

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ

Директор института
энергетики и автоматизированных систем

С.И. Лукьянов

« 20 » сентября 2017 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МЕТРОЛОГИЯ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Направление подготовки

12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль программы)

Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения

очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем
Автоматизированных систем управления
2
4

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизированных систем управления

6 сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / С.М. Андреев/

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем

20 сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / С.И. Лукьянов/

Согласовано:
Зав. кафедрой физики

 / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ

 / И.Г. Самарина/

Рецензент:

к.т.н., зам. директора ЗАО «Консом СКС»

 / Ю.Н. Волзуков /



1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Метрология и средства измерений» являются: формирование знаний и умений, необходимых для выбора, создания, внедрения и эксплуатации автоматизированных средств технологических измерений, информационное и метрологическое обеспечение систем автоматизации; изучение основ метрологического обеспечения современной науки и техники; обладание знаниями в стандартизации, стандартах и успешном их использовании в практической деятельности; получение теоретических знаний в области сертификации.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки бакалавра

Дисциплина Б1.Б.13 «Метрология и средства измерений» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин:

- Б1.Б.8 «Математика»;
- Б1.Б.9 «Физика»;
- Б1.В.19 «Химия»;
- Б1.Б.12 «Информатика и информационные технологии».

Перед началом изучения дисциплины студент должен обладать следующими знаниями, умениями и навыками:

знать:

- основные понятия из математики: производная, дифференциал, неопределённый интеграл, дифференциальные уравнения, ряды: общие сведения, ряды Фурье, разложение функций в ряд Фурье;
- основные положения из физики: физические величины и закономерности их взаимодействия, электрические явления, магнитные явления, электрические явления в твердом теле, термоэлектрические явления, полупроводники;
- основы метрологии, электрических и технологических измерений;
- типы промышленных объектов и их главные параметры;
- основные законы электротехники, основные определения, методы расчета электрических цепей;

уметь:

- выполнять эксперименты на действующих объектах по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств;
- пользоваться измерительными приборами;
- оценивать погрешности измерений;
- определять статические и динамические параметры простых технологических объектов; оформлять результаты расчетов и экспериментов;
- оценивать результаты измерения

владеть:

- основами теории вероятности;
- основами анализа электрических цепей;
- основами математической статистики;
- методологией анализа веществ;
- основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;
- навыками самостоятельной работы с литературой и библиотечными каталогами;
- элементарными оценками погрешности измерений;
- приемами постановки простых экспериментов;

–навыками включения и отключения электрических приборов и потребителей, измерения электрических параметров, построения графиков, зависимостей.

Знания (умения, навыки), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения следующих дисциплин:

- Б1. В.07 «Приборы и методы магнитного контроля»;
- Б1.В.13 «Приборы и методы ультразвукового контроля»;
- Б1.В.09 «Аналоговые измерительные устройства»;
- Б1.В.10 «Цифровые измерительные устройства»

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Метрология и средства измерений» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---|---|
| ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | |
| Знать | – приемы обработки и представления экспериментальных данных |
| Уметь | – уметь применять различные информационные технологии для оформления и передачи результатов обработки экспериментальных данных; – уметь обрабатывать и представлять экспериментальные данные |
| Владеть | – иметь навыки навигации в интернете для поиска информации по приемам обработки и представлению экспериментальных данных; – иметь навыки обработки и представления экспериментальных данных с помощью ПК и программных приложений |
| ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности | |
| Знать | – классификацию стандартов, нормативных документов и т.д.; |
| | – правила и порядок контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| Уметь | – разрабатывать проектную и техническую документацию; – оформлять законченные проектно- конструкторские работы |
| Владеть | – навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам |
| ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике | |
| Знать | – классификацию физических величин, методов, видов и средств измерения, погрешностей для получения экспериментальных данных; – положения теории погрешностей, методы определения и нормирования метрологических характеристик средств измерений; – принцип работы средств измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин для получения экспериментальных данных |
| Уметь | – использовать технические средства для измерения различных физических величин; – рассчитывать погрешности измерения и средств измерения |
| Владеть | – классификацию физических величин, методов, видов и средств |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|--|
| | измерения, погрешностей для получения экспериментальных данных; – положения теория погрешностей, методы определения и нормирования метрологических характеристик средств измерений; – принцип работы средств измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин для получения экспериментальных данных |
| ПК-4 способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем | |
| Знать | – базовые методы наладки, настройки приборов; – структурные подразделения и организационные мероприятия приборостроительного предприятия, ориентированные на настройку, юстировку и опытную проверку новых приборов и систем |
| Уметь | – выполнять наладку и настройку отдельных видов приборов и систем; – самостоятельно анализировать поставленную задачу наладке, настройке, юстировки устройств |
| Владеть | – навыками проведением базовых наладочных мероприятий в различных условиях (в лаборатории и на объектах) |
| ПК-12 готовностью к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества элементов приборов | |
| Знать | – теоретические основы метрологии; – практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений |
| Уметь | – выполнять задания в контроле качества технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов |
| Владеть | – навыками выбора метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения |
| ППК-1 Проверка подготовки контролируемого объекта и средств контроля к выполнению неразрушающего контроля | |
| Знать | – общие сведения о конструкции и назначении контролируемого объекта; – виды и методы НК; – правила выполнения измерений с помощью средств контроля; – методы определения возможности применения средств контроля по основным метрологическим показателям и характеристикам |
| Уметь | – определять работоспособность средств контроля; – применять средства контроля для определения контролируемого объекта и оценки условий выполнения НК |
| Владеть | – навыками периодической проверки и калибровки средств контроля; – навыками определения и настройки средств контроля |
| ППК-2 Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта | |
| Знать | – физические основы и терминология, применяемые в ультразвуковом контроле |
| Уметь | – определять и настраивать средства ультразвукового контроля; – применять меры (стандартные образцы), настроечные образцы ультразвукового контроля |
| Владеть | – навыками настройки и работы со средствами ультразвукового контроля |
| ППК-3 Выполнение магнитного контроля контролируемого объекта | |
| Знать | – физические основы и терминология, применяемые при магнитном |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|---------------------------------|--|
| | контроле; – средства магнитного контроля |
| Уметь | – виды, методы и схемы намагничивания контролируемого объекта; – определять и настраивать параметры магнитного контроля |
| Владеть | – навыками настройки и работы со средствами магнитного контроля |

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 69,8 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов
- самостоятельная работа – 74,2 акад. часов.

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|----------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| Раздел 1. Основы метрологии | 4 | | | | | | ОПК-5 - зув ПК-3,4,12 – зув ППК-1,2,3 - зув | |
| <i>1.1 Основные понятия. Правовые основы. Метрологическое обеспечение. Единство измерений. Метрологические службы</i> | | 4 | 4 | | 4 | Самостоятельное изучение учебной литературы, конспекта лекции | Устный опрос | |
| <i>1.2 Измеряемые величины. Виды, методы измерений. Основные положения теории погрешностей.</i> | | 6 | 6/4 | | 12 | Самостоятельное изучение учебной литературы, подготовка к лабораторным занятиям | Устный опрос Проверка инд. заданий Контрольная работа | |
| <i>1.3 Средства измерения. Структурные схемы СИ. Выбор СИ</i> | | 4 | 6/4 | | 8 | | Устный опрос Лабораторные работы | |
| <i>1.4 Измерение электрических величин</i> | | 2 | 4/2 | | 8 | | Устный опрос Лабораторные работы | |
| <i>1.5 Измерение магнитных величин</i> | | 2 | 4 | | 6,2 | | Устный опрос Лабораторные работы | |
| <i>1.6 Измерение неэлектрических величин</i> | | 4 | 6/4 | | 8 | | Устный опрос Лабораторные работы | |
| <i>1.7 Измерительные информационные системы</i> | | 2 | 4 | | 12 | Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос | |

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|----------|--|------------------|------------------|--|---|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| Итого по разделу | | 24 | 34/14 | | 58,2 | | | |
| Раздел 2 Основы стандартизации | 4 | | | | | | | ОПК-8 - зув |
| <i>2.1 Основные понятия. Цели стандартизации. История развития</i> | | 2 | | | 2 | Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос | |
| <i>2.2 Задачи, органы и службы стандартизации. Виды стандартов. Нормативные документы</i> | | 2 | | | 2 | Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос Проверка инд. заданий | |
| <i>2.3 Методические основы стандартизации. Принципы и методы</i> | | 2 | | | 4 | Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос | |
| Итого по разделу | | 6 | – | | 8 | | Тестирование Контрольная работа | |
| Раздел 3 Основы сертификации | 4 | | | | | | | ОПК-8 - зув |
| <i>3.1 Основные понятия, цели и объекты сертификации. История развития. Правовое обеспечение</i> | | 2 | | | 4 | Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос | |
| <i>3.2 Обязательная и добровольная сертификация. Схемы сертификации. Органы сертификации</i> | | 2 | | | 4 | Самостоятельное изучение учебной литературы | Устный опрос Проверка инд. заданий | |
| Итого по разделу | | 4 | – | | 8 | | Тестирование Контрольная работа | |
| Итого по дисциплине: | | 34 | 34/14 | | 74,2 | | Зачет с оценкой | |

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Метрология и средства измерений» используются:

Традиционные образовательные технологии – информационная лекция (вводную лекцию, где дает первое представление о предмете и знакомство студентов с назначением и задачами курса); лекции – консультации, изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы; лабораторные работы.

Технологии проблемного обучения – проблемные лекции является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения; лабораторные работы с использованием проблемного обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

Информационно-коммуникационные образовательные технологии – в ходе проведения лекционных занятий предусматривается использование электронного демонстрационного материала (лекции-визуализации), использование Интернет ресурсов для промежуточных аттестаций и проверки остаточных знаний

Лекционный материал закрепляется в ходе лабораторных работ, на которых выполняются групповые или индивидуальные задания по пройденной теме.

Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке в процессе выполнения контрольных работ, а также в процессе подготовки к устному опросу, тестированию и итоговой аттестации.

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

– использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;

– использование электронных учебников по отдельным темам занятий;

– встречи с представителями проектных и обслуживающих предприятий: ООО «ОСК», ООО «Информсервис ММК», ООО «КонсОМ»; предполагаемые темы встреч: «Инновации в области контрольно-измерительной техники», «Интеллектуальные мехатронные системы», «Диагностика и поверка средств измерений».

– активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, контрольная работа, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ и т.д.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Метрология и средства измерений» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение и защиту лабораторных работ, решение контрольных задач.

| Перечень лабораторных работ | Вопросы к защите |
|-----------------------------|--|
| Поверка термопар | <ol style="list-style-type: none">1. На каких явлениях основано действие термоэлектрических термометров?2. Почему при подсоединении термопары к измерительному прибору, пользуются компенсационными проводами?3. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары в автоматических и переносных потенциометрах, милливольтметрах?4. Для каких термопар невозможно применение компенсационных проводов для введения поправки?5. Пределы измерений стандартных термоэлектрических термометров?6. При измерении температуры в печи с помощью хромель- |

| Перечень лабораторных работ | Вопросы к защите |
|--|--|
| | <p>алюмелевой термопары (тип К) вольтметр показал 7,418 мВ. Температура холодного спая была стабилизирована на уровне 30°C. Пользуясь градуировочной таблицей для данной термопары, определить температуру T_x в печи</p> |
| <p>Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термоэлектрическим преобразователем</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Каковы особенности методики проведения вторичного прибора Диск-250М? 2. Что такое основная и дополнительная погрешность прибора? 3. Какие погрешности необходимо рассчитать для того, чтобы сделать вывод о результатах поверки? 4. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора? 5. Какие существуют виды поверок? 6. Перечислить метрологические характеристики средств измерений. 7. Что относится к неметрологическим характеристикам СИ? 8. Отчет по шкале прибора с пределами измерений 0 – 10 А и равномерной шкалой составил 2,5 А. Оценить пределы допустимой абсолютной погрешности этого отсчета при использовании различных СИ с КТ: 0,02/0,01; $\textcircled{0,5}$ и 0,5 |
| <p>Термометры сопротивления</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какой принцип действия у термометров сопротивления? 2. От чего зависит электрическое сопротивление проводника? 3. Влияет ли на электрическое сопротивление проводника электрический ток, проходящий по проводнику? 4. Что является термометрическим параметром в термометре сопротивления? 5. Почему термопреобразователи изготавливают, как правило, из металлов, а не из сплавов? 6. Какие преимущества у медного и у платинового термопреобразователей сопротивления? 7. Какое значение при измерении температуры имеет показатель тепловой инерции? 8. Каким параметром характеризуется чистота материала, идущего на изготовление термометра сопротивления? 9. Что такое трёхпроводная схема включения термопреобразователя сопротивления? |
| <p>Испытание и поверка вторичных приборов работающих в комплекте с термометрами сопротивления</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие существуют методы измерения температуры? 2. На чём основано действие термометров сопротивления? 3. Какие материалы используют для изготовления термометров сопротивления? 4. Какие приборы применяют в комплекте с термометрами сопротивления? 5. Схемы подключения термометров сопротивления ко вторичному прибору 6. Достоинства и недостатки неуравновешенных мостов. 7. Как работает уравновешенный мост? 8. В чём заключается условие равновесия мостов? 9. Принцип действия работы логометрических схем 10. Какие виды погрешностей вы знаете? 11. Для чего выполняют поверку прибора и что понимают под классом точности прибора? |

| Перечень лабораторных работ | Вопросы к защите |
|-----------------------------|---|
| Пирометры | <ol style="list-style-type: none"> 1.Какая температура называется яркостной температурой? 2.Как определить действительную температуру тела, зная яркостную температуру? 3.Устройство пирометров частичного излучения 4.Что такое цветовая температура? 5.Как смещается максимум кривой распределения спектральной энергетической яркости с увеличением температуры абсолютно чёрного тела? 6.Почему цветовая температура наиболее близка к действительной температуре? 7.Устройство пирометров спектрального отношения 8.Оцените систематическую погрешность измерения температуры радиационным методом. Радиационная температура $t_p = 1527$ °С, коэффициент теплового излучения $\epsilon_t = 0,38$. 9.Пирометр полного излучения (радиационный) имеет показатель визирования $n = 1/7$, диаметр калильной трубки, на которую визируется пирометр, 30 мм. 10. Можно ли пирометром полного излучения измерить температуру слитка в нагревательном колодце, если сторона слитка имеет размеры 1800x400 мм, расстояние от слитка до пирометра 1400 мм, показатель визирования $n = 1/7$? 11. Каким образом в пирометрическом преобразователе ППТ–142 исключается влияние температуры корпуса телескопа? 12. Какие существуют способы исключения влияния температуры корпуса телескопа на результат измерения? |

Пример варианта контрольной работы №1

1. Оцените относительную погрешность простых бытовых часов с суточным ходом в 20 с (суточный ход – поправка к показаниям часов за 1 сутки).
2. При измерении температуры термометр показал 20°С, СКП 0,3°С. Систематическая погрешность $\pm 0,5$ °С. Указать доверительные границы истинного значения температуры с $R_{\text{дов}} = 0,9973$.
3. Измерение силы тока дало следующие результаты: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,2; 10,4 А. Необходимо проверить, не является ли промахом значение 10,4 А
4. Энергия определяется уравнением $E = m \cdot c^2$, где m – масса, c – скорость света. Определить размерность энергии в системе ЛМТ.

Пример варианта контрольной работы №2

1. Введите поправку в показания термопары и определите температуру рабочего конца, если термо-ЭДС термометра S равна 3,75 мВ, а температура свободных концов 32 °С.
2. Одинаковы ли значения коэффициентов преобразования у медных термометров сопротивления градуировки 50М и 100М в интервале 0 – 150 °С?
3. Температура измеряется пирометром частичного излучения. Вторичный прибор показывает температуру 1100 °С. Определить действительную температуру и систематическую погрешность ($T_{\text{а.ч.т.}} - T_{\text{д}}$), если коэффициент теплового излучения 0,75 и длина волны 0,65 мкм.
4. Что означает аббревиатура ПП, ХК?
5. Есть возможность измерить температуру термопарой и пирометром. Чему отдадите предпочтение и почему?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--|---|
| ОПК-5 Способностью использовать основные приемы обработки и представления экспериментальных данных | | |
| Знать | – приемы обработки и представления экспериментальных данных | Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Обработка результатов прямых измерений 2. Обработка результатов косвенных измерений 3. Обработка результатов многократных измерений |
| Уметь | – уметь применять различные информационные технологии для оформления и передачи результатов обработки экспериментальных данных; – уметь обрабатывать и представлять экспериментальные данные | Примеры практических заданий для зачета: 1. Измерение силы тока дало следующие результаты: 10,07; 10,08; 10,10; 10,12; 10,13; 10,15; 10,16; 10,17; 10,2; 10,4 А. Необходимо проверить, не является ли промахом значение 10,4 А 2. Результат измерения давления 1,0600 Па, погрешность результата измерения $\Delta = 0,001$ Па. Запишите результат измерения, пользуясь правилами округлений 3. Пользуясь правилами округления до целых, запишите результаты следующих измерений: 3478,4 м; 4578,6 м; 5674,54 м; 1234,50 мм; 43210,500 с; 8765,50 кг; 232,5 мм; 450,5 с; 877,5 кг |
| Владеть | – иметь навыки навигации в интернете для поиска информации по приемам обработки и представлению экспериментальных данных; – иметь навыки обработки и представления экспериментальных данных с помощью ПК и программных приложений | Темы рефератов (индивидуальное задание): 1. Планирование полнофакторного эксперимента 2. Планирование дробнофакторного эксперимента 3. Статистические модели 4. Динамические модели 5. Метод наименьших квадратов 6. Методы математической статистики 7. Детерминированные модели |
| ОПК-8 способностью использовать нормативные документы в своей деятельности | | |
| Знать | – классификацию стандартов, нормативных документов и т.д.; – правила и порядок контроля соответствия разрабатываемых проектов и | Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Основные понятия. Цели стандартизации 2. Задачи, органы и службы стандартизации 3. Виды стандартов. Нормативные документы 4. Методические основы стандартизации. Принципы и методы |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|--|
| | технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | 5. Основные понятия, цели и объекты сертификации 6. Схемы сертификации 7. Правила и порядок проведения сертификации 8. Методы сертификации |
| Уметь | – разрабатывать проектную и техническую документацию; – оформлять законченные проектно-конструкторские работы | Примеры практических заданий для зачета: 1. Заполнить сертификат соответствия на заданный продукт 2. Определение подлинности товара по штрих-коду 3. Выбор и обоснование схемы сертификации услуги 4. Изучение порядка проведения сертификации услуг 5. Использование ГОСТов для составления схем приборов, технологических процессов |
| Владеть | – навыками контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам | Примеры практических заданий: 1. Выполнить анализ предлагаемой технической документации на соответствие требованиям ГОСТ. По результатам анализа подготовьте заключение с указанием выявленных несоответствий документации требованиям стандартов; 2. Классификация стандартов. Ознакомление с основными требованиями построения, содержания и изложения технических условий: <ul style="list-style-type: none"> – изучить выданный преподавателем ГОСТ; – приобрести практические навыки оформления технических условий и технологической инструкции; 3. Закон РФ «О защите прав потребителей». Система сертификации ГОСТ Р <ul style="list-style-type: none"> – ознакомиться с законом РФ «О защите прав потребителей»; – изучить систему сертификации ГОСТ Р; – освоить порядок проведения сертификации услуг |
| ПК-3 способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике | | |
| Знать | – классификацию физических величин, методов, видов и средств измерения, погрешностей для получения экспериментальных данных; – положения теории погрешностей, методы определения и нормирования | Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Измеряемые величины. Виды измерений 2. Основные положения теории погрешностей. Классификация погрешностей 3. Вероятностные оценки погрешностей измерения 4. Измерение магнитных величин. Параметры, характеристик, схемы измерения 5. Измерение неэлектрических величин. Классификация |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|---|
| | метрологических характеристик средств измерений; – принцип работы средств измерения электрических, магнитных и неэлектрических величин для получения экспериментальных данных | 6. Уравновешенные мосты. Достоинства, недостатки. Способы подключения термометров сопротивления 7. Неуравновешенные мосты. Достоинства, недостатки 8. Прибор 250М 9. Логометрические схемы 10. Милливольтметр. Принцип действия. Устройство. Достоинства, недостатки 11. Измерительные информационные системы |
| Уметь | – использовать технические средства для измерения различных физических величин; – рассчитывать погрешности измерения и средств измерения | Примеры практических заданий для зачета: 1. Медный термометр сопротивления имеет сопротивление $R_{20} = 1,75 \text{ Ом}$. Определить его сопротивление при 100 и 150 °С ($\alpha = 4,26 \cdot 10^{-3} \text{ К}^{-1}$) 2. Введите поправку в показания термопары и определите температуру рабочего конца, если термо-ЭДС термометра типа S = 3,75 мВ, температура свободных концов 32 °С 3. Амперметр с пределом измерения 10 А показал при измерениях ток 5,3 А при его действительном значении 5,23 А. Определите абсолютную, относительную и относительную приведенную погрешности |
| Владеть | – навыками работы с различными средствами измерения; – навыками выбора средств измерения по заданным техническим характеристикам; – навыками составлять структурные схемы средств измерения | Перечень лабораторных работ: 1. Поверка термопар 2. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термопарами 3. Термометры сопротивления 4. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термометрами сопротивления 5. Пирометры |
| ПК-4 способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем | | |
| Знать | – базовые методы наладки, настройки приборов; – структурные подразделения и организационные мероприятия приборостроительного предприятия, ориентированные на настройку, юстировку и опытную проверку новых | Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Методы измерений. Методика выполнения измерений 2. Средства измерения, виды. Сигналя измерительной информации 3. Метрологические характеристики. Неметрологические характеристики 4. Структурные схемы и свойства средств измерения 5. Наладка средств измерений |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|--|
| | приборов и систем | |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять наладку и настройку отдельных видов приборов и систем; – самостоятельно анализировать поставленную задачу наладке, настройке, юстировки устройств | <p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическое исследование конструкций индикаторов линейных перемещений; 2. Составление и анализ функциональных (кинематических) схем |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками проведением базовых наладочных мероприятий в различных условиях (в лаборатории и на объектах) | <p>Перечень лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поверка термопар 2. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термопарами 3. Термометры сопротивления 4. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термометрами сопротивления |
| ПК-12 готовностью к внедрению технологических процессов производства, метрологического обеспечения и контроля качества элементов приборов | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – теоретические основы метрологии; – практическую базу метрологии и способы обеспечения единства измерений | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Метрология. Основные понятия и определения 2. Основы метрологического обеспечения измерений 3. Государственная система приборов (ГСП) 4. Система государственного надзора за СИ 5. Единство измерений |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – выполнять задания в контроле качества технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов | <p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Изучить методику воспроизведение единиц ФВ и передачи их размеров; 2. Имеются два амперметра: один КТ 0,5 имеет верхний предел измерения 20 А, другой КТ 1,5 имеет верхний предел измерения 5 А. Определите, у какого прибора меньше предел допускаемой основной относительной погрешности при измерении тока 3 А |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками выбора метрологического оборудования, обеспечивающего необходимые диапазоны и точность измерения | <p>Перечень лабораторных работ:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термометрами сопротивления поверка 2. Испытание и поверка ВП, работающих в комплекте с термопарами |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|--|
| ППК-1 Проверка подготовки контролируемого объекта и средств контроля к выполнению неразрушающего контроля | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – общие сведения о конструкции и назначении контролируемого объекта; – виды и методы НК; – правила выполнения измерений с помощью средств контроля; – методы определения возможности применения средств контроля по основным метрологическим показателям и характеристикам | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общие сведения о конструкции и назначении контролируемого объекта 2. Виды и методы НК 3. Требования к подготовке контролируемого объекта для проведения НК 4. Правила выполнения измерений с помощью средств контроля, условия 5. Методы определения возможности применения средств контроля по основным метрологическим показателям и характеристикам 6. Периодичность проверки и калибровки средств контроля 7. Требования охраны труда, в том числе на рабочем месте 8. Нормы и правила пожарной безопасности при применении оборудования для подготовки контролируемого объекта к контролю 9. Правила технической эксплуатации электроустановок |
| Уметь | <ul style="list-style-type: none"> – определять работоспособность средств контроля; – применять средства контроля для определения контролируемого объекта и оценки условий выполнения НК | <p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подготовка рабочего места для проведения НК; 2. Определение возможности применения средств контроля 3. Проверка соблюдения требований охраны труда на участке проведения НК |
| Владеть | <ul style="list-style-type: none"> – навыками периодической проверки и калибровки средств контроля; – навыками определения и настройки средств контроля | <p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса 2. Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля качества технологического процесса 3. Использование диаграммы разброса для контроля качества технологического процесса |
| ППК-2 Выполнение ультразвукового контроля контролируемого объекта | | |
| Знать | <ul style="list-style-type: none"> – физические основы и терминология, применяемые в ультразвуковом контроле | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Физические основы ультразвукового контроля 2. СИ при ультразвуковом контроле 3. Основные параметры при ультразвуковом контроле |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|--|
| | | 4. Способы сканирования при ультразвуковом контроле |
| Уметь | – определять и настраивать средства ультразвукового контроля; – применять меры (стандартные образцы), настроечные образцы ультразвукового контроля | Темы индивидуальных заданий: 1. Применение мер (стандартных образцов) ультразвукового контроля на практике 2. Настройка толщиномера и измерение толщины контролируемого объекта 3. Средства контроля для определения значений основных измеряемых характеристик выявленной несплошности Примеры практических заданий для зачета: 1. Определять тип выявленной несплошности по заданным критериям 2. Регистрировать результаты ультразвукового контроля |
| Владеть | – навыками настройки и работы со средствами ультразвукового контроля | Перечень лабораторных работ: 1. Использование контрольных карт по количественным признакам для контроля качества технологического процесса 2. Определение комплексной оценки качества продукции |
| ППК-3 Выполнение магнитного контроля контролируемого объекта | | |
| Знать | – физические основы и терминология, применяемые при магнитном контроле; – средства магнитного контроля | Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Физические основы и терминология, применяемые при магнитном контроле 2. Средства магнитного контроля 3. Технология проведения магнитного контроля 4. Методы проверки (определения) и настройки параметров магнитного контроля 5. Виды, методы и схемы намагничивания контролируемого объекта |
| Уметь | – виды, методы и схемы намагничивания контролируемого объекта; – определять и настраивать параметры магнитного контроля | Примеры практических заданий для зачета: Построение диаграммы Парето и Исикавы |
| Владеть | – навыками настройки и работы со средствами магнитного контроля | Перечень лабораторных работ: Использование контрольных карт по качественным признакам для контроля технологического процесса |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Метрология и средства измерений» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

– на оценку *«отлично»* (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, четко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельным, при ответе использованы знания, приобретённые ранее;

– на оценку *«хорошо»* (4 балла) – обучающийся должен раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, в основном правильно дать основные определения и понятия предмета. При ответе допущены неточности, нарушена последовательность изложения, допущены небольшие неточности при выводах и использовании терминов, практические навыки нетвёрдые;

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не четко, допущены ошибки при промежуточных математических выкладках в выводах, практические навыки слабые;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (2 баллов) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач. При ответе допущены грубые ошибки в определениях, доказательства теорем не проведено, не даны ответы на дополнительные вопросы преподавателя, отсутствуют навыки исследовательской деятельности;

– на оценку *«неудовлетворительно»* (1 балл) – не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, основное содержание учебного материала не раскрыто.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Самарина, И. Г. Основы метрологии, стандартизации и сертификации: учебное пособие / И. Г. Самарина, Т. Г. Сухоносова ; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=2872.pdf&show=dcatalogues/1/1134039/2872.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

2. Гребенникова, В. В. Технические измерения и приборы: учебное пособие / В. В. Гребенникова, М. В. Вечеркин ; МГТУ, [каф. ЭиЭС]. - Магнитогорск, 2014. - 150 с. : ил., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=817.pdf&show=dcatalogues/1/1116327/817.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0543-6. - Имеется печатный аналог.

б) Дополнительная литература:

1. Пелевин, В. Ф. Метрология и средства измерений: учеб. пособие / В.Ф. Пелевин. — Минск: Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 273 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006769-8. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/document?pid=988250> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке

2. Корнилова, И. Г. Технические измерения и приборы : лабораторный практикум / И. Г. Корнилова, В. В. Гребенникова, А. И. Сергеев ; МГТУ, каф. ПКиСУ. - Магнитогорск, 2010. - 129 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=331.pdf&show=dcatalogues/1/1071836/331.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.

3. Метрология, стандартизация, сертификация: учебное пособие / А.И. Аристов, В.М. Приходько, И.Д. Сергеев, Д.С. Фатюхин. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 256 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-013964-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1190667> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке

4. Эрастов, В. Е. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебное пособие / В.Е. Эрастов. - Москва : Форум, 2017. - 208 с. (Высшее образование). ISBN 978-5-91134-193-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/636241> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке

5. Раннев, Г. Г. Интеллектуальные средства измерений : учебник / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2020. — 280 с.- ISBN 978-5-906818-66-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1054205> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Гребенникова, В.В. Технические измерения и приборы. Лабораторный практикум: учеб. пособие / В.В.Гребенникова, И.Г. Самарина. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2016. – 102 с. . – Текст: непосредственный

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы: Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---|------------------------------|------------------------|
| MS Windows XP Professional(для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2003 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| FAR Manager | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|--|
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС» | https://dlib.eastview.com/ |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar) | URL: https://scholar.google.ru/ |

| | |
|---|---|
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам | URL: http://window.edu.ru/ |
| Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности» | URL: http://www1.fips.ru/ |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги | https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |
| Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент | http://ecsocman.hse.ru/ |
| Университетская информационная система РОССИЯ | https://uisrussia.msu.ru |
| Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science» | http://webofscience.com |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных | http://scopus.com |
| Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals | http://link.springer.com/ |
| Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний | http://www.springerprotocols.com/ |
| Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга | http://materials.springer.com/ |
| Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference | http://www.springer.com/references |
| Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH | http://zbmath.org/ |
| Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных | https://www.nature.com/siteindex |
| Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный концорциум» | https://archive.neicon.ru/xmlui/ |

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
|---|---|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации |
| Помещения для самостоятельной работы обучающихся | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций | Доска, мультимедийный проектор, экран |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Стеллажи для хранения учебно-методической документации |
| Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория метрологии и технологических измерений | Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ: – лабораторный стенд «Измерение расхода газа»; |

- лабораторный стенд «Поверка термопар»;
- лабораторный стенд «Поверка прибора Диск-250, логометра Ш-4540/1 и прибора А-566»;
- лабораторный стенд «Испытание и поверка КСП-3, вольтметра Ш-4540, прибора Диск-250»;
- лабораторный стенд «Измерение уровня жидкостей»;
- лабораторный стенд «Измерение уровня сыпучих материалов»;
- лабораторный стенд «Преобразователи давления Метран»;
- лабораторный стенд «Статические и динамические характеристики объекта управления»

Электронные плакаты по курсу "Основы метрологии и технические измерения" (136), ключ на 2 ПК.