды нормативной документации.
- 2 Ответить на вопросы, характеризующие назначение, содержание и структуру технических регламентов, национальных стандартов на продукцию, услуги, процессы, методы контроля и стандартов организации.
- 3 Сделать вывод.

#### Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Ознакомится с содержанием предложенного нормативного документа.
3. Проанализировать содержание и структуру предложенного нормативного документа.
4. Сделать вывод, указав вид, дату введения в действие, назначение и структуру нормативного документа.

#### Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Организовать рабочие группы численностью не более 4 человек.
3. Ознакомится с содержанием предложенного нормативного документа.
4. Проанализировать содержание и структуру предложенного нормативного документа, указав вид, дату введения в действие, назначение и структуру нормативного документа.
5. Дать определения следующим понятиям:
  - национальный стандарт;
  - стандарты на продукцию;
  - стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;

- стандарты на услуги;
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа);
- стандарты организаций.

6. Сделать вывод, указав все проанализированные данные в следующем виде:

Вид документа – ...

Назначение документа – ...

Дата введения в действие – ...

Структурные элементы и их назначение: ...

### **Краткие теоретические сведения:**

К документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций.

В зависимости от объекта и аспекта стандартизации, а также содержания устанавливаемых требований разрабатываются национальные стандарты следующих видов (ГОСТ Р 1.0–2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»):

- стандарты на продукцию;
- стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;
- стандарты на услуги;
- стандарты основополагающие (организационно-методические и общетехнические);
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

*Стандарты на продукцию* устанавливают для групп однородной продукции или для конкретной продукции требования и методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам, а также требования к условиям и правилам эксплуатации, транспортирования, хранения, применения и утилизации.

В стандарт в общем случае включают следующие элементы:

- 1) Титульный лист.
- 2) Предисловие. Приводят сведения об организации работ по стандартизации на соответствующем уровне и общие сведения о данном стандарте.
- 3) Содержание.
- 4) Введение. Элемент приводят, если существует необходимость обоснования причин разработки стандарта, указания места стандарта в комплексе стандартов или сообщения об использовании иных форм его взаимосвязи с другими стандартами, а также приведения другой информации, облегчающей пользователям применение данного стандарта.
- 5) Наименование.
- 6) Область применения. Указывают назначение стандарта и область его распространения (объект стандартизации), а при необходимости конкретизируют область применения стандарта.
- 7) Нормативные ссылки. Элемент приводят, если в тексте стандарта даны нормативные ссылки на другие стандарты РФ.
- 8) Термины и определения.
- 9) Обозначения и сокращения.

10) Основные нормативные положения:

– Классификация. Указывают ассортимент конкретных пищевых продуктов, выпускаемых по данному стандарту.

– Технические требования. Должны быть приведены требования, определяющие показатели качества и безопасности каждого конкретного продукта.

– Требования к сырью и материалам. Указывают сырье и материалы, используемые для выработки продукции.

– Маркировка. Устанавливают требования к маркировке продуктов.

– Упаковка. Устанавливают требования к упаковочным материалам и способу упаковывания, обеспечивающие сохранность качества и безопасность продуктов при транспортировании, хранении и реализации.

– Правила приемки. Устанавливают порядок и периодичность контроля продуктов на соответствие требованиям к их качеству и безопасности, упаковке и маркировке, указанным в стандарте.

– Методы контроля. Устанавливают методы, которые должны обеспечивать всестороннюю и объективную проверку продуктов на соответствие требованиям к их качеству, безопасности, упаковке и маркировке, установленным стандартом.

– Правила транспортирования и хранения. Устанавливают требования к обеспечению сохранности продуктов при транспортировании и хранении.

11) Приложения. Приводят графический материал большого объема и формата, таблицы большого формата, методы расчетов, описания аппаратуры и приборов, описания алгоритмов и программ задач, решаемых на ЭВМ и т.д. По статусу приложения могут быть обязательными, рекомендуемыми или справочными.

12) Библиография. Включают перечень ссылочных документов.

13) Библиографические данные. Их приводят на последней странице стандарта.

Стандарты на процессы и работы устанавливают основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам (способам, приемам, режимам, нормам) выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

В стандартах на технологические процессы устанавливают:

1) Общие требования к их проведению.

2) Термины и определения.

3) Классификацию.

4) Требования к оборудованию, приспособлениям, инструменту и материалам, используемым в технологическом процессе.

5) Последовательность выполнения отдельных технологических операций с приведением при необходимости принципиальной технологической схемы.

6) Способы и приемы выполнения отдельных работ в технологических процессах.

7) Требования к технологическим режимам и другие нормы выполнения различного рода работ в технологических процессах.

8) Методы контроля качества.

9) Требования безопасности и охраны окружающей среды:

При установлении требований безопасности указывают:



– характеристики опасных и вредных воздействующих факторов данного технологического процесса или его отдельных операций (включая допустимые значения уровней каждого из воздействий);

– требования по снижению и локализации опасных и вредных воздействующих факторов технологического процесса;

– требования к применению средств индивидуальной и коллективной защиты при проведении технологического процесса (отдельных операций);

– требования к соблюдению санитарно–гигиенических правил;

– требования к наличию средств пожаротушения, технических средств противопожарной защиты, пожарной техники;

– требования к производственному персоналу;

– требования к устройству аварийной сигнализации, применению знаков безопасности и сигнальных цветов.

При установлении требований охраны окружающей среды приводят требования к предотвращению или уменьшению вредных воздействий на окружающую среду.

Стандарты на услуги устанавливают требования и методы их контроля для групп однородных услуг или для конкретной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги.

На услуги разрабатывают следующие стандарты:

– основополагающие стандарты на услуги;

– стандарты на номенклатуру показателей качества и безопасности услуг;

– стандарты общих требований;

– стандарты общих технических условий;

– стандарты, устанавливающие требования к обслуживающему персоналу;

– стандарты на методы контроля (оценки) качества и безопасности услуг.

При установлении в стандарте для группы однородных услуг в него, как правило, включают те же разделы, которые включают в аналогичные стандарты на продукцию, за исключением разделов: «Транспортирование и хранение» и «Указания по эксплуатации».

Основополагающие стандарты устанавливают общие организационно–методические положения для определенной области деятельности, а также общетехнические требования (нормы и правила), обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость; техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции; охрану окружающей среды; безопасность здоровья людей и имущества и другие общетехнические требования, обеспечивающие интересы национальной экономики и безопасности.

Стандарты на термины и определения устанавливают наименование и содержание понятий, используемых в стандартизации и смежных видах деятельности.

Для стандарта на термины и определения установлена следующая структура:

1) Наименование стандарта;

2) Вводная часть;

3) Основная часть. В основной части стандарта могут быть выделены разделы и подразделы.

Как правило, основная часть стандарта на термины и определения имеет раздел «Общие понятия». Далее разделы располагают в соответствии с системой понятий по видам, составным частям и элементам объекта стандартизации.

4) Алфавитный(ые) указатель(и) терминов, иноязычных эквивалентов терминов, буквенных обозначений;

5) Приложение(я);

6) Библиография. Включают перечень ссылочных документов.

Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа устанавливают требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, квалификации персонала.

Для каждого метода в зависимости от специфики его проведения излагают сущность метода, приводят общие требования и требования безопасности, а затем устанавливают:

- требования к условиям, при которых проводят контроль (испытания, измерения, анализ);
- требования к средствам контроля (измерений), аппаратуре, материалам, реактивам и растворам, а также вспомогательным устройствам;
- порядок подготовки к проведению контроля;
- порядок проведения контроля;
- правила обработки результатов контроля;
- правила оформления результатов контроля;
- точность данного метода контроля.

Стандарты организаций (СТО), в том числе коммерческих, общественных, научных, саморегулируемых организаций, объединений юридических лиц могут разрабатываться и утверждаться ими самостоятельно, исходя из необходимости применения этих стандартов, для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний) измерений и разработок. В СТО не должны устанавливаться требования, параметры, характеристики и другие показатели, противоречащие национальным стандартам.

В СТО в общем случае включают следующие элементы:

- 1) Титульный лист.
- 2) Предисловие.
- 3) Содержание.
- 4) Введение.
- 5) Наименование.
- 6) Область применения.
- 7) Нормативные ссылки.
- 8) Термины и определения.
- 9) Обозначения и сокращения.
- 10) Основные нормативные положения:
  - технические требования;
  - требования к сырью;
  - упаковка
  - правила приемки;
  - методы анализа;
  - транспортирование и хранение.
- 11) Приложения.
- 12) Библиография.
- 13) Библиографические данные.

**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.

## Тема 2.2 Средства измерений и их характеристики

### Практическое занятие № 2

#### Выбор средств измерения и контроля

#### Цель работы:

- 1) освоить методику подбора средств измерений и контроля;
- 2) привить умения и навыки самостоятельной работы с учебником и дополнительной литературой.

#### Выполнив работу, Вы будете:

##### *уметь:*

У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

У 2.1.20 приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

#### Материальное обеспечение:

Учебно-методическая документация, дидактические средства

#### Задание:

- 1 Подобрать средство измерения и контроля.
- 2 Сделать вывод.

#### Порядок выполнения работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить пределы измерения и класс точности средств измерений и контроля.
3. Сделать вывод.

#### Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.
2. Определить пределы измерения и класс точности согласно варианту
  - амперметром со шкалой (0...50) А измерены значения тока;
  - вольтметром класса точности со шкалой (0...100) В измерены значение напряжений;
  - цифровым омметром со шкалой (0...10) Ом измерены значения сопротивления.

Необходимо найти наибольшее и наименьшее предельное значение, допуск, основную абсолютную погрешность, нижний и верхний предел рабочей части шкалы, основную относительную и приведенную погрешности средства измерения. По найденному значению приведенной погрешности необходимо определить класс точности средства измерения и контроля.

3. Выводом к работе является описание характеристик выбранного средства измерения и контроля.

#### Краткие теоретические сведения:

Предварительно определяются наибольшее и наименьшее предельное значение, допуск, основная абсолютная погрешность, нижний и верхний предел рабочей части шкалы, основная относительная и приведенная погрешности средства измерения.

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  $\Delta$  – основная абсолютная погрешность;

$D$  – допуск измерения параметра согласно нормативным документам.

Основная относительная погрешность средств измерений определяется, исходя из условия:

$$d = D/X$$

где  $X$  – значение показание средства измерения.

Основная приведенная погрешности определяется по формуле:

$$g = (D/X_N) * 100\%$$

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.

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.

Класс точности прибора указывается на шкале прибора. Если на шкале такого обозначения нет, то данный прибор внеклассный, то есть его приведенная погрешность превышает 4%.

### **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.

## Тема 2.2 Средства измерений и их характеристики

### Практическое занятие № 3

Определение погрешности показания прибора в зависимости от класса 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:*

У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

У 2.1.20 приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

#### 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, зная класс точности.

3. Ответить на вопросы, характеризующие погрешности и класс точности средств измерений.

4. Сделать вывод.

#### Ход работы:

1. Законспектировать теоретические основы.

#### 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	∇	если $X_N$ принято равным длине шкалы (ее части)
$\delta = \pm \frac{\Delta}{X}$	$\delta = \pm 0,5$	Класс точности 0,5	⊙	-
$\delta = \pm \frac{\Delta}{X}$	$\sigma_n = \pm(0,01 + 0,02 \left( \frac{X_k}{X} \right) - 1)$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	-

Примечания:

$\Delta$  – 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.

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:**

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.



## Тема 2.2 Средства измерений и их характеристики

### Практическое занятие №4

Определение соотношения единиц измерения различных систем

**Цель:** Научиться переводить единицы измерения в систему СИ.

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

У 2.1.20 приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

**Материальное обеспечение:**

Учебно-методическая документация, дидактические средства

**Задание:**

1. Перевести единицы измерения в систему СИ

**Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с единицами физических величин и их размерностью по ГОСТ 8.417-2002 или по методическому указанию.

2. Оформить заголовочную часть практической работы и выполнить задание .

3. Перечертить задание по своему варианту в форме таблицы. Используя таблицы 1-3 выразить в соответствующих единицах заданные величины.

**Ход работы:**

1. Ознакомиться с теоретическими сведениями

**Краткие теоретические сведения:**

Совокупность основных и производных единиц ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами, называется системой единиц физических величин. Единица основной ФВ является основной единицей данной системы. В Российской Федерации используется система единиц СИ, введенная ГОСТ 8.417-2002 «ГСИ. Единицы физических величин». В качестве основных единиц приняты метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль и канделла (табл.1).

Производная единица - это единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными. Некоторые производные единицы системы СИ, имеющие собственное название, приведены в табл. 2

Для установления производной единицы следует:

- выбрать ФВ, единицы которых принимаются в качестве основных;

- установить размер этих единиц;

- выбрать определяющее уравнение, связывающее величины, измеряемые основными единицами, с величиной, для которой устанавливается производная единица. При этом символы всех величин, входящих в определяющее уравнение, должны рассматриваться не как сами величины, а как их именованные числовые значения;

Таблица 1 Основные единицы физических величин

Величина			Единица		
Наименование	Обозначение		Наименование	Обозначение	
	Размерность	Рекомендуемое		русское	международное
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	Θ	T	кельвин	К	K
Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd

Таблица 2 Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название.

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через ед.СИ
Частота	$T^{-1}$	герц	Гц	$c^{-1}$
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$м^2 * кг * c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$м^{-1} * кг * c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$м^2 * кг * c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$м^2 * кг * c^{-3}$
Количество электричества	$IT$	кулон	Кл	$c * A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$м^2 * кг * c^{-3} * A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	Ф	$м^{-2} * кг^{-1} * c^4 * A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$м^2 * кг * c^{-3} * A^{-2}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$кг * c^{-2} * A^{-1}$

Все основные, производные, кратные и дольные единицы являются системными.

Внесистемная единица -это единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем единиц. Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ разделяют на 4 вида: -допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы -тонна; плоского угла -градус, минута, секунда; объема -литр и др.

Некоторые внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ, приведены в табл.3

Таблица 3- Внесистемные единицы, допускаемые к применению наравне с единицами СИ

Наименование величины	Единица		
	Наименование	Обозначение	Соотношение с единицей СИ
Масса	тонна	т	$10^3$ кг
Время	минута	мин	60 с
	час	ч	3600 с
	сутки	сут	86400 с
Объем	литр	л	$10^{-3}$ м <sup>3</sup>
Площадь	гектар	га	$10^4$ м <sup>2</sup>

*Кратная единица* — это единица ФВ, в целое число раз превышающая системную или

внесистемную единицу. Например, единица длины километр равна 1000 м, т. е. кратная метру.

*Дольная единица* — единица ФВ, значение которой в целое число раз меньше системной или внесистемной единицы. Например, единица длины миллиметр равна  $10^{-3}$  м, т. е. является дольной. Приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл. 1.4.

Таблица 1.4 Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка	Обозначение	Множитель	Приставка	Обозначение
$10^{18}$	экса	Э	$10^{-1}$	деци	д
$10^{15}$	пета	П	$10^{-2}$	санти	с
$10^{12}$	тера	Т	$10^{-3}$	милли	м
$10^9$	гига	Г	$10^{-6}$	микро	мк
$10^6$	мега	М	$10^{-9}$	нано	н
$10^3$	кило	к	$10^{-12}$	пико	п
$10^2$	гекто	г	$10^{-15}$	фемто	ф
$10^1$	дека	да	$10^{-18}$	атто	а

Существует соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными (табл. 1.5)

Таблица 1.5 Соотношения между единицами измерения

Величины	Единицы измерения в СИ	Соотношение между единицами измерения СИ и наиболее часто встречающимися единицами других систем и внесистемными
Длина	М	1 мкм = $10^{-6}$ м
Масса	кг	1 т = 1000 кг 1 ц = 100 кг
Температура	К	$\Theta = (t \text{ } ^\circ\text{C} + 273,15) \text{ К}$
Вес (сила тяжести)	Н	1 кг = 9,81 Н 1 дин = $10^{-5}$ Н
Мощность	Вт	1 кгс-м/с = 9,81 Вт 1 эрг/с = $10^{-7}$ Вт 1 ккал/ч = 1,163 Вт
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	1 т/м <sup>3</sup> = 1 кг/дм <sup>3</sup> = 1 г/см <sup>3</sup> = $10^3$ кг/м <sup>3</sup> 1 кгс-с <sup>2</sup> /м <sup>4</sup> = 9,81 кг/м <sup>3</sup>
Давление	Па	1 бар = 105 Па 1 мбар = 100 Па 1 дин/см <sup>2</sup> = 1 мкбар = 0,1 Па 1 кгс/см <sup>2</sup> = 1 ат = 9,81-104 Па = 735 мм. рт. ст. 1 кгс/м <sup>2</sup> = 9,81 Па 1 мм. вод. ст. = 9,81 Па 1 мм. рт. ст. = 133,3 Па
Объем	м <sup>3</sup>	1 л = $10^{-3}$ м <sup>3</sup> = 1 дм <sup>3</sup>
Работа, энергия, количество теплоты	Дж	1 кгс-м = 9,81 Дж 1 эрг = $10^{-7}$ Дж 1 кВт-ч = 3,6-106 Дж = 4,19 кДж

Сравнение некоторых точек в температурных шкалах Фаренгейта, Цельсия и Кельвина представлены в табл. 1.6.

**Сравнение некоторых точек в температурных шкалах  
Фаренгейта, Цельсия и Кельвина**

Температурные точки	Шкала		
	Фаренге	Цельсия	Кельвин
Абсолютный нуль	-460	-273	0
Точка замерзания воды	32	0	273
Средняя комнатная	68	20	293
Нормальная температура человека	98,6	36,6	310
Точка кипения воды	212	100	373

Формулы взаимного перевода температур разных шкал:

$$^{\circ}\text{C} = 100/180(^{\circ}\text{F} - 32) = 5/9(^{\circ}\text{F} - 32); \text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.$$

2. Произвести перевод несистемных единиц согласно варианту

Варианты заданий					
4, 10, 16, 22		5, 11, 17, 23		6, 12, 18, 24	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10 Па	ат	10 Па	мм. рт. ст.	10 Па	Мбар
100 Па	кгс/м <sup>2</sup>	100 Па	мкбар	100 Па	дин/м <sup>2</sup>
1000 мм. рт. ст.	дин/см <sup>2</sup>	1000 мм. рт. ст.	ат	1000 мм. рт. ст.	кгс/м <sup>2</sup>
10 Н	дг	10 Н	сг	10 Н	Дин
1 Вт	ккал/ч	1 Вт	кгс-м/с	1 Вт	эрг/с
1 Дж	ккал	1 Дж	кВт-ч	1 Дж	Эрг
0,01 л	см <sup>3</sup>	0,01л	дм <sup>3</sup>	0,01 л	м <sup>3</sup>
0,1 м/с	м/мин	0,1 м/с	км/мин	0,01 м/с	км/ч
0,1 А	гА	0,1 А	сА	0,1 А	МА
1 Вт	мВт	1 Вт	сВт	1 Вт	дВт
1 кг / м <sup>3</sup>	кг/дм <sup>3</sup>	1 кг/м <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>	1 кг/м <sup>3</sup>	мг/м <sup>3</sup>

Варианты заданий					
1, 7, 13, 19		2, 8, 14, 20		3, 9, 15, 21	
Задание	Ответ	Задание	Ответ	Задание	Ответ
10 м	мкм	100 м	мм	100 см	м
100 кг	т	100 кг	ц	100 кг	г
37 °С	Ө	32 °С	Ө	25 °С	Ө
250 К	°С	450 К	°С	210 К	°С
10 Па	бар	10 Па	Мбар	10 Па	дин/см <sup>2</sup>
100 Па	мм. рт. ст.	100 Па	кгс/см <sup>2</sup>	100 Па	мм. вод. ст.
1000 мм. рт. ст.	мбар	1000 мм. рт. ст.	Па	1000 мм. рт. ст.	кгс/см <sup>2</sup>
10 Н	кг	10 Н	дин	10 Н	г
10 Вт	ккал/ч	10Вт	эрг/с	10 Вт	кгс-м/с
10 Дж	ккал	10 Дж	кВт-ч	10 Дж	эрг

0,1 л	См <sup>3</sup>	0,1 л	дм <sup>3</sup>	0,1л	м <sup>3</sup>
0,1 м/с	м/ч	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/ч
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100 Вт	МВт	100Вт	сВт	100Вт	дВт
1 кг/м <sup>3</sup>	кг/дм <sup>3</sup>	1 кг/м <sup>3</sup>	г/см <sup>3</sup>	1 кг/м <sup>3</sup>	г/м <sup>3</sup>

**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.

## Тема 3.1. Основные понятия и определения в области качества продукции

### Практическое занятие №5

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:

У 2.1.18 использовать в профессиональной деятельности документацию систем качества;

#### 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

#### Ход работы:

1. Изучить теоретическую часть

#### 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 быстроты 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 быстроту 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 2.2 Средства измерений и их характеристики

### Лабораторное занятие № 1

Измерение параметров деталей с помощью микрометров и штангенинструментов

**Цель:** Научиться определять линейные размеры с помощью штангенциркуля.

Научиться определять линейные размеры с помощью микрометра

**Выполнив работу, Вы будете:**

**уметь:**

У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

У 2.1.20 приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

**Материальное обеспечение:**

Комплект деталей (зубчатые колеса, валы), Штангенциркули 125мм; Микрометры "МК 25-50 кл.1;

**Задание:**

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

**Порядок выполнения работы:**

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

**Ход работы:**

- 1.Ознакомиться с методикой выполнения измерений

**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

**Объектами метрологии являются единицы величин, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.**

**Измерение** – совокупность операций, выполняемых с помощью технического средства, хранящего единицу величины, позволяющего сопоставить измеряемую величину с ее единицей и получить значение величины (длины, высоты и другие параметры деталей).

**Погрешность измерений** – отклонение результата измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

**Средство измерений** – техническое устройство, предназначенное для измерений (Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»).

**Эталон** – средство измерения, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи ее средствами измерений данной величины.

**Единство измерений** – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин, а погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Итак, первым условием единства измерений является представление результатов измерений в узаконенных единицах, которые были бы одними и теми же по всюду, где проводятся измерения и используют их результаты. В России, как и в большинстве других стран, узаконенными единицами являются единицы величины Международной системы единиц, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам, рекомендованные Международной организацией законодательной метрологии. Второе условие единства измерений – погрешность измерений не превышает (с заданной вероятностью) установленных пределов. Погрешности измерений средства измерений указываются в придаваемом к нему техническом документе – паспорте, ТУ и пр.

Главным нормативным актом по обеспечению единства измерений является Закон РФ.

Он направлен на защиту прав и законных интересов граждан, экономики страны от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

В странах на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) должно быть соблюдено главное условие обеспечения единства измерений – указаны погрешности измерений для заданной вероятности.

### **Методика работы со штангенциркулем.**

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 = 1мм, то при величине отсчета по нониусу 0,1мм он будет иметь 10 делений, а при отсчете по нониусу 0,05 мм-20 делений.

2. Замерить деталь с помощью штангенциркуля

3. Выполнить эскиз детали с нанесением размеров полученных при измерении

Измерение микрометром основано на использовании точной винтовой пары (винт- гайка), которая преобразует вращательные 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.

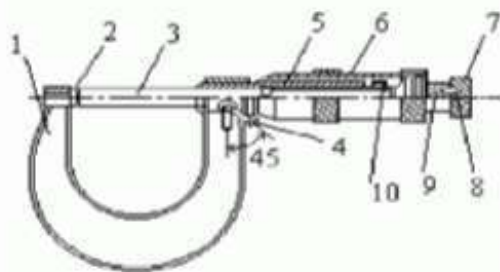


Рисунок 1 – Общий вид микрометра

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  $S=0,5\text{мм}$ , 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. 1).

3. Замерить деталь с помощью микрометра

3. Выполнить эскиз детали с нанесением размеров полученных при измерениях

#### **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

## Тема 2.2 Средства измерений и их характеристики

### Лабораторное занятие № 2

#### Прямые и косвенные методы измерения напряжения и тока

##### Цель:

1 Ознакомление с прямыми и косвенными измерениями силы постоянного электрического тока и напряжения

##### Выполнив работу, Вы будете:

###### уметь:

У 1.4.04 применять требования нормативных документов к основным видам продукции (услуг) и процессов;

У 2.1.20 приводить несистемные величины измерений в соответствие с действующими стандартами и международной системой единиц СИ;

##### Материальное обеспечение:

Комплект учебного лабораторного оборудования "Электрические измерения и основы метрологии" ГалСен ЭИОМ2-Н-Р

##### Задание

1. Измерить величину постоянного тока и напряжения прямым методом;
2. Рассчитать 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. Занести показания мультиметров в таблицу

##### Ход работы:

1. Подготовить таблицы для измерений

##### 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 строя

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 целях 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.

2. Для выполнения измерений необходимо собрать схему, приведенную в методических указаниях.

3. Измерить силу тока и напряжение
4. Занести показания мультиметров в таблицу 1.
5. Рассчитать величину постоянного тока и напряжения косвенным методом;
6. По данным таблицы 2 определить величину напряжения в цепи по формуле:
 
$$U = I \cdot R, \quad (1)$$
7. Используя соотношение (1) по данным табл. 1, определить величину силы тока в цепи.
8. Рассчитать абсолютную погрешность косвенного измерения величины постоянного тока по формуле:

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

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			

**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.