

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ «БЕЛЭНЕРГО»
УО «МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
КОЛЛЕДЖ»



УТВЕРЖДАЮ
Директор УО «МГЭК»
А.А. Новиков
«20» 01 2024 г.

МЕТРОЛОГИЯ И СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Методические указания по выполнению домашней контрольной работе
для учащихся заочной формы получения образования

5-04-0712-04 «Техническая эксплуатация оборудования
электрических станций»

5-04-0712-05 «Техническая эксплуатация оборудования тепловых
электрических станций»

(шифр и название специальностей)

Разработал преподаватель _____ А.Ю.Кирикович
(подпись) (ФИО)

Рассмотрено и одобрено на заседании цикловой комиссии
специальных электротехнических предметов

Протокол № 5 от 18.01 2024 г.
(наименование цикловой комиссии)

Председатель цикловой комиссии _____ Н.Н.Ядловский
(подпись) (ФИО)

Согласовано
Методист колледжа _____ О.В.Какорина
(подпись) (ФИО)

Заведующий заочным отделением _____ А.А.Куцов
(подпись) (ФИО)

Содержание

1 Пояснительная записка.....	3
2 Краткое содержание программы.....	7
3 Общие требования по оформлению домашней контрольной работы...	20
4 Методические указания по выполнению домашней контрольной работы.....	22
5 Задания для домашних контрольных работ	31
6 Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы	40
7 Литература	41

1. Пояснительная записка

Методические указания по изучению учебного предмета «Метрология и стандартизация» и выполнению домашней контрольной работы разработаны в соответствии с образовательным стандартом среднего специального образования для специальностей 5-04-0712-04 «Техническая эксплуатация оборудования электрических станций» и 5-04-0712-05 «Техническая эксплуатация оборудования тепловых электрических станций».

Учебная программа "Метрология и стандартизация" предусматривает:

- изучение методик точных измерений;
- получение знаний использования стандартов, необходимых при проектировании конкретных объектов (деталей приборов, аппаратуры), при разработке технологических процессов; в вопросах управления качеством и сертификации изделий, процессов и систем.

Основные цели изучения учебного предмета «Метрология и стандартизация»:

- *образовательная*: получение учащимися знаний в области технического нормирования, стандартизации, метрологии и управления качеством, о Системе технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь, Национальной системе подтверждения соответствия Республики Беларусь, о правовых вопросах технического нормирования, стандартизации и управления качеством, а также о развитии международного сотрудничества в этой области.

- *развивающая*: позволяет обеспечить условия для развития умений и навыков работы с источниками учебной и научно-технической информации в области метрологического обеспечения, способствует развитию технологического (абстрактного, логического, творческого) мышления, развитию умений творческого подхода, исследовательских способностей учащихся к решению практических задач.

- *воспитательная*: позволяет обеспечить условия по формированию сознательной дисциплины и норм поведения учащихся, уважению к окружающим, овладению необходимыми навыками самостоятельной учебной деятельности; способствует формированию научного мировоззрения на примере изучения стандартов качества работ, услуг и продукции с учетом уровня достигнутого прогресса техники, технологий и науки; способствует воспитанию бережного отношения ко всем имеющимся ресурсам;

Предмет изучается в межпредметной связи с "Основами инженерной графики", "Экономика организации", "Охрана труда" и другие.

При изучении учебного материала учащимся необходимо соблюдать единство терминологии и обозначений в соответствии с действующими техническими кодексами установившейся практики и стандартами, руководствоваться положениями Системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь, правовыми актами по вопросам технического нормирования, стандартизации и качества продукции.

Программой предусматривается выполнение по отдельным темам практических работ для закрепления теоретических знаний и приобретения умения работать с техническими нормативными правовыми актами (ТНПА) в области технического нормирования и стандартизации. Рекомендуется проводить экскурсии на предприятия.

В результате изучения предмета учащиеся *должны знать на уровне представления*:

- Законы Республики Беларусь "О техническом нормировании и стандартизации" [3], "Об оценке соответствия требованиям технических нормативных правовых актов в области технического нормирования и стандартизации" [4];

- основные положения Системы технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь и Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь;

- роль стандартизации в обеспечении качества продукции;

- системы управления качеством продукции;
- международную систему метрологии, стандартизации и контроля качества продукции, международные стандарты серии ИСО 9001;
- критерии оценки качества продукции;
- современное состояние и перспективы развития измерительной техники и средств обеспечения качества продукции, эталоны физических величин;

знать на уровне понимания:

- виды технических нормативных правовых актов (ТНПА) и нормативных правовых актов, используемых в отрасли;
- основные требования к построению, содержанию, изложению ТНПА, правила их согласования и утверждения;
- основы управления качеством продукции, организацию контроля и методы оценки качества продукции;
- основные направления повышения качества продукции, работ и услуг;
- порядок проведения сертификации продукции и услуг Республики Беларусь;
- основные принципы, методы и средства технических измерений;

уметь:

- пользоваться информационными указателями ТНПА;
- применять ТНПА в практической деятельности;
- руководствоваться и подбирать необходимую документацию в соответствии с видом нормативного правового акта и ТНПА;
- анализировать процесс производства выпускаемой продукции;
- пользоваться методами оценки уровня качества продукции и определять пути повышения качества продукции;
- определять допустимые отклонения, влияющие на показатели качества продукции;

- контролировать параметры качества изделий на всех этапах их изготовления;
- определять вид дефекта и соотносить его с технологическим этапом производства, где он мог возникнуть.
- основные положения Национальной системы подтверждения соответствия Республики Беларусь;
- роль технического нормирования, стандартизации и подтверждения соответствия в обеспечении качества продукции;
- основы квалиметрии;
- роль управления качеством продукции в развитии экономики производства;

В методических указаниях учебной дисциплины «Метрология и стандартизация» приведены примерные критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по дисциплине, разработанные на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной деятельности, обучающихся в учреждениях, обеспечивающих получение среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 марта 2004 г. №17).

2. Краткое содержание программы

Учебный предмет «Метрология и стандартизация» изучается в соответствии с учебным планом и программой в количестве 44 часов.

Введение

Роль и место стандартизации и метрологии в производстве. Стандартизация как основа технической политики государства. Нормирование параметров. Измерения в технике, измерительный контроль, контроль точности технологических процессов и оборудования. Роль стандартизации и метрологии в обеспечении качества и повышения эффективности общественного производства.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какую роль выполняет метрология и стандартизация в производстве?
2. Какие разделы включает в себя дисциплина «Метрология и стандартизация»?
2. В чем заключается измерительный контроль?
3. В чем заключается контроль точности технологических процессов и оборудования?
4. Как метрология и стандартизация влияет качество производства?

Тема 1. Основные понятия в области метрологии и стандартизации

Основные понятия, термины и определения, используемые в метрологии и стандартизации. Метрология, измерения, методы измерений, средства измерений и их метрологические характеристики, единство измерений и единообразие средств измерений. Стандартизация, стандарт, нормативный документ по стандартизации, система стандартов, национальная и международная стандартизация, Государственная система стандартизации, Государственная система обеспечения единства измерений.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте понятие «стандартизация».
2. Охарактеризуйте понятие «метрология».
3. Для чего необходимы единство измерений и единообразие средств измерения?
4. Чем отличается мера от средства измерения?
5. Назовите разновидности стандартизаций. В чем их различие?
6. Какие темы рассматривают метрология и стандартизация?
7. Какие нормативные документы по стандартизации Вы знаете?
8. Какую роль выполняет государственная система обеспечения единства измерений?

Тема 2. Физические величины и их единицы

Физические величины (ФВ). Системы ФВ, их структура. Размерность ФВ. Шкалы наименований, порядка, интервалов и отношений. Измерения ФВ, как определение соответствия размера ФВ числу.

Единицы ФВ, системы единиц ФВ, основные и производные единицы, механизмы образования производных, кратных и дольных единиц. Внесистемные единицы, относительные и логарифмические единицы. Международная система единиц ФВ (SI). Стандартизация единиц ФВ на базе SI. Единицы, допускаемые к применению наряду с единицами SI.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «физическая величина».
2. Какие Вы знаете основные физические величины в международной системе единиц (SI)?
3. Какие существуют шкалы? Охарактеризуйте их.
4. Какими шкалами мы пользуемся при измерении электрических параметров?
5. Назовите внесистемные единицы.

Тема 3. Измерение. Виды и методы измерений

Измерительное преобразование, принципы измерений. Узкое и расширенное истолкование понятия измерений. Измерения физических величин, экспертная оценка параметров. Прямые, косвенные, совокупные и совместные измерения. Статические и динамические измерения. Методы измерений, методы непосредственной оценки и сравнения с мерой, разновидности метода сравнения с мерой. Дифференциальный и нулевой методы, метод противопоставления, метод замещения.

Точность, правильность и сходимость результатов измерений, воспроизводилось результатов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Сформулируйте основные принципы измерения.
2. Какие Вы знаете виды измерений?
3. Какие существуют подразделения методов измерения?
4. Приведите примеры на метод измерения максимально возможной точности.
5. В чем различия следующих понятий «точность», «правильность», «сходимость результатов измерений», «воспроизводимость результатов измерений»?

Тема 4. Погрешности измерений

Погрешности измерений, причины появления погрешностей. Погрешности средств измерений, погрешности метода, погрешности оператора и т.д. Погрешности измерения и ошибки (промахи) при измерениях. Тенденции проявления погрешностей, определенные и неопределенные погрешности. Систематические, случайные и грубые погрешности. Значимые и пренебрежимо малые погрешности.

Вопросы для самоконтроля:

1. Разграничьте понятия «погрешность» и «точность» измерения.
2. Какие факторы влияют на возникновение погрешностей?

3. Какие классификационные характеристики погрешностей Вы знаете?

4. В чем отличие между систематической, случайной и грубой погрешностями. Приведите пример каждой.

5. Какая погрешность называется значимой?

Тема 5. Методы выявления погрешностей

Аналитические и экспериментальные методы выявления погрешностей. Методы обнаружения наличия погрешностей, методы оценки значений погрешностей. Измерение известной "точной" ФВ. Параллельное использование "точной" методики выполнения измерений (МВИ). Анализ массивов результатов измерений. Математический анализ массивов результатов измерений. Анализ точечных диаграмм. Выявление закономерностей изменения результатов. Обработка результатов с грубыми погрешностями. Анализ методики выполнения измерений. Оценка погрешности измерений по ее составляющим. Оценка составляющих погрешностей, аналитические и экспериментальные методы оценки. Нахождение погрешностей в информационных источниках.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте аналитические и экспериментальные методы выявления погрешностей.

2. Дайте определение понятию «методика выполнения измерений».

3. Каким образом производится математический анализ массивов результатов измерений и анализ точечных диаграмм?

4. В чем сущность обработки результатов измерения с грубыми погрешностями?

Тема 6. Систематические и случайные погрешности

Виды систематических погрешностей. Постоянные и переменные систематические погрешности. Методы выявления и исключения систематических погрешностей.

Описание случайных погрешностей с помощью функций распределения и моментов случайных величин.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды систематических погрешностей Вы знаете?
2. Охарактеризуйте постоянные и переменные систематические погрешности. Приведите пример.
3. Какие методы выявления и исключения систематических погрешностей Вы знаете?
4. Как, благодаря функции распределения, можно описать случайные погрешности?
5. Назовите причины возникновения случайных и систематических погрешностей.

Тема 7. Математическая обработка результатов измерений

Математическая обработка результатов прямых измерений для получения результата косвенного измерения. "Исправление" результатов, статистическая обработка результатов прямых измерений. Обработка результатов косвенных измерений. Виды оценок систематических и случайных погрешностей. Показатели точности и формы представления результатов измерений.

Вопросы для самоконтроля:

1. Охарактеризуйте прямые и косвенные измерения. Приведите пример.
2. В чем отличие математической обработки результатов прямых и косвенных измерений?
3. Какое измерение называют исправленным?
4. Какой порядок статической обработки результатов прямых измерений?
5. Какой порядок статической обработки результатов косвенных измерений?

6. Перечислите виды оценок систематических и случайных погрешностей.

7. Какие показатели точности и формы представления результатов измерений Вы знаете?

Тема 8. Планирование измерений

Методика выполнения измерений (МВИ). Требования к МВИ. Точность и экономичность измерений. Порядок разработки МВИ. Задачи измерений, выбор допустимой погрешности. Определение реализуемой погрешности, методы оценки. Сравнительный анализ конкурирующих МВИ, выбор МВИ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что входит в методику выполнения измерений (МВИ)?
2. Назовите основные задачи измерений.
3. Как добиться точных и, в тоже время, экономичных измерений?
4. Что влияет на выбор допустимой погрешности?
5. Назовите методы оценки погрешностей?
6. Какую «МВИ» можно назвать конкурирующей?
7. Какими критериями руководствуются при выборе «МВИ»?

Тема 9. Воспроизведение и передача единиц физических величин

Эталоны единиц физических величин. Классификация эталонов. Первичные и специальные эталоны. Вторичные эталоны. Эталон-свидетель, эталон-копия, эталон сравнения. Рабочие эталоны. Эталоны основных единиц SI. Высшие метрологические достижения в области электрических измерений. Рабочие эталоны электрических единиц.

Поверочные схемы. Принципы построения поверочных схем. Образцовые и рабочие средства измерений (СИ). Структура поверочных схем СИ. Поверка, методы поверки. Поверочные схемы по видам ФВ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определения понятиям «эталон», «поверка» и «поверочная схема».
2. Назовите классификацию эталонов.
3. Охарактеризуйте первичные и вторичные эталоны. В чем их отличие?
4. Разграничьте понятия «эталон-свидетель», «эталон-копия» и «эталон-сравнения».
5. Какие эталоны физических величин SI Вы знаете? Приведите пример эталонов электрических величин.
6. Назовите структуру поверочных схем.
7. Какие методы поверки Вы знаете?

Тема 10. Средства измерений физических величин

Средства измерений (СИ), виды СИ, их классификация, метрологические характеристики СИ. Статические характеристики СИ. Номинальное значение меры, номинальная, статистическая характеристика измерительного преобразователя, цена деления, пределы и диапазон показаний (диапазон шкалы), пределы и диапазон измерений, выходной код, число разрядов кода, номинальная цена единицы наименьшего разряда кода. Динамические характеристики СИ. Полные и частичные динамические характеристики СИ.

Погрешности СИ и их нормирование. Характеристики погрешности средств измерений, характеристики систематической составляющей, характеристики случайной составляющей погрешности, вариация показаний. Функции влияния на средство измерений влияющих величин, характеристики погрешности средств измерений в интервале влияющей величины.

Экспериментальное получение статических характеристик СИ. Регулировка СИ, калибровка СИ.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «измерительный прибор».
2. Назовите классификацию средств измерения (СИ).

3. Какие параметры входят в технологические и метрологические характеристики средств измерения?

4. Какие характеристики средств измерения называют динамическими?

5. В чем заключается регулировка и калибровка СИ?

Тема 11. Система метрологического обеспечения

Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная и ведомственная метрологические службы, их назначение и структура, выполняемые работы. Международные метрологические организации. Метрологические мероприятия: поверка, регулировка, юстировка и градуировка СИ, калибровка СИ, государственные испытания СИ. Аттестация и стандартизация СИ и МВИ, ревизия и метрологическая экспертиза СИ и МВИ. Метрологическая подготовка производства.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова роль государственной системы обеспечения единства измерений?

2. Дайте определение понятию «метрологическая служба».

3. Охарактеризуйте основные метрологические мероприятия.

4. В чем суть аттестации и стандартизации СИ и МВИ?

5. Какие требования предъявляются к метрологической подготовке производства?

Тема 12. Стандартизация объектов и их свойства

Стандартизация как система упорядочения объектов на основе создания нормативных документов. Объекты упорядочения: изделия, процессы, условные обозначения. Полнота упорядочения: частичное (поэлементное) и комплексное упорядочение. Структура упорядочения свойств объектов стандартизации, ранжирование свойств по степени их важности, определение основных и главных, а также второстепенных свойств объектов, ограничение

числа нормируемых свойств и нормирование границ их колебания с учетом требований потребителя и возможностей производителя.

Цели нормирования свойств. Возможности экономии овеществленного и интеллектуального труда. Минимизация средств измерения для достижения удовлетворительных результатов. Конкретные цели нормирования свойств объектов: изделий и процессов, обеспечение требуемого уровня качества; условных обозначений - свертка информации.

Правила нормирования свойств. Использование аналогов и результатов исследований. Достоинства и недостатки нормирования разными методами. Принципы нормирования: достаточная полнота и однозначность требований, правильность оформления требований с использованием словесных формулировок и условных (кодированных) обозначений. Оптимизация устанавливаемых норм, методы оптимизации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое «объект стандартизации»? Приведите пример.
2. Какова структура упорядочения свойств объектов стандартизации?
3. Назовите цели, правила и принципы нормирования свойств объектов.
4. Какие достоинства и недостатки нормирования разными методами Вы можете перечислить?
5. В чем сущность оптимизации устанавливаемых норм.
6. Какие методы оптимизации Вы можете перечислить?

Тема 13. Государственная и международная стандартизации

Нормативная документация по стандартизации: стандарты и рекомендации, методические указания, методики и другие нормативные документы. Международная нормативная документация по стандартизации, международные стандарты и рекомендации. Межгосударственные стандарты и их применение в Республике Беларусь. Национальная нормативная документация (НД) по стандартизации. Государственная и отраслевая НД, стандарты предприятий.

Международные организации по стандартизации и метрологии (ИСО, МЭК и др.), структура и функции.

Национальные организации по стандартизации. Национальный комитет по стандартизации. Научно-исследовательские институты и территориальные органы комитета. Базисные и головные организации по стандартизации. Ведомственные органы стандартизации, службы стандартизации предприятий. Функции служб стандартизации: планирование работ по стандартизации, надзор за соблюдением стандартов и контроль выполнения установленных требований.

Планирование работ по стандартизации. Порядок разработки, издания, распространения и внедрения стандарта.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите и охарактеризуйте нормативные документы по стандартизации.

2. Какие международные нормативные документы Вы знаете?

3. Какую роль выполняют межгосударственные стандарты? Их применение в Республике Беларусь.

4. Какие международные организации по стандартизации и метрологии Вы знаете?

Их структура и функции.

5. Назовите и охарактеризуйте национальные организации по стандартизации.

6. Какой порядок разработки, издания, распространения и внедрения стандарта?

Тема 14. Виды и системы стандартов

Общетехнические и организационно-методические стандарты. Стандарты терминов, определений, условных обозначений, рядов предпочтительных чисел, стандарты на порядок разработки документации.

Стандарты (общих) технических условий; стандарты (общих) технических требований; стандарты параметров и (или) размеров; стандарты конструкции и размеров; стандарты типовых технологических процессов и др.

Системы стандартов. Структура системы стандартов. Примеры систем стандартов. Государственная система стандартизации. Единая система конструкторской документации. Единая система технологической документации. Унифицированные системы документации. Государственная система обеспечения единства измерений. Система стандартов безопасности труда. Другие системы стандартов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Дайте определение понятию «стандарт».
2. Назовите основные общетехнические и организационно-методические стандарты.
3. Какие системы стандартов Вы знаете? Приведите пример.
4. Какова роль системы стандартов безопасности труда?

Тема 15. Основные принципы стандартизации

Принцип общего согласия, принцип программно-целевого планирования. Принцип обоснованности разработки НД по стандартизации. Принцип преемственности. Принцип комплексности. Принцип гармонизации документов по стандартизации. Принцип прогрессивности. Принцип согласованности НД всех уровней. Принцип открытости информации. Принцип пригодности НД по стандартизации для сертификации объектов.

Принцип значимости объекта стандартизации, существенность, повторяемость и прогрессивность объекта. Принцип предпочтительности и его использование в стандартизации. Качественный и количественный аспекты принципа предпочтительности. Применение ранжированных рядов. Использование геометрических и арифметических прогрессий в стандартизации параметров. Ряды предпочтительных чисел. Оптимизация

стандартизуемых параметров. Классификация параметров, выбор номенклатуры стандартизуемых параметров, выбор диапазона параметрического ряда, выбор характера градации параметрического ряда. Оптимизация параметров объекта стандартизации. Минимизация расходов на изготовление и на эксплуатацию изделий, оптимизация суммарных расходов. Объекты стандартизации и стандарты как системы и комплексы. Принцип комплектности в стандартизации. Комплекс объектов стандартизации: сложное изделие, сборочные единицы, детали, полуфабрикаты, материалы, сырье. Комплекс стандартов. Охват комплекса объектов, увязка сроков разработки и внедрения комплекса стандартов. Введение в стандарты перспективных параметров. Ступенчатые сроки введения требований стандартов.

Вопросы для самоконтроля:

1. Перечислите и охарактеризуйте основные принципы стандартизации.
2. Что входит в комплекс стандартов?
3. Какие требования предъявляются к стандартам?

Тема 16 Стандартизация и управление качеством

Качество объекта, методы оценки качества. Показатели качества единичные и комплексные, интегральные показатели. Уровень качества объекта. Удовлетворительный, наивысший и оптимальный уровни качества. Стандартный уровень качества, его нормирование (проведение исследований, оптимизация уровня, оформление установленных требований). Реализация уровня качества объекта. Органолептический и измерительный контроль показателей качества. Системы управления качеством. Управление качеством на базе комплексной стандартизации, Управление качеством на базе стандартов ИСО 9001.

Сертификация соответствия изделий и услуг требованиям НД. Национальная система сертификации Республики Беларусь. Стандарты СТБ

5.1.01-96 . . . СТБ 5.1.07 96. Заявление о соответствии, сертификация соответствия "третьей стороной". Системы сертификации. Сертификация отдельных образцов, сертификация серийно выпускаемой продукции, по ее образцам, сплошная сертификации, сертификация системы управления качеством на предприятии. Схемы сертификации.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие требования предъявляют к качеству объекта?
2. Какие показатели качества объекта Вы знаете?
3. Какие методы контроля используют для определения уровня показателя качества объекта?
4. Какую роль выполняют комплексная стандартизации и стандарты ИСО в управлении качеством?
5. Дайте определения понятиям «сертификация» и «схема сертификации».
6. Для чего необходимо создание схем сертификации?

3. Общие требования по оформлению домашней контрольной работы

В соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-95 «ЕСКД. Требования к оформлению текстовых документов» оформление домашней контрольной работы должно осуществляться по следующим правилам: все части пояснительной записки следует излагать только на одном из государственных языков – белорусском или русском.

На лицевой части работы помещается наклейка установленного образца. В наклейке обязательно заполняются все графы, фамилия имя отчество пишется полностью.

Вопросы и задачи контрольной работы переписываются по порядку, без сокращений. На каждый переписанный вопрос сразу же дается ответ. После каждого ответа на вопрос выделяется свободное пространство, а в конце работы 1,2 страницы для рецензии.

Домашняя контрольная работа может быть выполнена рукописно в отдельной тетради «в клеточку» с пронумерованными страницами и отведенными полями шириной 30 мм. Возможно выполнение работы на компьютере и отпечатанный текст на белой бумаге формата А4 с одной стороны листа. Оформление работы должно быть единообразным, с соблюдением следующих типографических требований:

- поля: левое – 30 мм, правое – 15 мм, верхнее – 20 мм, нижнее – 20 мм;
- шрифт текста размером 14 пт., гарнитурой Times New Roman;
- шрифт заголовков (все прописные), подзаголовков 16 пт., гарнитурой Times New Roman;
- межстрочный интервал – полуторный;
- отступ красной строки – 1,25;
- номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом;
- разрешается использовать компьютерные возможности акцентирования

внимания на определённых терминах, формулах, теоремах, применяя шрифты разной гарнитуры;

- выравнивание текста – по ширине, перенос слов не допускается.

При делении вопроса на пункты и подпункты необходимо, чтобы каждый пункт содержал законченную информацию.

Вопросы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки. Наименование вопросов следует располагать по центру строки без точки в конце, прописными буквами жирным начертанием, отделяя от текста одной пустой строкой.



4. Методические указания по выполнению домашней контрольной работы

Введение.

Данная тема является вводной и должна дать понятие о роли и месте стандартизации и метрологии в производстве, роли стандартизации и метрологии в обеспечении качества и повышения эффективности общественного производства.

[1],(с. 3); [2],(с. 4-5); [3],(с. 3-6); [4],(с. 8-9).

Тема 1. Основные понятия в области метрологии и стандартизации

При изучении темы необходимо ознакомиться с основными понятиями, терминами и определениями в метрологии и стандартизации, нормативными документами по стандартизации. Получить представление о государственной системе обеспечения единства измерений.

[1],(с. 4-8); [2],(с. 5-11, с. 169-170); [3],(с. 22-42); [4],(с. 10-21, 91-93).

Тема 2. Физические величины и их единицы

При изучении темы следует ознакомиться с понятиями «физическая величина», «значение физической величины». Сформировать понятие о классификации шкал и систем измерения, а также видах ФВ. Получить представление о внесистемных, относительных логарифмических единицах. Ознакомиться с единицами, допускаемыми к применению наряду с единицами SI.

[1], (с. 8-17); [2], (с. 170-177); [3], (с. 98-112); [4],(с. 93-95).

Тема 3. Измерение. Виды и методы измерений

При изучении темы следует ознакомиться с понятием «измерение». Уделить внимание изучению классификации видов и методов измерения, основным принципами измерений. Получить представление о разновидностях

метода сравнения с мерой. Ознакомить с понятиями «точность», «правильность», «сходимость» и «воспроизводимость результатов».

[1], (с. 41-49); [2], (с. 204-230); [3], (с. 98-112);

Тема 4. Погрешности измерений

При изучении темы уделить внимание понятиям погрешности и точности. Получить представление о видах погрешностей и тем самым, научиться сравнивать систематические, случайные и грубые погрешности. Сформировать понятие о факторах, оказывающих влияние на возникновение погрешности.

[1], (с. 58-74); [3], (с. 98-112).

Пример 1.

Пусть в результате калибровки вольтметра магнитоэлектрической системы со шкалой 0 до 50 В на отметках шкалы прибора: 0, 10, 20, 30, 40, 50 В получены следующие значения абсолютной погрешности: 0,2, 0,2, 0, 0,3, 0,5, 0,9 В.

Определить приведенную погрешность поверяемого вольтметра.

Решение:

В условии задачи указаны абсолютные погрешности на каждой отметке и максимальной является:

$$\Delta_{\max} = \Delta_6 = 0,9 \text{ В.}$$

Определяем приведенную погрешность:

$$\gamma = \Delta_{\max}/L * 100\% = (0,9/50)*100 \% = 1,8 \%$$

Пример 2.

Имеется вольтметр со шкалой 0 – 100 В, класса точности 1,5.

Определить основную абсолютную погрешность прибора на любой отметке его шкалы.

Решение:

$$\gamma = (\Delta_{\text{MAX}}/L)*100\% \Rightarrow \Delta_{\text{MAX}} = (\gamma*L)/100\% = 1,5*100/100 = 1,5 \text{ В}$$

Пример 3.

К зажимам элементов с $E = 10 \text{ В}$ и $r = 1 \text{ Ом}$ подсоединим вольтметр с сопротивлением $R_{\text{в}} = 100 \text{ Ом}$. Определите показания вольтметра и вычислите абсолютную погрешность его показания, возникновение которой обусловлено тем, что вольтметр имеет не бесконечно большое сопротивление; классифицируйте погрешность.

Решение:

$$U = E [1 - r / (r + R_{\text{в}})] \approx 9,9 \text{ В.}$$

Если $R_{\text{в}} = \infty$, $r / (r + R_{\text{в}}) = 0$, то $U = E = 10 \text{ В}$.

Тогда $\Delta = 9,9 \text{ В} - 10 \text{ В} = - 0,1 \text{ В}$.

Измерение прямое и абсолютное, непосредственной оценки, так как шкалы вольтметра сняты показания, выраженные в единицах измеряемой величины; однократные, так как результат получен путем одного измерения; статическое, так как ЭДС в процессе измерения не изменялась. Погрешность систематическая.

Тема 5. Методы выявления погрешностей

При изучении темы следует уделить внимание аналитическими и экспертными методами выявления и оценки погрешностей. Получить представление о использовании «точной» МВИ. Сформировать умение применять математический анализ массивов результатов измерений.

Уметь анализировать точечные диаграммы и МВИ, обрабатывать результаты измерения с грубыми погрешностями.

[1],(с. 85-96); [3], (с. 98-112).

Тема 6. Систематические и случайные погрешности

При изучении темы следует уделить внимание видам систематической погрешности. Сформировать представление о методах выявления и исключения систематических погрешностей. Получить представление о функции распределения.

[1],(с. 75-84); [2],(с. 11-26); [3], (с. 98-112).

Пример 4.

Погрешность измерения напряжения ΔU распределена по нормальному закону, причем систематическая погрешность ΔU_c равна 30 мВ, а σ равно 50 мВ.

Найдите вероятность того, что результат измерения U отличается от истинного значения напряжения $U_{и}$ не более чем на 120 мВ.

Решение. Если в результате измерения U не вносить поправку, учитывающую систематическую погрешность, то для нахождения искомой вероятности можно воспользоваться соотношением:

$$P_d = P [U - \Delta_2 \leq U_{и} \leq U + \Delta_1] = P [-\Delta_1 \leq \Delta U \leq \Delta_2] = \frac{1}{2} \{ \Phi [(120 - 30) / 50] + \Phi [(120 + 30) / 50] \} = 0,963.$$

Если в результат измерения U внести поправку, т.е. считать, что

$$U_{испр} = U - \Delta U_c, \text{ то}$$

$$P_d = P [U_{испр} - \Delta_2 \leq U_{и} \leq U_{испр} + \Delta_1] = P [-\Delta_1 \leq \Delta U - \Delta U_c \leq \Delta_2] = \Phi (120 / 50) = 0,984.$$

Нетрудно заметить, что для нормального закона распределения погрешностей при одинаковом доверительном интервале доверительная вероятность больше в том случае, когда ΔU_c равна нулю или внесена соответствующая поправка в результат измерения.

Тема 7. Математическая обработка результатов измерений

При изучении темы следует получить представление о математической обработке результатов прямых и косвенных измерений. Ознакомиться со

статистической обработкой результатов измерения. Ознакомиться с видами оценок систематических и случайных погрешностей. Сформировать представление о показателях точности и формах представления результатов измерения.

[1], (с. 97- 102); [4], (с. 95-142).

Пример 5.

Сопротивление R_x измерено с помощью четырехплечего моста и рассчитано по формуле

$$R_x = R_2 R_4 / R_3.$$

Найдите относительную среднюю квадратическую погрешность результата измерения, если относительные средние квадратические погрешности сопротивлений R_2 , R_3 и R_4 соответственно равны 0,02; 0,01 и 0,01%.

Решение. Относительная средняя квадратическая погрешность сопротивления R_i равна

$$\sigma_{0i} = (\sigma_i / R_i) 100\%,$$

где σ_i – средняя квадратическая погрешность сопротивления R_i .

Воспользовавшись формулой среднего квадратического отклонения σ случайной погрешности результата косвенного измерения

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\partial F / \partial y_i)^2 \sigma_i^2},$$

где σ – среднее квадратическое отклонение случайной погрешности результата прямого измерения Y_i , а частная производная берется в точке y_1, y_2, \dots, y_n , соответствующей результатам прямых измерений, получим

$$\sigma_{R_x} = \sqrt{\sum_{i=2}^4 (\partial F / \partial R_i)^2 \sigma_i^2}.$$

Для данной функции F

$$(\partial F / \partial R_2)^2 = (R_3 / R_4)^2 = R_x^2 / R_2^2.$$

Аналогично

$$(\partial F / \partial R_3)^2 = R_x^2 / R_3^2, \quad (\partial F / \partial R_4)^2 = R_x^2 / R_4^2.$$

Тогда

$$\sigma_{R_x} = \sqrt{\sum_{i=2}^4 (R_x^2 / R_i^2) \sigma_i^2} = R_x \sqrt{\sum_{i=2}^4 (\sigma_i^2 / R_i^2)},$$

откуда

$$\sigma_{ox} = \sqrt{\sum_{i=2}^4 \sigma_{oi}^2} = \sqrt{0,02^2 + 0,01^2 + 0,01^2} = 0,025\%.$$

Тема 8. Планирование измерений

При изучении темы следует получить представление о МВИ, ее задах, целях и порядке разработки. Ознакомиться с понятиями точность, экономичность измерений и представительность результатов. Сформировать умение анализировать и выбирать МВИ.

[1], (с. 104-119); [2], (с. 239-255); [3], (с. 171-186).

Тема 9. Воспроизведение и передача единиц физических величин

При изучении темы следует ознакомиться с видами эталонов физических величин и средств измерения. Ознакомиться с высшими метрологическими достижениями в области электрических измерений.

Ознакомиться с понятиями «поверка», «поверочная схема». Сформировать представление о принципах построения поверочных схем.

Ознакомиться с видами поверочных схем и методами поверки.

[1], (с. 17-40); [2], (с. 178-183).

Тема 10. Средства измерений физических величин

При изучении темы следует получить представление о классификации средств измерения и метрологических характеристиках СИ. Ознакомиться с понятиями «цена деления», «предел измерения», «чувствительность» и т.д.

Получить представление о погрешностях средств измерения (абсолютная, относительная, приведенная), как характеристиках СИ. Ознакомиться с функциями влияния на средство измерения.

Сформировать представление о экспериментальном получении статических характеристик СИ. Ознакомиться с понятиями «регулировка СИ», «калибровка СИ».

[1], (с. 50-57); [2], (с. 206-255).

Тема 11. Система метрологического обеспечения

При изучении темы следует получить представление о государственной системе обеспечения единства измерения.

Сформировать понятие о международных метрологических организациях. Ознакомиться с метрологическими мероприятиями. Сформировать понятие о международных метрологических организациях. Ознакомиться с метрологическими мероприятиями. Сформировать понятие о аттестации и стандартизации СИ и МВИ, ревизии и метрологической экспертизе СИ и МВИ.

[1], (с. 185-190); [2], (с. 279-283); [3], (с. 279-298).

Тема 12. Стандартизация объектов и их свойства

При изучении темы следует ознакомиться с основными нормативными документами по стандартизации. Получить представление о государственной системе обеспечения единства измерения. Сформировать представление о целях и правилах нормирования свойств и возможности экономии труда.

Ознакомиться с достоинствами и недостатками нормирования разными методами. Получить представление о принципах нормирования: достаточная полнота и однозначность требований, правильность оформления требований с

использованием словесных формулировок и условных (кодированных) обозначений. Ознакомиться с основными методами оптимизации.

[1], (с. 130-139); [2],(с. 11-51); [4],(с. 21-49).

Тема 13. Государственная и международная стандартизации

При изучении темы следует получить представление о государственных и международных нормативных документах. Ознакомиться со стандартами РБ и их применением, международными стандартами и их применением. Сформировать представление о международных организациях по стандартизации и метрологии (ИСО, МЭК и др.), их структурах и функциях.

Ознакомиться с национальными организациями. Получить представление о функциях служб стандартизации: планировании работ по стандартизации, надзоре за соблюдением стандартов и контроль выполнения установленных требований.

[1], (с. 130-139, 184-185); [2], (с. 11-51); [3], (с. 42-55).

Тема 14. Виды и системы стандартов

При изучении темы следует получить представление о общетехнических и организационно-методических стандартах. Ознакомиться со стандартами терминов, определений, условных обозначений, рядов предпочтительных чисел, стандартами на порядок разработки документации.

Сформировать представление о видах общетехнических стандартов.

Ознакомиться со структурой системы стандартов. Получить представление о ЕСТД. Ознакомиться с унифицированной системой документации и системой стандартов безопасности труда.

[1], (с. 134-145); [2],(с. 101-169); [3],(с. 148-165).

Тема 15. Основные принципы стандартизации

При изучении темы следует сформировать понятие о разновидностях принципов стандартизации. Ознакомиться с качественными и количественными аспектами принципа предпочтительности.

Получить представление о оптимизации стандартизуемых параметров. Сформировать представление о классификации параметров, выборе номенклатуры стандартизуемых параметров, выборе диапазона параметрического ряда, выборе характера градации параметрического ряда.

Ознакомиться с комплексом объектов стандартизации: сложное изделие, сборочные единицы, детали, полуфабрикаты, материалы, сырье.

Получить представление о минимизации расходов на изготовление и на эксплуатацию изделий, оптимизация суммарных расходов. Получить представление о внедрении стандартов перспективных параметров. Ознакомиться со ступенчатыми сроками введения требований стандартов.

[1], (с. 161-163); [3], (с.22-29).

Тема 16. Стандартизация и управление качеством

При изучении темы следует сформировать представление о качестве объекта и методах оценки качества. Ознакомиться с разновидностями показателей качества. Получить представление о уровнях качества объекта.

Ознакомиться с принципами контроля показателей качества.

Сформировать понятие о системе управления качеством на базе комплексной стандартизации и на базе стандартов ИСО 9001.

Получить представление понятию «сертификация». Ознакомиться с национальной системой сертификации РБ. Ознакомиться с разновидностями сертификаций. Получить представление понятию «схема сертификации». Ознакомиться с разновидностями схем сертификации.

[1], (с. 159-181); [2], (с. 258-283); [3], (с. 187-131); [4], (с. 78-91).

5. Задания для домашних контрольных работ

К выполнению заданий следует приступать после изучения соответствующих разделов.

Контрольная работа имеет 25 вариантов. Номер выполняемого варианта выбирается по порядковому номеру учащегося в журнале учебной группы. При выполнении контрольной работы необходимо ответить на 3 вопроса (таблица №1) и решить задачу (таблица №2) соответствующего варианта.

Работы, не соответствующие своему варианту, не рассматриваются. Отвечать на вопросы следует кратко, ясно, с привлечением необходимых формул и схем. При решении задачи необходимо объяснять все принимаемые коэффициенты, величины и т.п. со ссылкой на справочную литературу. Задачи решать последовательно и полностью. Формулы, по которым ведутся вычисления, следует сначала записывать в общем виде. Иллюстрации (рисунки, схемы) служат для наглядного представления. Схемы и рисунки выполнять карандашом (если пояснительная записка выполняется рукописным способом) или на компьютере с помощью графических редакторов.

Таблица №1 – Теоретические вопросы:

№№ варианта	№№ вопросов	№№ варианта	№№ вопросов	№№ варианта	№№ вопросов
В-1	1, 26, 51	В-11	11, 36, 61	В-21	21, 46, 71
В-2	2, 27, 52	В-12	12, 37, 62	В-22	22, 47, 72
В-3	3, 28, 53	В-13	13, 38, 63	В-23	23, 48, 73
В-4	4, 29, 54	В-14	14, 39, 64	В-24	24, 49, 74
В-5	5, 30, 55	В-15	15, 40, 65	В-25	25, 50, 75
В-6	6, 31, 56	В-16	16, 41, 66		
В-7	7, 32, 57	В-17	17, 42, 67		

В-8	8, 33, 58	В-18	18, 43, 68		
В-9	9, 34, 59	В-19	19, 44, 69		
В-10	10, 35, 60	В-20	20, 45, 70		

Таблица №2 – Задачи:

№№ варианта	№№ задачи	№№ варианта	№№ задачи	№№ варианта	№№ задачи
В-1	1	В-11	11	В-21	21
В-2	2	В-12	12	В-22	22
В-3	3	В-13	13	В-23	23
В-4	4	В-14	14	В-24	24
В-5	5	В-15	15	В-25	25
В-6	6	В-16	16		
В-7	7	В-17	17		
В-8	8	В-18	18		
В-9	9	В-19	19		
В-10	10	В-20	20		

Вопросы домашней контрольной работы:

1. Сущность стандартизации.
2. Цели, задачи, функции и принципы стандартизации.
3. Научные, методические и теоретические основы стандартизации.
4. Правовые аспекты построения и содержания национальной системы стандартизации.
5. Концепция национальной системы стандартизации.
6. Документы по стандартизации, виды стандартов.
7. Организация работ по стандартизации и правила разработки стандартов.
8. Стандартизация систем менеджмента качества.

9. Стандартизация в сфере услуг.
10. Шкалы измерений.
11. Единицы физических величин, система СИ.
12. Основные, дополнительные, кратные, дольные и внесистемные единицы.
13. Классификация измерений.
14. Средства измерений, их классификация.
15. Метрологические характеристики средств измерений.
16. Классы точности средств измерений.
17. Эталоны единиц физических величин.
18. Поверочные схемы, их виды
19. Поверка и калибровка средств измерений.
20. Методы передачи размера единицы физической величины.
21. Разработка методик выполнения измерений и их аттестация.
22. Аттестация испытательного оборудования.
23. Сертификация средств измерений.
24. Нормативная база законодательной метрологии.
25. Государственная метрологическая служба и ее органы.
26. Законодательная и нормативно-методическая база сертификации.
27. Законодательная база сертификации.
28. Нормативно-методическая база сертификации.
29. Сущность сертификации.
30. Роль сертификации в повышении качества продукции.
31. Добровольная и обязательная сертификация.
32. Объекты подтверждения соответствия.
33. Порядок проведения сертификации продукции.
34. Схемы подтверждения соответствия.
35. Орган по сертификации продукции.
36. Испытательная лаборатория.
37. Особенности сертификации услуг.

38. Сертификация работ по охране труда в организациях.
39. Регистр систем качества.
40. Сертификация систем качества.
41. Сертификация производства.
42. Инспекционный контроль за сертифицированными системами качества производства.
43. Аудит качества. Виды аудитов.
44. Сертификация в области пожарной безопасности.
45. Порядок проведения гигиенической оценки продукции и товаров.
46. Экологическая маркировка продукции.
47. Экономические оценки работ по сертификации продукции, услуг и систем качества.
48. Государственный контроль и надзор в области стандартизации, обеспечения единств измерений и обязательной сертификации.
49. Информационное обеспечение метрологии, стандартизации и сертификации.
50. Международные организации и сотрудничество в области стандартизации, сертификации и метрологии.
51. Систематические и случайные погрешности.
52. Систематическое метрологическое обеспечение.
53. Основные принципы стандартизации.
54. Органы и службы стандартизации.
55. Международные стандарты;
56. Компенсация систематической погрешности в процессе измерения.
57. Метрология как наука.
58. Начертите схему моста постоянного тока. Объясните «нулевой метод» измерения.
59. Начертите схему «метода противопоставлений» при устранении систематической погрешности.
60. Составьте структурную схему «поверочной схемы».

61. Начертите «метод замещения» при измерениях.
62. Начертите схему «дифференцированного метода» при производстве измерений.
63. Объясните метод выявления случайной погрешности построением гистограммы.
64. Изобразите шкалу порядка. Приведите пример.
65. Объясните суть метода компенсации, но знаку при устранении систематической погрешности.
66. Начертите схему измерения сопротивления и выявления погрешности метода измерения.
67. Построение гистограммы при определении плотности результатов погрешностей измерений.
68. Изобразите шкалу отношений. Приведите пример.
69. Обоснуйте необходимость и область применения метода совпадений при выполнении измерений.
70. Начертите схему измерений напряжения источника питания при помощи вольтметра.
71. Объясните применение метода противопоставлений при компенсации систематической погрешности.
72. Вычертите структурную схему сертификации продукции.
73. Начертите схему, поясняющую погрешность метода измерений.
74. Вычертите кривую нормального распределения погрешности измерений.
75. Начертите квантильную оценку погрешности.

Задачи домашней контрольной работы:

1. Погрешность измерения напряжения ΔU распределена по нормальному закону, причем систематическая погрешность ΔU_c равна нулю, а σ равно 50 мВ. Найдите вероятность того, что результат измерения U отличается от истинного значения напряжения U и не более чем на 120 мВ.

2. Определить верхний предел измерения и основную приведенную погрешность датчика для измерения тяги газотурбинного двигателя (ГТД) $P = (1,6 \pm 0,1)$ кН.

3. В результате поверки амперметра установлено, что 70% погрешностей результатов измерений, произведенных с его помощью, не превосходят ± 20 мА. Считая, что погрешности распределены по нормальному закону с нулевым математическим ожиданием, определить среднюю квадратическую погрешность.

4. Погрешности результатов измерений, произведенных с помощью амперметра, распределены по нормальному закону; σ равно 20 мА, систематической погрешностью можно пренебречь. Сколько независимых измерений нужно сделать, чтобы хотя бы для одного из них погрешность не превосходила ± 5 мА с вероятностью не менее 0,95?

5. Сопротивление R составлено из параллельно включенных сопротивлений R_1 и R_2 , математические ожидания и средние квадратические отклонения которых известны: $m_1 = 12$ Ом; $m_2 = 15$ Ом; $\sigma_1 = 1$ Ом; $\sigma_2 = 0,5$ Ом. Найдите математическое ожидание mR и среднюю квадратическую погрешность σR сопротивления R .

6. Определить основную приведенную погрешность и пределы измерения виброакселерометра для измерения виброускорения $a = 50 \pm 2$ м/с²

7. Сопротивление R_x измерено с помощью четырехплечего моста и рассчитано по формуле $R_x = R_2 \cdot R_4 / R_3$. Найдите относительную систематическую погрешность Δx , результата измерения, если относительные систематические погрешности Δ_2 , Δ_3 , Δ_4 сопротивлений R_2 , R_3 , R_4 соответственно равны + 0,02; - 0,01 и - 0,01%.

8. В цепь с сопротивлением $R = 100$ Ом для измерения ЭДС E включили вольтметр класса 0,2 с верхним пределом измерения 3 В и внутренним сопротивлением $R_v = 1000$ Ом. Определите относительную методическую погрешность измерения ЭДС.

9. Необходимо измерить ток $I = 4$ А. Имеются два амперметра: один класса точности 0,5 имеет верхний предел измерения 20 А, другой класса точности 1,5 имеет верхний предел измерения 5 А. Определите, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности, и какой прибор лучше использовать для измерения тока $I = 4$ А.

10. Верхний предел измерений образцового прибора может превышать предел измерения поверяемого прибора не более чем на 25%. Проверить правомерность выбора образцового электроизмерительного прибора, если его верхний предел измерения L_0 превышает верхний предел измерения поверяемого прибора $L_п$ класса 2,5 в 2 раза?

11. Поверяется вольтметр типа Э421 класса точности 2,5 с пределами измерения 0 – 30 В методом сличения с показаниями образцового вольтметра типа Э59 класса точности 0,5. Заведомо известно, что погрешность образцового прибора находится в допускаемых пределах ($\pm 0,5\%$ от верхнего предела измерения), но максимальна. Как исключить влияние этой погрешности образцового прибора на результат поверки, чтобы не забраковать годный прибор?

12. Милливольтметр магнитоэлектрической системы класса точности 0,5% с пределами измерений 3; 1,5; 0,6; 0,3; 0,15 В имеет максимальное число делений 150. Определить для каждого предела наибольшее и наименьшее значения измеряемых напряжений в точке, соответствующей 40 делениям.

13. Двумя пружинными манометрами на 600 кПа измерено давление воздуха в последней камере компрессора. Один манометр имеет погрешность 1% от верхнего предела измерений, другой 4%. Первый показал 600 кПа, второй 590 кПа.

Назовите действительное значение давления в камере, оцените возможное истинное значение давления, а также погрешность измерения давления вторым манометром.

14. Определить пределы измерения и класс точности вольтметра для измерения напряжения питания бортовой сети самолета $V = 27 \pm 2,7$ В.

15. В цепь с сопротивлением $R = 49 \text{ Ом}$ и источником тока с $E = 10 \text{ В}$ и $R_{вн} = 1 \text{ Ом}$ включили амперметр сопротивлением $R_I = 1 \text{ Ом}$. Определите показания амперметра I и вычислите относительную погрешность δ его показания, возникающую из-за того, что амперметр имеет определенное сопротивление, отличное от нуля; классифицируйте погрешность.

16. Можно ли определить измеряемую величину, зная, с какой абсолютной и относительной погрешностями она измерена? Аргументируйте ответ, используя формулы и задавшись значениями.

17. Измерение падения напряжения на участке электрической цепи сопротивлением $R=4 \text{ Ом}$ осуществляется вольтметром класса точности 0,5 с верхним пределом диапазона измерений 1,5 В. Стрелка вольтметра остановилась на против цифры 0,95 В. Измерение выполняется в сухом отапливаемом помещении с температурой до 30°C при магнитном поле до 400 А/м. Сопротивление вольтметра $R_v=1000 \text{ Ом}$. Рассчитать абсолютную, относительную, инструментальную, дополнительную погрешности.

18. Миллиамперметр с пределом измерений 300 мА и максимальным числом делений 150 был поверен в точках 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140 и 150 делений. Образцовый прибор дал следующие показания (мА): 39.8; 80.1; 120.4; 159.7; 199.5; 240; 279.6; 300.3. Определить класс точности прибора.

19. Выполнено однократное измерение напряжения на участке электрической цепи сопротивлением $R=(10\pm 0.1) \text{ Ом}$ с помощью вольтметра класса 0,5 по ГОСТ 8711-77 (верхний предел диапазона 1,5 В, приведенная погрешность 0,5%). Показания вольтметра 0,975 В. Измерение выполнено при температуре 25°C при возможном магнитном поле, имеющем напряженность до 300 А/м. Оценить методическую погрешность U и P .

20. Вольтметр класса точности 1 % с пределом измерения 300 В, имеющий максимальное число делений 150, поверен на отметках 30, 60, 100, 120 и 150 делений, при этом абсолютная погрешность в этих точках составила 1,8; 0,7; 2,5; 1,2 и 0,8 В. Определить, соответствует ли прибор указанному

классу точности, и относительные погрешности на каждой точке.

21. Определить для вольтметра с пределом измерения 30 В класса точности 0,5 % относительную погрешность для точек 5, 10, 15, 20, 25 и 30 В и наибольшую абсолютную погрешность прибора.

22. Вольтметр с пределом измерения 7,5 В максимальным числом делений 150 имеет наибольшую абсолютную погрешность 36 мВ. Определить класс точности прибора и относительную погрешность в точках 40, 80, 90, 100 и 120 делений.

23. Имеется вольтметр со шкалой 0 – 100 В, класса точности 1,5. Общее число делений 100. Определить основную абсолютную погрешность прибора на любой отметке его шкалы. Определить относительную погрешность на отметках 30, 50, 70 и 100 делений, если цена деления 1 В/дел.

24. Пусть в результате калибровки вольтметра магнитоэлектрической системы со шкалой 0 до 100 В на отметках шкалы прибора: 0, 30, 60, 100, 120, 180 В получены следующие значения абсолютной погрешности: 0,2, 1,0, 0, 0,3, 0,7, 0,9 В. Определить приведенную погрешность поверяемого вольтметра, а также его класс точности.

25. Амперметр класса точности 1,5% имеет 100 делений. Цена деления $C = 0,5\text{А/дел}$. Определить предел измерения прибора, наибольшую абсолютную погрешность и относительную погрешность в точках 10, 30, 50, 70, и 90 делений.

6. Оценка результатов учебной деятельности при выполнении домашней контрольной работы

По результатам выполненной домашней контрольной работы выставляется отметка «зачтено». Отметка «не зачтено» выставляется, если в контрольной работе не раскрыты теоретические вопросы, задания, или ответы на них полностью переписаны из учебной литературы, без адаптации к конкретному заданию, если имеются грубые ошибки в решении задач, выполнении графического задания.

Результат выполнения домашней контрольной работы	Оценка результатов учебной деятельности
Работа выполнена не в полном объеме или не соответствует заданию и т.д. Допущены существенные ошибки, такие как не раскрыты теоретические вопросы (основные понятия, формулировки, отсутствует описание или объяснение схемы прибора; неполное описание классификации приборов и т. д.), если имеются грубые ошибки в решении задач (неверно или неполно произведен расчет, имеются ошибки в расчетных зависимостях, неверно указано значение из справочной литературы).	Не зачтено
Работа выполнена в полном объеме и соответствует заданию и т.д. Допущены несущественные ошибки, не искажающие сути вопроса, такие как нарушена логическая последовательность изложения ответа и (или) если ответы даны на все вопросы задания и в каждом ответе изложено не менее 75% материала от необходимого по данному вопросу.	Зачтено

7 Литература

Основная:

1. Аристов, А.И. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник / А.И. Аристов. - М.: Academia, 2019. - 224 с.
2. Зайцев, С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в энергетике. Учебное пособие / С.А. Зайцев. - М.: Academia, 2018. - 320 с.
3. Кошечая, И. П. Метрология, стандартизация и сертификация / И.П. Кошечая, А.А. Канке. - М.: Форум, Инфра-М, 2017. - 416 с.
4. Хрусталева, З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. практикум (для спо) / З.А. Хрусталева. - М.: КноРус, 2019. - 448 с.

Дополнительная:

1. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / Ю.В. Димов. - СПб.: Питер, 2013. - 496 с.
2. Дубовой, Н.Д. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: Учебное пособие / Н.Д. Дубовой, Е.М. Портнов. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 256 с.
3. Зайцев, С.А. Метрология, стандартизация и сертификация в энергетике: Учебное пособие для студентов среднего профессионального образования / С.А. Зайцев, А.Н. Толстов, Д.Д. Грибанов. - М.: ИЦ Академия, 2013. - 224 с.
4. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: Учебник для бакалавров / И.М. Лифиц. - М.: Юрайт, ИД Юрайт, 2013. – 411.
5. Хрусталева, З.А. Метрология, стандартизация и сертификация. Практикум: Учебное пособие / З.А. Хрусталева. - М.: КноРус, 2013. - 176 с.