



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания
и стандартизации

И.Ю.Мезин

«29»/10 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

АНАЛОГОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Направление подготовки
12.03.01 Приборостроение

Профиль подготовки
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Институт естествознания и стандартизации
физики
3
5

Магнитогорск
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», профиль подготовки «Приборы и методы контроля качества и диагностики», утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 №959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики «25» 10 2018 г., протокол № 3.

Зав. кафедрой [подпись] Ю.И. Савченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации «24» 10 2018 г., протокол № 2.

Председатель [подпись] И.Ю. Мезин

Согласовано:

Зав. кафедрой физики

[подпись] Ю.И. Савченко

Рабочая программа составлена:

Доцент каф. физики, канд. техн. наук

[подпись] М.В. Вечеркин

Рецензент:

[подпись] профессор, д.т.н., профессор

[подпись] И.К. Келешиков

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Аналоговые измерительные устройства» является формирование профессиональных знаний и навыков в области аналоговых измерительных устройств, путем изучения основных видов, методов, средств измерений, приобретений умений в области проектирования и создания аналоговых электромеханических и электронных измерительных устройств, формирования навыков эксплуатации, настройки и ремонта таких устройств, формированию способности к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике.

Достижение цели требует решения следующих задач в области теоретической подготовки:

- ознакомление студентов с основными методами аналогового преобразования измерительных сигналов датчиков различных физических величин и параметров электрических цепей;

- изучение элементной базой аналоговых измерительных устройств и принципами построения типовых узлов;

- ознакомление с типовыми структурами аналоговых измерительных устройств, их основными особенностями, достоинствами и недостатками, рациональном использовании средств измерений электрических и неэлектрических величин;

- получение знаний о правильном выборе методов и средств аналоговых измерений в соответствии с требуемыми характеристиками, составлении структурных и принципиальных схем аналоговых электромеханических и электронных измерительных приборов;

- ознакомление с основными принципами проектирования, методами расчета и анализа погрешностей аналоговых измерительных устройств, как в целом, так и отдельных узлов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРА

Дисциплина «Аналоговые измерительные устройства» является дисциплиной вариативной части.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате усвоения дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Метрология и средства измерений», «Физические основы получения информации», «Информатика и информационные технологии».

Дисциплина является необходимой в изучении последующих дисциплин: «Цифровые измерительные устройства», «Программирование микроконтроллеров», «Схемотехника измерительных устройств», «Основы проектирования приборов и систем».

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения дисциплины «Аналоговые измерительные устройства» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения |
|--|---|
| ОПК-4 – способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности | |
| Знать: | – современные тенденции развития измерительной техники. |
| Уметь: | – учитывать современные тенденции развития при проектировании, внедрении и эксплуатации измерительной техники. |
| Владеть: | – способностью к проектированию, созданию, внедрению и эксплуатации современной измерительной техники. |
| ОПК-7 – способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации | |
| Знать: | – возможности современных программных средств для подготовки конструкторско-технологической документации. |
| Уметь: | – использовать современные программные средства для подготовки конструкторско-технологической документации. |
| Владеть: | – практическими навыками и методиками подготовки конструкторско-технологической документации с использованием программных средств |
| ПК-3 – способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике | |
| Знать: | – основные принципы и методы исследований объектов различной степени сложности; – принципы действия, основные характеристики и возможности средств измерения электрических величин. |
| Уметь: | – правильно выбрать измерительное устройство для измерения параметров электрических сигналов, оценить его возможности, характеристики и погрешности; – правильно выбирать элементную базу для построения аналоговых измерительных устройств. |
| Владеть: | – методиками проведения измерений аналоговыми измерительными приборами; – методами оценки погрешности средств измерения. |
| ПК-4 – способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем | |
| Знать: | – схемы включения измерительных приборов; – структуры измерительных систем; – содержание методик наладки, настройки, юстировки и опытной проверки приборов и систем. |
| Уметь: | – применять знания в области теории измерительной техники для наладки, настройки, юстировки и опытной проверки измерительных приборов и систем. |
| Владеть: | – практическими навыками наладки, настройки, юстировки и опытной проверки измерительных приборов и систем. |

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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

- контактная работа 67,1 часа;
 - аудиторная 64 часа;
 - внеаудиторная 3,1 часа;
- практические занятия 16 часов;
- самостоятельная работа 41,2 часа;
- подготовка к экзамену 35,7 часа.

Форма аттестации – экзамен.

| Раздел дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах)* | | | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы | Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|---|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
| | | лекции | лаборат. занятия | практич. занятия | | | | |
| 1. Общие вопросы теории аналоговых измерений | 5 | | | | | | | |
| 1.1. Классификация средств измерений. Характеристики аналоговых средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. | | 0,5 | – | 1/1И | 2 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ОПК-4 |
| 1.2. Способы выражения пределов допускаемых погрешностей. Классы точности. | | 0,5 | – | 1 | 1 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ПК-4 |
| 1.3. Нормирование динамических характеристик средств измерений. | | 0,5 | 1 | – | 1 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ПК-4 |
| 1.4. Обобщенные структурные схемы аналоговых средств измерений. Структурные схемы | | 0,5 | 1 | – | 1 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий. | ПК-3 |

| | | | | | | | | |
|--|------------------|----------|------------------|----------|--|--|---------------|--|
| средств измерений прямого и уравнивающего преобразований. | | | | | | | | |
| Итого по разделу | 2 | 2 | 2/ 1И | 5 | | | | |
| 2. Меры и измерительные преобразователи аналоговых устройств | 5 | | | | | | | |
| 2.1. Меры ЭДС, сопротивления, индуктивности, емкости. | 0,25 | – | – | 1 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ОПК-4 | |
| 2.2. Измерительные механизмы аналоговых приборов: электромагнитный, магнитоэлектрический, электродинамический, электростатический, ферродинамический, термоэлектрический. | 0,5 | – | 2/ 1И | 2 | Подготовка презентации и доклада по теме. | Публичное представление презентации. | ОПК-7 | |
| 2.3. Пассивные масштабные преобразователи: шунты, добавочные сопротивления, делители напряжения, измерительные трансформаторы напряжения, измерительные трансформаторы тока. | 0,5 | 2 | 0,5 | 2 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ПК-3 | |
| 2.4. Измерительные масштабные преобразователи на операционных усилителях. | 1/ 1И | 4 | 0,5 | 2 | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе. | Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе. | ОПК-7 | |
| 2.5. Измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное. | 0,25 | 2 | 1 | 2 | Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы. | Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы. | ПК-3, ПК-4 | |
| Итого по разделу | 4/ 1И | 8 | 4/ 1И | 9 | | | | |
| 3. Аналоговые электромеханические приборы (АЭП) | 5 | | | | | | | |
| 3.1. Структура электромеханического прибора прямого преобразования. Классификация АЭП. | 0,5 | 2/ 2И | 1 | 3 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ОПК-4 | |
| 3.2. Аналоговые гальванометры, амперметры, вольтметры, омметры, ваттметры. | 2/ 2И | 2 | 1 | 3 | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. | Устный опрос. Проверка конспекта. | ПК-3, ПК-4 | |

| | | | | | | | | |
|--|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|--|---|---------------|
| | | | | | | Составление отчета по лаб. работе. | Проверка отчета по лаб. работе. | |
| 3.3. Основы проектирования и расчета АЭП. Компенсация погрешностей АЭП. | | 1,5 | 4 | 2/ 2И | 3 | Подготовка к защите темы. | Устная защита темы. | ОПК-7 |
| Итого по разделу | | 4/ 2И | 8/ 2И | 4/ 2И | 9 | | | |
| 4. Электронные аналоговые приборы | | | | | | | | |
| 4.1. Структура электронного прибора прямого преобразования. Классификация. | | 1 | – | – | 2 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Проверка индивидуальных заданий. | ОПК-7 |
| 4.2. Электронные вольтметры постоянного и переменного (амплитудного, действующего, среднего значений) тока | | 1 | 2/ 2И | 2 | 4 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Проверка индивидуальных заданий. | ПК-3, ПК-4 |
| 4.3. Осциллографы с электронно-лучевой трубкой. | | 2/ 2И | 2 | 2 | 3 | Подготовка к защите темы. | Устная защита темы. | ПК-3, ПК-4 |
| Итого по разделу | | 4/ 2И | 8/ 2И | 4 | 9 | | | |
| 5. Приборы уравнивания | 5 | | | | | | | |
| 5.1. Общие вопросы теории мостовых схем. Одинарные и двойные мосты. | | 1/ 1И | – | 2/ 2И | 3 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ОПК-4 |
| 5.2. Компенсаторы постоянного и переменного тока: полярно-координатные и прямоугольно-координатные. | | 0,5 | 3/ 2И | – | 3 | Самостоятельное изучение учебной литературы. | Устный опрос. | ПК-3, ПК-4 |
| 5.3. Мосты переменного тока для измерения RLC. | | 0,5 | 3 | – | 3,2 | Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе. Подготовка к защите темы. | Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе. Устная защита темы. | ПК-3, ПК-4 |
| Итого по разделу | | 2/ 1И | 6/ 2И | 2/ 2И | 9 | | | |
| Итого по дисциплине | | 16/ 6И | 32/ 6И | 16/ 6И | 41,2 | Экзамен | | |

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

Информационные лекции – для изложения основных теоретических понятий, законов функционирования и принципов построения аналоговых измерительных устройств.

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т. ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Лабораторные занятия – для усвоения и закрепления навыков проведения измерений согласно установленной методике на реальных физических объектах и их моделях, а также обработки результатов эксперимента.

Практические занятия – для приобретения навыков и умений решения прикладных задач по расчету и применению аналоговых измерительных устройств, а также их наладке, настройке и калибровке.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при расчете и защите лабораторных работ, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения учебной и научной литературы с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

Результаты обучения контролируются экзаменом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач и устную защиту тем на лабораторных занятиях.

Лабораторные работы

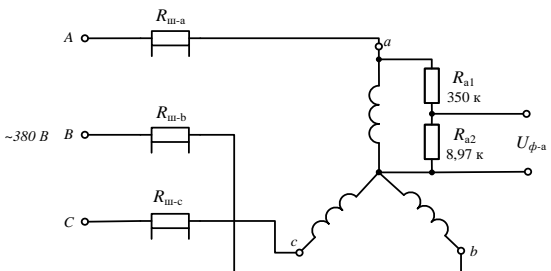
1. Расширение пределов измерения миллиамперметра постоянного тока.
2. Расширение пределов измерения вольтметра постоянного тока.
3. Определение чувствительности четвертьмостовой измерительной схемы.
4. Построение масштабирующего усилителя на ОУ:
 - а) не инвертирующая схема включения ОУ;
 - б) инвертирующая схема включения ОУ.
5. Измерение параметров импульсных периодических сигналов с помощью осциллографа.
6. Изучение измерительных мостов:
 - а) измерение малых сопротивлений по четырехточечной схеме;
 - б) измерение емкости;
 - в) измерение индуктивности.

Практические занятия и работы

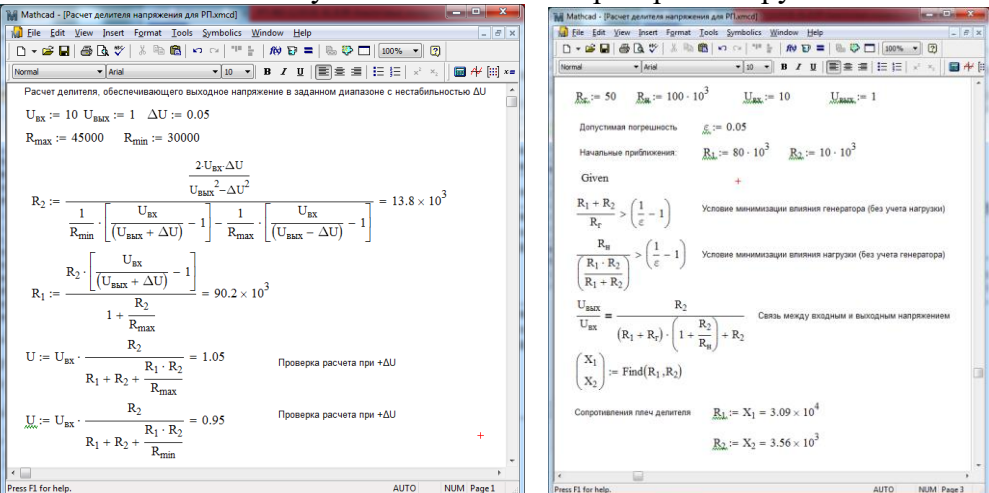
1. Расчет шунта к измерительному механизму магнитоэлектрического типа для построения амперметра постоянного тока.
2. Расчет дополнительного сопротивления к измерительному механизму магнитоэлектрического типа для построения вольтметра постоянного тока.
3. Расчет резистивного делителя напряжения:
 - а) без учета влияния внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки;
 - б) с учетом влияния внутреннего сопротивления источника и сопротивления нагрузки;
 - в) с заданным допустимым отклонением выходного напряжения при изменяющемся сопротивлении нагрузки;
 - г) с заданным допустимым отклонением выходного напряжения при изменяющемся токе нагрузки.
4. Расчет значений сопротивлений масштабирующего усилителя на ОУ для неинвертирующей и инвертирующей схем включения. Расчет делителя напряжения с повторителем на ОУ. Расчет масштабирующей схемы на ОУ с усилением и смещением.
5. Возможности современных математических пакетов (Excel, Matchcad, Matlab) для расчета и анализа измерительных цепей и устройств.
6. Подготовка к работе, настройка и калибровка двухлучевого осциллографа.
7. Определение параметров периодических сигналов с помощью электронного осциллографа. Определение сдвига фаз двух периодических сигналов.
8. Качественное определение влияния входной емкости осциллографа на достоверность отображения исследуемого сигнала.
9. Качественное определение влияния внутреннего сопротивления источника и входного сопротивления осциллографа на достоверность отображения исследуемого сигнала.

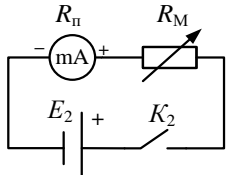
7 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

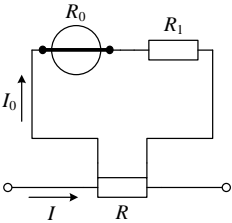
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--|---|
| ОПК-4 – способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности | | |
| Знать: | – современные тенденции развития измерительной техники. | <p>Типовое задание</p> <p>1. Подготовьте обзор современных интегральных измерительных усилителей постоянного тока. Представьте обзор в виде презентации с указанием фирмы-производителя, схем включения, основных характеристик. Проведите сравнительный анализ представленных измерительных усилителей.</p> <p>2. Подготовьте обзор современных нормирующих преобразователей. Представьте обзор в виде презентации с указанием фирмы-производителя, схем включения, основных характеристик. Проведите сравнительный анализ представленных нормирующих преобразователей.</p> |
| Уметь: | – учитывать современные тенденции развития при проектировании, внедрении и эксплуатации измерительной техники. | <p>Типовое задание</p> <p>За счет применения современных измерительных средств модернизируйте схему контроля электрических координат асинхронного двигателя (см. рисунок), таким образом, чтобы обеспечить гальваническую развязку регистрирующих приборов от сети.</p>  |
| Владеть: | – способностью к проектированию, созданию, внедрению и эксплуатации современной измерительной техники. | <p>Пример типового задания</p> <p>Для приведенной на рисунке структуры выберите первичные преобразователи, нормирующие преобразователи и вторичные измерительные приборы ведущих фирм-производителей для регистрации температуры и давления объекта*.</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|---|
| | | <div style="text-align: center;">  <p>Первичный преобразователь Нормирующий преобразователь Унифицированные сигналы Вторичный измерительный прибор</p> </div> <p>* параметры объекта задаются преподавателем</p> |
| ОПК-7 – способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации | | |
| Знать: | – возможности современных программных средств для подготовки конструкторско-технологической документации. | <p>Пример типового задания:</p> <p>Постройте статическую характеристику четвертьмостовой измерительной схемы в широком диапазоне изменения сопротивления рабочего плеча. Оцените линейность характеристики и возможность применения такой схемы для измерения малых и больших приращений сопротивления.</p> <div style="text-align: center;">  </div> |
| Уметь: | – использовать современные программные средства для подготовки конструкторско-технологической документации. | <p>Типовое практическое задания:</p> <p>Для нагрузки с активным сопротивлением в диапазоне 30-45 кОм рассчитать делитель напряжения с напряжением на выходе 1 В, напряжением на входе 12 В. Максимальное отклонение выходного напряжения не должно превышать $\pm 0,05$ В (5%). Расчет провести аналитически и численно в пакете Matchcad.</p> <p style="text-align: center;">Листинг аналитического расчета и численного расчета</p> |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--|---|
| | | <p style="text-align: center;">с учетом влияния генератора и нагрузки</p>  |
| <p>Владеть:</p> | <p>– практическими навыками и методиками подготовки конструкторско-технологической документации с использованием программных средств</p> | <p>Типовое задание:</p> <p>Средствами пакета Simulink среды Matlab создайте модель измерительной установки для контроля электрических координат низковольтного асинхронного двигателя. Исследуйте контролируемые параметры при различных режимах работы двигателя, включая аварийные. Основываясь на полученных при моделировании данных, оцените возможность использования измерительной установки для контроля режимов работы двигателя, оценки его технического состояния, определения аварийных режимов.</p> |
| <p>ПК-3 – способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике</p> | | |
| <p>Знать:</p> | <p>– основные принципы и методы исследований объектов различной степени сложности; – принципы действия, основные характеристики и возможности средств измерения электрических величин.</p> | <p>Типовые вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приборы с магнитоэлектрическим измерительным механизмом: принцип действия, область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки. 2. Приборы с электромагнитным измерительным механизмом: принцип действия, область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки. 3. Приборы с электродинамическим измерительным механизмом: принцип |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|--|---|
| | | <p>действия, область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки.</p> <p>4. Приборы с ферродинамическим измерительным механизмом: принцип действия, область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки.</p> <p>5. Приборы с электростатическим измерительным механизмом: принцип действия, область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки.</p> <p>6. Измерительные трансформаторы тока: принцип действия, область применения, достоинства и недостатки, источники погрешностей.</p> <p>7. Измерительные трансформаторы напряжения: принцип действия, область применения, достоинства и недостатки, источники погрешностей.</p> <p>8. Расширение пределов измерения амперметра с помощью шунта.</p> <p>9. Расширение пределов измерения вольтметра с помощью добавочного сопротивления.</p> <p>10. Варианты построения схем аналоговых омметров. Достоинства и недостатки. Источники погрешностей.</p> <p>8. Осциллограф с электронно-лучевой трубкой: назначение, структура, принцип действия ЭЛТ. Основные характеристики.</p> |
| <p>Уметь:</p> | <p>– правильно выбрать измерительное устройство для измерения параметров электрических сигналов, оценить его возможности, характеристики и погрешности;</p> <p>– правильно выбирать элементную базу для построения аналоговых измерительных устройств.</p> | <p>Типовое задание</p> <p>Определение внутреннего сопротивления прибора</p> <ol style="list-style-type: none"> Получите у преподавателя задание на определение внутреннего сопротивления милли- или микроамперметра. Соберите схему, приведенную на рисунке. Ключ K_2 установите в разомкнутое положение. Установите на магазине сопротивление $R_M = 9,5 \text{ кОм}$.  <ol style="list-style-type: none"> Замкните ключ K_2. Изменяя сопротивление магазина, добейтесь предельного отклонения стрелки прибора. Измерьте мультиметром напряжение на магазине U_M (предел «20 V») и миллиамперметре $U_{\text{мА}}$ (предел «200 mV»), занесите значения в тетрадь. Рассчитайте сопротивление прибора: |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|--|
| | | $R_n = R_M \frac{U_{mA}}{U_M}.$ <p>6. Рассчитайте абсолютные погрешности $\sigma(U_M)$ и $\sigma(U_{mA})$ измерения напряжений U_M и U_{mA} соответственно.</p> <p>7. Рассчитайте абсолютную погрешность косвенного измерения сопротивления, приняв $\sigma(R_M) = 0,1 \text{ Ом}$:</p> $\sigma(R_n) = \sqrt{\left(\frac{U_{mA}}{U_M}\right)^2 \sigma^2(R_M) + \left(\frac{R_M}{U_M}\right)^2 \sigma^2(U_{mA}) + \left(\frac{-R_M \cdot U_{mA}}{U_M^2}\right)^2 \sigma^2(U_M)}.$ |
| Владеть: | <ul style="list-style-type: none"> – методиками проведения измерений аналоговыми измерительными приборами; – методами оценки погрешности средств измерения. | <p>Типовая задача</p> <p>Определите сопротивление шунта R и сопротивление резистора R1 для схемы последовательной температурной компенсации (см. рисунок) для получения на базе магнитоэлектрического механизма* амперметра на 5 А с температурной погрешностью, не превышающей 1,5% при измерении температуры на +10°C. Температурные коэффициенты материалов: обмотки рамки $\beta_0=4\%$ на 10°C, спиральных пружин $\beta_w=4\%$ на 10°C.</p>  <p>* параметры задаются преподавателем</p> |
| ПК-4 – способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем | | |
| Знать: | <ul style="list-style-type: none"> – схемы включения измерительных приборов; – структуры измерительных систем; – порядок наладки, настройки, юстировки и опытной проверки приборов и систем. | <p>Пример типового задания</p> <p>Для системы управления объектом*, структура которой приведена на рисунке:</p> <ul style="list-style-type: none"> – объясните схему циркуляции измерительной информации; – укажите возможные точки съема аналоговой информации и используемые для этого аналоговые приборы; – приведите схему включения каждого прибора; |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---|---|
| | | <p>– сформулируйте порядок для контроля состояния системы (или отдельных ее частей).</p>  <p>* объект задается преподавателем</p> |
| Уметь: | – применять знания в области теории измерительной техники для наладки, настройки, юстировки и опытной проверки измерительных приборов и систем. | <p>Типовые вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите порядок выбора и настройки нормирующего преобразователя для согласования сигнала с термоэлектрического преобразователя со вторичным измерительным прибором, имеющим стандартный вход 4-20 мА. 2. Приведите схему поверки электромагнитного вольтметра переменного тока промышленной частоты с пределом измерения 20 В и классом точности 2,5. Укажите требования к используемым в схеме устройствам. |
| Владеть: | – практическими навыками наладки, настройки, юстировки и опытной проверки измерительных приборов и систем. | <p>Типовое практическое задание</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Настройте осциллограф для наблюдения периодических импульсных сигналов в диапазоне 15-20 кГц, с амплитудой не более 0,5 В. 2. Соберите схему поверки вольтметра постоянного тока методом непосредственного сравнения с эталонным прибором. Проведите измерения. Рассчитайте абсолютную и приведенную погрешности. Вычислите вариацию показаний. 3. Проверьте исправность аналогового мультиметра в режиме омметра на различных пределах измерения. В качестве меры используйте магазин сопротивлений Р33. |

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

Экзамен – устный. В каждом билете 2 теоретических вопроса и 1 задача.

Критерии выставления экзаменационной оценки:

– на оценку **«отлично»** – обучающийся должен показать высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполнять практические задания, свободно оперировать знаниями, умениями, применять их в ситуациях повышенной сложности; обучающийся должен обладать знаниями не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальными навыками решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** – обучающийся должен показать средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации;

– на оценку **«удовлетворительно»** – студент должен показать пороговый уровень сформированности компетенций, то есть он должен иметь знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач; в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, компетенции не сформированы, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Основная литература:

1. Шишмарёв, В.Ю. Электрорадиоизмерения : учебник для вузов / В. Ю. Шишмарёв, В. И. Шанин. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 345 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11645-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453875> (дата обращения: 08.09.2020).

2. Прохоров, С. Г. Аналоговая электроника в приборостроении. Руководство по решению задач : учебное пособие / С. Г. Прохоров, О. В. Шиндор. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 244 с. — ISBN 978-5-8114-3983-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121466> (дата обращения: 08.09.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Данилин, А. А. Измерения в радиоэлектронике : учебное пособие / А. А. Данилин, Н. С. Лавренко ; под редакцией А. А. Данилина. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 408 с. — ISBN 978-5-8114-2238-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/89927> (дата обращения: 08.09.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка: учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков; под редакцией К. К. Кима. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3031-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107287> (дата обращения:

08.09.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Важенин, В. Г. Аналоговые устройства на операционных усилителях: учебное пособие / В. Г. Важенин, Ю. В. Марков, Л. Л. Лесная; под редакцией В. Г. Важенина. — Екатеринбург: УрФУ, 2014. — 107 с. — ISBN 978-5-7996-1314-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98996> (дата обращения: 08.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Барышев, Ю. А. Поверка и калибровка амперметров, вольтметров, ваттметров и варметров : учебное пособие / Ю. А. Барышев, Л. А. Романова. — Москва: АСМС, 2015. — 72 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72182> (дата обращения: 08.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Вечеркин, М. В. Электростатика и постоянный ток: практикум / М.В. Вечеркин, О.В. Кривко, Е.В. Макарьева; МГТУ, Ин-т энергетики и автоматики, Каф. физики. - Магнитогорск: МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1544.pdf&show=dcatalogues/1/112470/1/1544.pdf&view=true>. - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|---|------------------------------|------------------------|
| MS Windows 7 Professional (для классов) | Д-1227-18 от 08.10.2018 | 11.10.2021 |
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| NI MultiSim Education | К-68-08 от 29.05.2008 | бессрочно |
| MathCAD v.15 Education University Edition | Д-1662-13 от 22.11.2013 | бессрочно |
| Adobe Reader | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Браузер Mozilla Firefox | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| 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/ |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp |

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории | Оснащение аудитории |
|--|--|
| Лекционная аудитория 388, 394 | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации |
| Лабораторная аудитория 179 | Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: многофункциональный лабораторный стенд; двухканальный осциллограф GOS620; мультиметры цифровые APPA-102; многопредельный магазин сопротивлений; многопредельный магазин емкостей; многопредельный магазин индуктивностей; генератор многофункциональный; регулируемый источник питания постоянного тока; регулируемый источник питания переменного тока. |
| Лабораторная аудитория 193 | Узлы и элементы радиотехнических устройств: аналоговый вольтметр; многопредельный аналоговый милливольтметр; аналоговый амперметр; многопредельный аналоговый миллиамперметр; мультиметр аналоговый; измерительный мост постоянного тока; измерительный мост переменного тока; усилитель низкочастотный; частотомер. Инструменты и приборы: паяльная станция и расходные материалы для пайки; осциллограф аналоговый двухканальный GOS620FG; осциллограф цифровой двухканальный DSO2020; генератор многофункциональный; лабораторный автотрансформатор. |
| Межкафедральная лабораторная аудитория 454 | Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: многофункциональный лабораторный стенд «Физические основы электроники»; многофункциональный лабораторный стенд «Электроника»; двухканальный осциллограф GOS620; мультиметр; лабораторная установка для изучения активных фильтров. |
| Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет |
| Учебные аудитории 182, 183, 185, 188, 198 | Доска, мультимедийный проектор, экран. |
| Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. | Компьютерные классы, включающие персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab; читальные залы библиотеки |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования | Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования. |