



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЕиС  
И.Ю. Мезин

30.01.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**АНАЛОГОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Направление подготовки (специальность)  
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы  
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 945)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики  
16.01.2023, протокол № 4

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС  
30.01.2023 г. протокол № 5

Председатель \_\_\_\_\_ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры физики, канд. техн. наук \_\_\_\_\_ М.В. Вечеркин

Рецензент:

зав. кафедрой ПМИИ, д-р техн. наук \_\_\_\_\_ Ю.А. Извеков

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ М.Б. Аркулис

## **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Аналоговые измерительные устройства» является формирование способности осуществлять поиск, анализ и синтез информации, применять системный подход в области аналоговой измерительной техники, а также формирование профессиональной способности применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства аналоговых измерительных приборов, устройств и комплексов широкого назначения.

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 базы 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 (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Аналоговые измерительные устройства входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Физика

Теоретические основы электротехники

Физические основы получения информации

Математика

Введение в направление

Механические детали приборов и основы конструирования

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Цифровые измерительные устройства

Схемотехника измерительных устройств

Приборы и методы вихретокового контроля

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации,

применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов
УК-1.3	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения	
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике
ОПК-1.3	Применяет общинженерные знания, в инженерной деятельности

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 89 акад. часов;
- аудиторная – 85 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 19,3 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. 1. Общие вопросы аналоговых измерений								
1.1 Классификация средств измерений. Нормируемые метрологические характеристики аналоговых средств измерений.	5	2	2	1	1,3	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1
1.2 Способы выражения пределов допускаемых погрешностей. Классы точности.		2	2	2	2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Выполнение инд. заданий	Устный опрос. Проверка инд. заданий.	ОПК-1
1.3 Нормирование динамических характеристик средств измерений.		2	2	1	2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1 ОПК-1
1.4 Обобщенные структурные схемы аналоговых средств измерений. Структурные схемы средств измерений прямого и уравнивающего преобразований.		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1 ОПК-1
Итого по разделу		8	8	4	7,3			
2. 2. Меры и измерительные преобразователи аналоговых устройств								
2.1 Меры ЭДС, сопротивления, индуктивности, емкости.	5	1				Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1

2.2	Измерительные механизмы аналоговых приборов: электромагнитный, магнитоэлектрический, электродинамический, электростатический, ферродинамический, термоэлектрический.	5	4	4	2	2	Подготовка презентации и доклада по теме.	Публичное представление презентации.	УК-1 ОПК-1
2.3	Пассивные масштабные преобразователи: шунты, добавочные сопротивления, делители напряжения, измерительные трансформаторы напряжения и тока.		2	4	4	4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Выполнение инд. заданий.	Устный опрос. Проверка инд. заданий.	УК-1 ОПК-1
2.4	Измерительные масштабные преобразователи на операционных усилителях.		2	2	1		Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	УК-1 ОПК-1
2.5	Аналоговые частотные фильтры.		2		1	1	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	УК-1 ОПК-1
2.6	Измерительные преобразователи переменного напряжения в постоянное.		1	2	1	2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	УК-1
Итого по разделу			12	12	9	9			
3. Аналоговые электромеханические приборы (АЭП)									
3.1	Структура электромеханического прибора прямого преобразования. Классификация АЭП.	5	2		1		Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1 ОПК-1
3.2	Аналоговые гальванометры, амперметры, вольтметры, омметры, ваттметры.		2	2	1		Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	УК-1 ОПК-1
3.3	Основы проектирования и расчета АЭП. Компенсация погрешностей АЭП.		2		2	2	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	УК-1
Итого по разделу			6	2	4	2			
4. Электронные аналоговые приборы									

4.1 Структура электронного прибора прямого преобразования. Классификация.	5	2	4		1	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Самостоятельное изучение учебной литературы.	УК-1
4.2 Электронные вольтметры постоянного и переменного (амплитудного, действующего, среднего значений) тока		2	4			Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	УК-1 ОПК-1
4.3 Осциллографы с ЭЛТ.		2	4			Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	УК-1 ОПК-1
Итого по разделу		6	12		1			
5. 5. Приборы уравнивания								
5.1 Общие вопросы теории мостовых схем. Одинарные и двойные мосты.	5	1				Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1 ОПК-1
5.2 Компенсаторы постоянного и переменного тока: полярно-координатные и прямоугольно-координатные.		0,5				Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1 ОПК-1
5.3 Мосты переменного тока для измерения RLC.		0,5				Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	УК-1 ОПК-1
Итого по разделу		2						
6.								
6.1 Экзамен	5					Подготовка к экзамену	Экзамен	
Итого по разделу								
Итого за семестр		34	34	17	19,3		экзамен	
Итого по дисциплине		34	34	17	19,3		экзамен	

## **5 Образовательные 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 обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **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 : электрон-но-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 вар-метров : 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 авто-риз. 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 энергетике и автоматике, 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> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Электроника"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Основы метрологии и электрические измерения"	Д-903-13 от 14.06.2013	бессрочно

##### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

### **9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

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 расход-ные 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.

## **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**

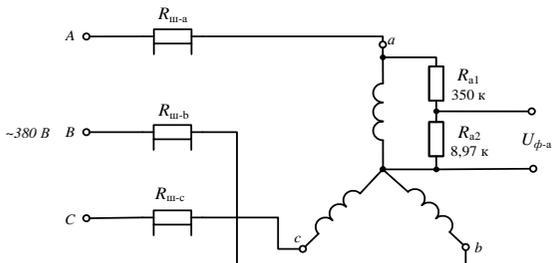
1. Расширение пределов измерения миллиамперметра постоянного тока.
2. Расширение пределов измерения вольтметра постоянного тока.
3. Определение чувствительности четвертьмостовой измерительной схемы.
4. Построение масштабирующего усилителя на ОУ:
  - а) не инвертирующая схема включения ОУ;
  - б) инвертирующая 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.

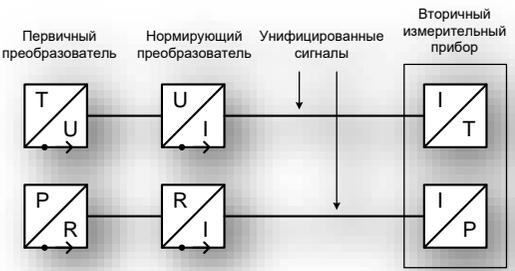
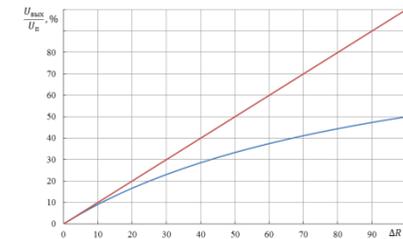
### **Практические занятия и работы**

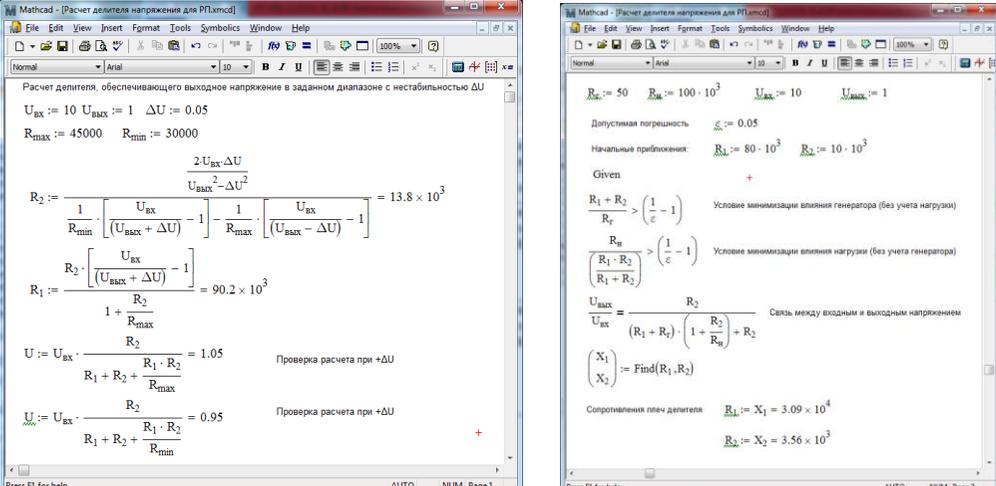
1. Расчет шунта к измерительному механизму магнитоэлектрического типа для построения амперметра постоянного тока.
2. Расчет дополнительного сопротивления к измерительному механизму магнитоэлектрического типа для построения вольтметра постоянного тока.
3. Расчет резистивного делителя напряжения:
  - а) 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

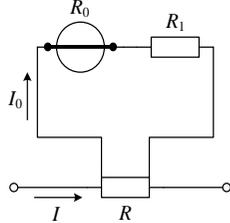
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

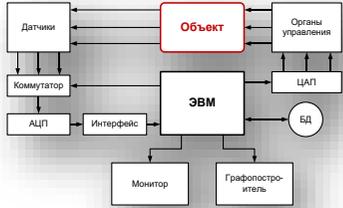
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.		
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	<p><b>Типовое задание</b></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>
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов	<p><b>Типовое задание</b></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> 
УК-1.3	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций,	<p><b>Пример типового задания</b></p> <p>Для приведенной на рисунке структуры выберите первичные преобразователи,</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения	<p>нормирующие преобразователи и вторичные измерительные приборы ведущих фирм-производителей для регистрации температуры и давления объекта*.</p>  <p>* параметры объекта задаются преподавателем</p>
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения		
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p><b>Пример типового задания:</b></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> 
		<p><b>Типовое практическое задания:</b></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.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Максимальное отклонение выходного напряжения не должно превышать <math>\pm 0,05</math> В (5%). Расчет провести аналитически и численно в пакете Mathcad.</p> <p>Листинг аналитического расчета и численного расчета с учетом влияния генератора и нагрузки</p>  <p>The left screenshot displays the following calculations:</p> $R_2 := \frac{1}{\frac{1}{R_{\min}} \cdot \left[ \frac{U_{\text{вх}}}{(U_{\text{вх}} + \Delta U)} - 1 \right]} - \frac{1}{\frac{1}{R_{\max}} \cdot \left[ \frac{U_{\text{вх}}}{(U_{\text{вх}} - \Delta U)} - 1 \right]}} = 13.8 \times 10^3$ $R_1 := \frac{R_2 \cdot \left[ \frac{U_{\text{вх}}}{(U_{\text{вх}} + \Delta U)} - 1 \right]}{1 + \frac{R_2}{R_{\max}}} = 90.2 \times 10^3$ <p>Check calculations for <math>\pm \Delta U</math>:</p> $U := U_{\text{вх}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_{\max}}} = 1.05$ $U_{\text{вх}} := U_{\text{вх}} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_{\min}}} = 0.95$ <p>The right screenshot shows numerical calculations:</p> $R_1 := X_1 = 3.09 \times 10^4$ $R_2 := X_2 = 3.56 \times 10^3$
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	<p><b>Типовое задание:</b></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>
ОПК-1.3	Применяет общинженерные знания, в инженерной деятельности	<p><b>Типовые вопросы к экзамену</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приборы с магнитоэлектрическим измерительным механизмом: принцип действия, область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки.</li> <li>2. Приборы с электромагнитным измерительным механизмом: принцип действия,</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>область применения, основные характеристики, достоинства и недостатки.</p> <p>3. Приборы с электродинамическим измерительным механизмом: принцип 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>
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p><b>Типовое задание</b></p> <p>Определение внутреннего сопротивления прибора</p> <p>1. Получите у преподавателя задание на определение внутреннего сопротивления милли- или микроамперметра.</p> <p>2. Соберите схему, приведенную на рисунке. Ключ <math>K_2</math> установите в разомкнутое положение. Установите на магазине сопротивление <math>R_M = 9,5 \text{ кОм}</math>.</p> <div data-bbox="1406 1136 1626 1321" data-label="Diagram"> <p>The diagram shows a series circuit. At the top, there is a milliammeter symbol (a circle with 'mA' inside) and a variable resistor symbol (a rectangle with a diagonal arrow through it). Below them is a DC voltage source symbol (two parallel lines of unequal length) labeled <math>E_2</math>. To the right of the voltage source is a switch labeled <math>K_2</math>. The circuit is closed on the left side.</p> </div> <p>3. Замкните ключ <math>K_2</math>. Изменяя сопротивление магазина, добейтесь предельного отклонения стрелки прибора.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>4. Измерьте мультиметром напряжение на магазине <math>U_M</math> (предел «20 V») и миллиамперметре <math>U_{mA}</math> (предел «200 mV»), занесите значения в тетрадь.</p> <p>5. Рассчитайте сопротивление прибора:</p> $R_{\pi} = R_M \frac{U_{mA}}{U_M}.$ <p>6. Рассчитайте абсолютные погрешности <math>\sigma(U_M)</math> и <math>\sigma(U_{mA})</math> измерения напряжений <math>U_M</math> и <math>U_{mA}</math> соответственно.</p> <p>7. Рассчитайте абсолютную погрешность косвенного измерения сопротивления, приняв <math>\sigma(R_M) = 0,1 \text{ Ом}</math>:</p> $\sigma(R_{\pi}) = \sqrt{\left(\frac{U_{mA}}{U_M}\right)^2 \sigma^2(R_M) + \left(\frac{R_M}{U_M}\right)^2 \sigma^2(U_{mA}) + \left(\frac{-R_M \cdot U_{mA}}{U_M^2}\right)^2 \sigma^2(U_M)}.$
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p><b>Типовая задача</b></p> <p>Определите сопротивление шунта <math>R</math> и сопротивление резистора <math>R_1</math> 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 <math>\beta_0=4\%</math> на 10°C, спиральных пружин <math>\beta_w=4\%</math> на 10°C.</p>  <p>* параметры задаются преподавателем</p>
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	<p><b>Пример типового задания</b></p> <p>Для системы управления объектом*, структура которой приведена на рисунке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– объясните схему циркуляции измерительной информации;</li> <li>– укажите возможные точки съема аналоговой информации и используемые для этого аналоговые приборы;</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>– приведите схему включения каждого прибора;  – сформулируйте порядок для контроля состояния системы (или отдельных ее частей).</p>  <p>* объект задается преподавателем</p>
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p><b>Типовые вопросы к экзамену</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Приведите порядок выбора и настройки нормирующего преобразователя для согласования сигнала с термоэлектрического преобразователя со вторичным измерительным прибором, имеющим стандартный вход 4-20 мА.</li> <li>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.</li> </ol>
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p><b>Типовое практическое задание</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Настройте осциллограф для наблюдения периодических импульсных сигналов в диапазоне 15-20 кГц, с амплитудой не более 0,5 В.</li> <li>2. Соберите схему поверки вольтметра постоянного тока методом непосредственного сравнения с эталонным прибором. Проведите измерения. Рассчитайте абсолютную и приведенную погрешности. Вычислите вариацию показаний.</li> <li>3. Проверьте исправность аналогового мультиметра в режиме омметра на различных пределах измерения. В качестве меры используйте магазин сопротивлений Р33.</li> </ol>

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

Экзамен – классический, устный. В билете два теоретических вопроса и одна 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.

### Методические рекомендации для работы студентов

В процессе обучения студенты должны научиться воспринимать сведения на слух, фиксировать информацию в виде записей в тетрадях, работать с письменными текстами, самостоятельно извлекая из них полезные сведения и оформляя их в виде тезисов, конспектов, систематизировать информацию в виде заполнения таблиц, составления схем. Важно научиться выделять главные мысли в лекции преподавателя либо в письменном тексте; анализировать явления; определять свою позицию к полученным на занятиях сведениям, четко формулировать ее; аргументировать свою точку зрения: высказывать оценочные суждения; осуществлять самоанализ. Необходимо учиться владеть устной и письменной речью; вести диалог; участвовать в дискуссии; раскрывать содержание изучаемой проблемы в монологической речи; выступать с сообщениями и докладами.

**Конспект лекции.** Смысл присутствия студента на лекции заключается во включении его в активный процесс слушания, понимания и осмысления материала, подготовленного преподавателем. Этому способствует конспективная запись полученной информации, с помощью которой в дальнейшем можно восстановить основное содержание прослушанной лекции.

Для успешного выполнения этой работы советуем:

– подготовить отдельные тетради для каждого предмета. Запись в них лучше вести на одной стороне листа, чтобы позднее на чистой странице записать дополнения, уточнения, замечания, а также собственные мысли. С помощью разноцветных ручек или фломастеров можно будет выделить заголовки, разделы, термины и т.д.

– не записывать подряд все, что говорит лектор. Старайтесь вначале выслушать и понять материал, а затем уже зафиксировать его, не упуская основных положений и выводов. Сохраняйте логику изложения. Обратите внимание на необходимость точной записи определений и понятий.

– оставить место на странице свободным, если не успели осмыслить и записать часть информации. По окончании занятия с помощью однокурсников, преподавателя или учебника вы сможете восстановить упущенное.

– уделять внимание грамотному оформлению записей. Научитесь графически ясно и удобно располагать текст: вычленять абзацы, подчеркивать главные мысли, ключевые слова, помешать выводы в рамки и т.д. Немаловажное значение имеет и четкая структура лекции, в которую входит план, логически выстроенная конструкция освещения каждого пункта плана с аргументами и доказательствами, разъяснениями и примерами, а также список литературы по теме.

– научиться писать разборчиво и быстро. Чтобы в дальнейшем не тратить время на расшифровку собственных записей, следите за аккуратностью почерка, не экономьте бумагу за счет уплотнения текста. Конспектируя, пользуйтесь общепринятыми сокращениями слов и условными знаками, если есть необходимость, то придумайте собственные сокращения.

– уметь быстро и четко переносить в тетрадь графические рисунки и таблицы. Для этих целей приготовьте прозрачную линейку, карандаш и резинку. Старайтесь как можно точнее скопировать изображение с доски. Если наглядный материал трудно воспроизводим в условиях лекции, то сделайте его словесное описание с обобщающими выводами.

– просмотреть свои записи после окончания лекции. Подчеркните и отметьте разными цветами фломастера важные моменты в записях. Исправьте неточности, внесите необходимые дополнения. Не тратьте время на переписывание конспекта, если он оказался не совсем удачным. Совершенствуйтесь, записывая последующие лекции.

**Подготовка к лабораторным занятиям.** Они предназначены для углубленного изучения отдельных тем и курсов. По форме проведения обычно представляют собой

решение задач по теме лекций или индивидуальных задач.

Подготовка к занятиям заключается, прежде всего, в освоении того теоретического материала. Для этого необходимо в первую очередь перечитать конспект лекции или разделы учебника, в которых присутствует установочная информация. Изучение рекомендованной литературы необходимо сделать максимально творчески – не просто укладывая в память новые сведения, а осмысливая и анализируя материал.

**Подготовка к экзамену.** Готовиться к экзамену нужно заранее и в несколько этапов. Для этого рекомендуется.

– Просматривайте конспекты лекций сразу после занятий. Это поможет разобраться с непонятными моментами лекции и возникшими вопросами, пока еще лекция свежа в памяти.

– Бегло просматривайте конспекты до начала следующего занятия. Это позволит «освежить» предыдущую лекцию и подготовиться к восприятию нового материала.

– Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала.

Непосредственно при подготовке:

– упорядочьте свои конспекты, записи, задания;

– прикиньте время, необходимое вам для повторения каждой части (блока) материала, выносимого на зачет.

Составьте расписание с учетом скорости повторения материала, для этого рекомендуется.

– Разделите вопросы для экзамена на знакомые (по лекционному курсу, семинарам, конспектированию), которые потребуют лишь повторения и новые, которые придется осваивать самостоятельно. Начните с тем хорошо вам известных и закрепите их с помощью конспекта и учебника. Затем пополните свой теоретический багаж новыми знаниями, обязательно воспользовавшись рекомендованной литературой.

– Правильно используйте консультации, которые проводит преподаватель. Приходите на них с заранее проработанными самостоятельно вопросами. Вы можете получить разъяснение по поводу сложных, не до конца понятых тем, но не рассчитывайте во время консультации на исчерпывающую информацию по содержанию всего курса.