



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ЭЛЕКТРОНИКА И СХЕМОТЕХНИКА

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

Направленность (профиль/специализация) программы
Интеллектуальные системы неразрушающего контроля

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	4

Магнитогорск
2025 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 Автоматизированных систем управления

29.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой



С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

04.02.2025 г. протокол № 3

Председатель



В.Р. Храмшин

Согласовано:

Зав. кафедрой Физики



Д.М. Долгушин

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры АСУ,



Т.Г. Сухоносова

Рецензент:

Технический директор ЗАО «КонсОМ СКС»



Е.Ю. Васильев

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Схемотехника измерительных устройств» является изучение назначения и принципа действия отдельных элементов измерительных цепей входящих в состав измерительных комплексов с учетом современных тенденций развития измерительной техники и технологий её проектирования, подготовка технических заданий на проектирование измерительных устройств и конструкторско-технологической документации с использованием современных программных средств.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Электроника и схемотехника входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Аналоговые измерительные устройства

Физические основы получения информации

Химия

Введение в методы контроля и диагностики

Математика

Цифровые измерительные устройства

Метрология

Физика

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

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Аналоговые измерительные устройства

Цифровые измерительные устройства

Основы автоматизации измерений и контроля в промышленности

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Электроника и схемотехника» 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 общетехнические 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 общеинженерные знания, в инженерной деятельности

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц 252 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 18 акад. часов;
- аудиторная – 14 акад. часов;
- внеаудиторная – 4 акад. часов;
- самостоятельная работа – 221,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 12,6 акад. час

Форма аттестации - экзамен, зачет с оценкой, курсовая работа

Раздел/ тема дисциплины	Курс	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. Современные тенденции развития измерительной техники и средств измерения								
1.1 Основы электроники	4	2			20	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
1.2 Государственная система приборов, классификация измерительных преобразователей					20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №1 «Исследование мостов постоянного тока», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3

1.3 Нормирующие преобразователи. Передача информационных сигналов по линиям связи. Помехи в цепях передачи информационных сигналов.		1	2		20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №2 «Исследование реостатных преобразователей перемещения», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1, ОПК-1.2, УК-1.2, УК-1.3
1.4 Способы передачи цифровых сигналов. Борьба с помехами в			4		20	Самостоятельное изучение литературы.	Устный опрос, отчет по лабораторной	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК
цифровых линиях связи						Подготовка к лабораторной работе №3 «Цифровые преобразователи», оформление отчета	работе, тестовый опрос по разделу.	-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		3	6		80			
2. Порядок проектирования измерительных преобразователей								
2.1 Требование и структура технического задания, нормативные документы	4		2		20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 1 Техзадание), оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1
2.2 Системы проектирования. Порядок подготовки графической части. Специализированное программное обеспечение подготовки конструкторской документации			1		20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 2 Графическая часть), оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1

2.3 Принципиальные электрические схемы устройств. Внешние цепи. Выбор базовых элементов измерительного комплекса			1		20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 3 Электрическая схема. Спецификации). Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1
Итого по разделу			4		60			
3. Цифровые измерительные системы								
3.1 Типы цифровых измерительных систем, алгоритмы их функционирования	4		1		21	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №5 «Исследование цифровых преобразователей перемещения», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1
3.2 Виды интерфейсов связи, способы передачи цифровой информации					30	Самостоятельное изучение литературы.	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1
3.3 Модели цифровых систем. Исследование работы цифровых измерительных систем по моделям					30,4	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №6 «Построение модели и исследование асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тестовый опрос по разделу	ОПК-1.1, ОПК-1.3, УК-1.1, ОПК-1.2, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		1			81,4			
Итого за семестр		4	10		221,4		экзамен, заочн, кр	
Итого по дисциплине		4	10		221,4		экзамен, зачет с оценкой, курсовая работа	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Схемотехника измерительных устройств» 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 обучения, 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;

активные и интерактивные формы обучения: вариативный опрос, дискуссии, устный опрос, тестовый опрос, индивидуальная «защита» лабораторных работ.

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

а) Основная литература:

1. Микаева, С. А. Электроника и схемотехника : учебное пособие / С. А. Микаева, А. Н. Брысин, Ю. А. Журавлева. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. - 184 с. - ISBN 978-5-9729-1289-6. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2102065> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/205958> (дата обращения: 10.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей

б) Дополнительная литература:

1. Водовозов, А. М. Основы электроники : учебное пособие / А. М. Водовозов. -

2-е изд. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. - 140 с. - ISBN 978-5-9729-0346-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1053394> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

2. Марченко, А. Л. Электротехника и электроника : учебник : в 2 томах. Том 2. Электроника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 391 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/textbook_5d2573fcd26f36.00961920. - ISBN 978-5-16-014295-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2006854> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

3. Кравец, А. В. Учебное пособие по курсу «Схемотехника аналоговых электронных устройств» / А. В. Кравец ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 184 с. - ISBN 978-5-9275-2741-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021769> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

4. Пуховский, В. Н. Электротехника, электроника и схемотехника. Модуль «Цифровая схемотехника» : учебное пособие / В. Н. Пуховский, М. Ю. Поленов ; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2018. - 163 с. - ISBN 978-5-9275-3079-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039797> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

5. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие для вузов / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-7639-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/163397> (дата обращения: 10.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. 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.ru/catalog/product/1054205> (дата обращения: 10.04.2025). – Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Гребенникова В. В. Технические измерения и приборы : учебное пособие / В. В. Гребенникова, И. Г. Самарина ; В. В. Гребенникова, И. Г. Самарина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 95 с. : ил., табл., схемы, граф., черт. - Лабораторные работы. - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/21503> дата обращения: 10.04.2025). - Текст : непосредственный.

2. Артамонов Ю. С. Лабораторный практикум по электронике : учебное пособие / Ю. С. Артамонов, В. В. Гребенникова, И. Г. Корнилова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2008. - 184 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный.

3. Артамонов Ю. С. Электрические измерения : учебно-методическое пособие / Ю. С. Артамонов, В. В. Гребенникова. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/4> (дата обращения: 10.04.2025). - Текст : электронный.

4. Андреев С. М. Комплексы технических средств в системах автоматического управления. Курсовая работа : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://host.megaprolib.net/MP0109/Download/MObject/3833> (дата обращения: 10.04.2025). - Текст : электронный.

5. Вечёркин, М.В. Выбор термоэлектрического преобразователя и его согласование с АЦП [Текст]: метод. указания / М.В. Вечёркин, В.В. Гребенникова; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г.И. Носова. – Магнитогорск: Изд-во

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCad Electrical 2011 Master Suite	K-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России	https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации (ауд. 437, 450)

2. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электроники и общей электротехники (ауд. 454) Лабораторные установки для выполнения лабораторных работ: лабораторный стенд «Физические основы электроники», ФОЭ-СРМА; лабораторный стенд «Датчики измерения физических величин», Э-СР; лабораторный стенд «Датчики измерения механических величин»; лабораторный стенд «Промышленная электроника»).

3. Помещения для самостоятельной работы обучающихся (ауд. 448): персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в

электронную информационно-образовательную среду университета.

4. Учебные аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточных консультаций (ауд. 448): доска, мультимедийный проектор, экран, персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ауд. 445): стеллажи для хранения учебно-методической документации.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине «Электроника и схемотехника» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях происходит под контролем преподавателя в ходе выполнения лабораторных работ, при решении задач и выполнении упражнений, которые для студентов определяет преподаватель.

Внеаудиторная самостоятельная работа осуществляется в виде проработки материала лекционных и лабораторных занятий, выполнение контрольной и курсовой работ и при консультациях с преподавателем.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов	1. Нарисовать вольт-амперную характеристику полупроводникового диода и указать на ней примерные значения параметров в характерных точках характеристики 2. Нарисовать вольт-амперную характеристику стабилитрона. Дать определение дифференциального сопротивления стабилитрона на рабочем участке обратной ветви характеристики 3. Нарисовать вольт-амперную характеристику тиристора, объяснить её ход, указать примерные значения параметров в характерных точках характеристики. Объяснить, как управлять напряжением переключения тиристора. Объяснить, как закрыть открытый тиристор 4. Область применения полупроводниковых приборов
2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов	1. Нарисовать входную, передаточную и выходную характеристики биполярного транзистора 2. Дать определение дифференциальных входного и выходного сопротивлений, коэффициента усиления по току, крутизны и их взаимосвязей 3. Схемы включения биполярных транзисторов 4. Нарисовать передаточную и выходную характеристики полевого транзистора с управляющим р-п – переходом 5. Нарисовать передаточную характеристику МДП-транзисторов обеднённого и обогащённого типов, дать определение характерных точек характеристик 6. Дать определение крутизны полевого транзистора

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей	1. Чему равны коэффициент усиления, входное и выходное сопротивление идеального операционного усилителя? 2. Что такое напряжение сдвига нуля и чем оно вызвано в усилителе на биполярных транзисторах? 3. Нарисовать схемы для измерения коэффициента ослабления синфазного сигнала 4. Нарисовать схемы инвертирующего, неинвертирующего, дифференциального усилителей и повторителя напряжения 5. Нарисовать схемы для компенсации напряжения сдвига в этих схемах 6. Написать формулы для расчёта коэффициента усиления с обратной связью для перечисленных выше схем 7. Доказать возможность или невозможность построения дифференциального усилителя, у которого выходной сигнал был бы вдвое больше по отношению к U_2 чем к U_1
4. Цифро-аналоговые преобразователи	1. Рассчитать коэффициент усиления по напряжению ОУ в схеме ЦАП с резистивной цепью с двоично-взвешенными резисторами, когда в положении, соответствующее логической единице, установлен только ключ Ka_2, а $R_{o.c.} = R$ 2. Назовите два недостатка ЦАП с резистивной цепью с двоично-взвешенными резисторами 3. Какому условию должен удовлетворять элементарный делитель напряжения резистивной цепи R-2R? 4. В чём недостаток ЦАП с КМОП-инверторами в качестве ключей? 5. Нарисовать элементарную ячейку R-2R с МОП-ключами и объяснить функционирование ключей 6. Почему при переходе между соседними комбинациями может меняться единичное приращение выходного напряжения q_i?
5. Аналого-цифровые преобразователи	1. Перечислить методы аналого-цифрового преобразования 2. Указать назначение выходных регистров АЦП 3. Написать переключательную функцию, описывающую работу приоритетного шифратора 4. Сформулируйте условия работы выходного регистра на D-триггерах 5. Какой уровень принимает сигнал на выходе компаратора в последовательном АЦП, когда напряжение на его инвертирующем входе превысит напряжение на неинвертирующем? 6. Чему равно напряжение обратной связи в последовательном АЦП, если счётчик сброшен в состояние 000?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
6. Исследование основных схем триггеров	1. Что такое триггер? 2. Нарисовать логические структуры И-НЕ- и ИЛИ-НЕ-триггеров и сформировать условия их функционирования 3. Нарисовать логическую структуру RS-триггера R-, S- и E-типа и вывести их характеристические уравнения 4. Нарисовать логическую структуру D-триггера и вывести характеристическое уравнение 5. Объяснить, чем отличается функционирование прозрачного и непрозрачного триггера 6. Нарисовать логическую структуру T-триггера и вывести характеристическое уравнение 7. Нарисовать логическую структуру JK-триггера и вывести характеристическое уравнение 8. Объяснить, как функционирует JK-MS-триггер
7. Исследование цифровых преобразователей перемещения	1. Что такое энкодер? Как устроены энкодеры различных типов? 2. Как определить угол поворота по данным с импульсного энкодера? 3. Приведите временную диаграмму импульсного энкодера. 4. Приведите схему и опишите конструкцию импульсного энкодера. 5. Как формируется сигнал направления перемещения вала импульсного энкодера? 6. Какие физические эффекты используются для формирования импульса в импульсном энкодере? 7. Приведите схему и опишите конструкцию абсолютного энкодера. Какой цифровой код формируется в абсолютном энкодере? 8. Что такое «разрешающая способность» энкодера? Чем определяется разрешающая способность в импульсном и абсолютном энкодере

Пример варианта контрольной работы

Задание 1.

1. Схематическое устройство биполярного транзистора и принцип управления током коллектора
2. Нарисовать типовую вольт – амперную характеристику полупроводникового диода и объяснить её ход
3. Определить входное сопротивление эмиттерного повторителя при заданном сопротивлении эмиттерной нагрузки
4. Схема включения биполярного транзистора с общей базой
5. Германиевый сплавной р-п-переход имеет обратный ток насыщения $I_0 = 1 \text{ мкА}$, а кремниевый с такими же размерами - ток $I_0 = 10^{-8} \text{ А}$. Вычислить и сравнить прямые

напряжения на переходах при $T = 293 \text{ К}$, если через каждый диод протекает ток 100 мА

Задание 2.

1. Нарисовать схему инвертирующего усилителя на операционном усилителе и определить её коэффициент усиления.
2. С помощью таблицы истинности дать определение основных логических функций двух переменных
3. Упрощение переключательных функций в диаграмме Карно; привести примеры
4. Нарисовать схему 3–разрядного ЦАП с двоично–взвешенными резисторами
5. D – триггер и его логическая структура

Тема и содержание курсовой работы

Курсовая работа является типовой, тема курсовой работы «Проектирование цепи измерительного преобразователя». Параметры на проектирование цепи измерительного преобразователя выдаются индивидуально.

Порядок выполнения курсовой работы включает следующие пункты:

1. Привести принцип работы первичного измерительного преобразователя. В качестве первичных измерительных преобразователей по теме работы могут использоваться: термометры сопротивления, тензометрические преобразователи, реостатные преобразователи перемещений.
2. Разработать структуру измерительной системы. Выполнить подготовку технического задания на измерительную систему.
3. В соответствии с вариантом задания привести справочные характеристики измерительного преобразователя.
4. Произвести проектирование схемы промежуточного преобразователя. Произвести расчет характеристик промежуточного преобразователя в соответствии с вариантом задания.
5. Произвести проектирование нормирующего преобразователя. Произвести расчет параметров цепей нормирующего преобразователя.
6. Выполнить разработку электрической принципиальной схемы измерительной системы в соответствии заданием с использованием средств машинной графики в пакетах прикладных программ.
7. Разработать модель работы измерительной системы, произвести исследования по модели. Определить погрешности измерения. Построить графики статической характеристики преобразователя.

Пример варианта задания на курсовую работу

Произвести проектирования измерительной системы для измерения температуры в диапазоне 0-700 С с использованием первичного измерительного преобразователя – термометра сопротивления градуировки Pt 600 ($\alpha=0,00385\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$). Расчеты промежуточного преобразователя провести при ограничении тока через первичный измерительный преобразователь $I_{\text{max}}=0,04\text{ A}$. Выходной сигнал измерительной системы должен представлять напряжение постоянного тока, изменяющееся от 0 до 10 В.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	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	Перечень теоретических вопросов: 1. Виды стандартов. Нормативные документы применяемые для подготовки документации на измерительные системы. 2. Методические основы стандартизации. Принципы и методы стандартизации, применяемые к измерительным системам и комплексам. 3. Государственная система приборов. Основные классы измеряемых величин. 4. Параметрические ряды приборов. Выбор ряда при проектировании измерительной системы. 5. Какие обозначения элементов используются в системах проектирования? 6. Цели и задачи проектирования измерительной системы 7. Порядок подготовки технического задания на проектирование системы. Этапы проектирования измерительной системы. 8. Основные задачи, решаемые при проектировании измерительной системы. 9. Схема проведения модельного исследования работы измерительной системы. 10. Техническое и программное обеспечение САПР 11. Методы принятия решений на стадиях проектирования 12. Критерии качества проектирования. 13. Состав укрупненной структуры измерительного комплекса. 14. Датчики физических величин. Разделы кадастра государственной системы приборов. Выполнение курсовой работы: 1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		2. Выполнение расчетной части работы, оценка погрешностей измерительной схемы. 3. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации. Лабораторный практикум: 1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов 2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов 3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей 4. Цифро-аналоговые преобразователи 5. Аналого-цифровые преобразователи 6. Исследование основных схем триггеров 7. Исследование цифровых преобразователей перемещения
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов	Перечень теоретических вопросов: 1. Виды стандартов. Нормативные документы применяемые для подготовки документации на измерительные системы. 2. Методические основы стандартизации. Принципы и методы стандартизации, применяемые к измерительным системам и комплексам. 3. Государственная система приборов. Основные классы измеряемых величин. 4. Параметрические ряды приборов. Выбор ряда при проектировании измерительной системы. 5. Какие обозначения элементов используются в системах проектирования? 6. Цели и задачи проектирования измерительной системы 7. Порядок подготовки технического задания на проектирование системы. Этапы проектирования измерительной системы. 8. Основные задачи, решаемые при проектировании измерительной системы. 9. Схема проведения модельного исследования работы измерительной системы. 10. Техническое и программное обеспечение САПР 11. Методы принятия решений на стадиях проектирования 12. Критерии качества проектирования. 13. Состав укрупненной структуры измерительного комплекса. 14. Датчики физических величин. Разделы кадастра государственной системы приборов.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Выполнение курсовой работы: 1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме. 2. Выполнение расчетной части работы, оценка погрешностей измерительной схемы. 3. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации. Лабораторный практикум: 1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов 2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов 3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей 4. Цифро-аналоговые преобразователи 5. Аналого-цифровые преобразователи 6. Исследование основных схем триггеров 7. Исследование цифровых преобразователей перемещения
УК-1.3	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения	Перечень теоретических вопросов: 1. Виды стандартов. Нормативные документы применяемые для подготовки документации на измерительные системы. 2. Методические основы стандартизации. Принципы и методы стандартизации, применяемые к измерительным системам и комплексам. 3. Государственная система приборов. Основные классы измеряемых величин. 4. Параметрические ряды приборов. Выбор ряда при проектировании измерительной системы. 5. Какие обозначения элементов используются в системах проектирования? 6. Цели и задачи проектирования измерительной системы 7. Порядок подготовки технического задания на проектирование системы. Этапы проектирования измерительной системы. 8. Основные задачи, решаемые при проектировании измерительной системы. 9. Схема проведения модельного исследования работы измерительной системы. 10. Техническое и программное обеспечение САПР 11. Методы принятия решений на стадиях проектирования

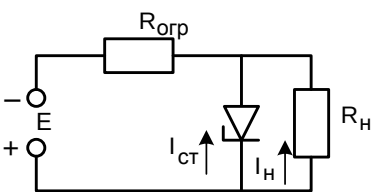
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		12. Критерии качества проектирования. 13. Состав укрупненной структуры измерительного комплекса. 14. Датчики физических величин. Разделы кадастра государственной системы приборов. Выполнение курсовой работы: 1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме. 2. Выполнение расчетной части работы, оценка погрешностей измерительной схемы. 3. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации. Лабораторный практикум: 1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов 2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов 3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей 4. Цифро-аналоговые преобразователи 5. Аналого-цифровые преобразователи 6. Исследование основных схем триггеров 7. Исследование цифровых преобразователей перемещения
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	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой 2. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером 3. Определение коэффициента передачи базового тока в схеме с общим эмиттером 4. Вольтамперные характеристики неуправляемого и управляемого симметричных тиристоров 5. Определить коэффициент усиления, входное сопротивление операционного

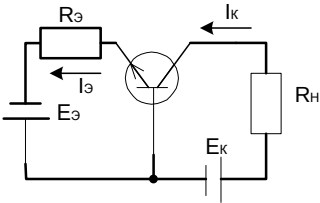
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		усилителя в схему неинвертирующего усилителя 6. Определить коэффициент усиления, входное сопротивление операционного усилителя в схему инвертирующего усилителя. 7. Определить коэффициенты усиления по входам и входные сопротивления операционного усилителя в схеме дифференциального усилителя 8. Преобразование десятичного сигнала в двоичный код 9. Принцип работы и основные соотношения для ЦАП с резистивной матрицей $R - 2R$ 10. Определить переключательные функции двух переменных 11. Изложить способы задания переключательных функций Выполнение курсовой работы: Математическое моделирование работы измерительного преобразователя и отдельных его элементов. Лабораторный практикум: 1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов 2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов 3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей 4. Цифро-аналоговые преобразователи 5. Аналого-цифровые преобразователи 6. Исследование основных схем триггеров 7. Исследование цифровых преобразователей перемещения
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Измеряемые величины. Виды измерений 2. Полевые транзисторы с рп-переходом, структура, характеристики 3. МОП-транзисторы обогащённого и обеднённого типов, зависимости тока стока от напряжения затвор – исток 4. Токи электродов в биполярном транзисторе, коэффициент передачи тока эмиттера 5. Режимы работы транзистора: активный, отсечки, насыщения 6. Динамический режим работы транзистора в схеме с общим эмиттером, усиление входного сигнала 7. Полупроводниковый выпрямительный диод и его вольтамперная характеристика

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		8. Полупроводниковый стабилитрон, его вольтамперная характеристика, температурный коэффициент напряжения в зависимости от напряжения стабилизации 9. Параметрический стабилизатор напряжения на полупроводниковом стабилитроне, основные соотношения 10. Вольтамперные характеристики неуправляемого и управляемого симметричных тиристоров 11. Эмиттерный повторитель, схема и характеристики 12. Классическая схема токового зеркала и её работа 13. Однополупериодный диодный выпрямитель. Среднее и эффективное значения выходного тока. К.П.Д. выпрямителя 14. Двухполупериодный выпрямитель. Среднее и эффективное значения выходного тока. К.П.Д. выпрямителя 15. Ёмкостный фильтр на выходе выпрямителя. Дать качественную картину мгновенных значений напряжения на выходе выпрямителя и тока диодов 16. Включение операционного усилителя в схему неинвертирующего усилителя. 17. Включение операционного усилителя в схему инвертирующего усилителя. 18. Операционный усилитель в схеме дифференциального усилителя 19. Принцип работы и основные соотношения для ЦАП с двоично-взвешенными резисторами 20. Принцип работы и основные соотношения для ЦАП с резистивной матрицей $R - 2R$ 21. Принцип работы параллельного АЦП. Основные соотношения для приоритетного шифратора 22. АЦП последовательного счёта, классический вариант его схемы, последовательность операций 23. RS-триггер и его характеристическое уравнение 24. D-триггер и его характеристическое уравнение 25. T-триггер и его характеристическое уравнение 26. JK -триггер и его характеристическое уравнение 27. Принципы проектирования синхронных счётных. Выполнение курсовой работы:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		Математическое моделирование работы измерительного преобразователя и отдельных его элементов. Лабораторный практикум: 1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов 2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов 3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей 4. Цифро-аналоговые преобразователи 5. Аналого-цифровые преобразователи 6. Исследование основных схем триггеров 7. Исследование цифровых преобразователей перемещения
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	Перечень теоретических вопросов к зачету: 1. Устройства отображения информации в измерительных системах. Функции, классификация. 2. Что такое измерительный преобразователь? 3. Классификация датчиков физических величин 4. Назначение и основной принцип действия генераторных преобразователей 5. Схема дифференциального подключения операционного усилителя к генераторному преобразователю 6. Схема составного дифференциального усилителя 7. Эквивалентная схема датчика тока. Подключение датчика тока к операционному усилителю. Использование Т-моста 8. Назначение и характеристики датчиков заряда 9. Типы параметрических преобразователей 10. Делители напряжения, основные схемы подключения потенциометрических датчиков 11. Мосты переменного тока. 12. Фоточувствительный выпрямитель 13. Подключение датчиков к мостовым схемам, схемы подключения, особенности их применения 14. Операционные усилители, назначение, принцип действия. Структурная схема операционного усилителя.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		15. Параметры операционных усилителей. Передаточная характеристика операционного усилителя. 16. Эквивалентная схема операционного усилителя по постоянному току. 17. Классификация интегральных операционных усилителей. 18. Погрешности операционных усилителей. Методы анализа. 19. Виды погрешностей операционных усилителей. Выполнение начальной балансировки операционного усилителя. 20. Классификация специализированных операционных усилителей. 21. Структура инструментального (измерительного) операционного усилителя. 22. Усилители с модуляцией и демодуляцией сигнала 23. Прецизионные усилители. Структура и характеристики прецизионных усилителей. 24. Компенсация дрейфа нуля в операционных усилителях. 25. Программируемые операционные усилители. 26. Фильтрация сигналов. Фильтр на операционном усилителе. 27. Гальваническая изоляция цепей приемников и источников электрического сигнала 28. Виды помех в линиях связи. 29. Поперечная помеха, способы борьбы с ней. 30. Продольная помеха. Причины появления и способы борьбы с ней. 31. Шумы усилительных схем. 32. Фотоэлектрические преобразователи 33. Тепловые преобразователи 34. Тензорезистивные преобразователи 35. Пьезоэлектрические преобразователи 36. Датчики магнитного поля. Датчики Холла 37. Организация работы последовательного асинхронного интерфейса связи 38. Организация параллельного интерфейса связи. 39. Виды цифровых линий связи. Способы борьбы с помехами в цифровых линиях связи 40. Цифроаналоговые преобразователи, структура, принцип работы 41. Аналого-цифровые преобразователи, назначение, классификация 42. АЦП параллельного преобразования. Принцип работы 43. АЦП последовательного приближения

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		44. АЦП интегрирующего типа 45. Сигма – дельта АЦП 46. Интерфейсы связи Примеры практических заданий: 1. Скорость передачи информации 2400 бод/с. За сколько времени будет передана информация, состоящая из 303000 символов, если используется информационное слово 8 бит, 2 таковых бита, один стартовый, и 1 бит четности? 2. Какой тип преобразователя необходимо выбрать для измерения температуры в диапазоне от 0 до 1000 С? 3. Произведите расчет ненагруженного моста постоянного тока с выходным сигналом 0-100 мВ при изменении сопротивления преобразователя от 50 до 70 ом и максимальном токе через преобразователь 20 мА 4. Произведите расчет шунта 10 В- 1 В если нагрузка шунта 1кОм, а максимальный ток 20 мА 5. Выберите преобразователь, тип АЦП и скорость передачи последовательного интерфейса связи, если необходимо производить измерение циклического перемещения элемента величиной 5 мм и частотой 500 циклов в секунду. Погрешность измерения не должна превышать 1%. 6. Сплавной Ge p-п–переход с концентрацией $N_d = 10^3 \cdot N_a$, причем на каждые 10^8 атомов Ge приходится 1 атом акцепторной примеси. <u>Определить:</u> контактную разность потенциалов при $T = 300$ К (концентрация атомов Ge $N = 4,4 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}$, ионизованных атомов $p_i = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}$) 7. Для стабилизации напряжения на нагрузке (рис) используется стабилитрон, $U_{СТ} = 10\text{В}$. Определить допустимые пределы изменения питающего U, если $I_{СТ.МАХ} = 30 \text{ мА}$, $I_{СТ.МИН} = 1 \text{ мА}$, $R_H = 1 \text{ кОм}$, $R_{ОРП} = 0,5 \text{ кОм}$ 

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		8. В схеме на рис. $R_Э = 5 \text{ кОм}$, $R_Н = 10 \text{ кОм}$, $E_Э = 10 \text{ В}$, $E_К = 30 \text{ В}$. Определить $U_{КБ}$  Выполнение курсовой работы: 1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме. 2. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации. 3. Формирование электрических принципиальных схем отдельных элементов. Лабораторный практикум. 1. Исследование характеристик полупроводниковых приборов 2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов 3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей 4. Цифро-аналоговые преобразователи 5. Аналого-цифровые преобразователи 6. Исследование основных схем триггеров 7. Исследование цифровых преобразователей перемещения

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

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

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- на оценку *«отлично»* (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, чётко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельный, 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 чётко, 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.

Показатели и критерии оценивания курсовой работы:

- на оценку *«отлично»* (5 баллов) – в работе полностью раскрыто теоретическое содержание темы, дан анализ действующей практике, содержится творческий подход к решению проблем, сделаны обоснованные предложения, проект оформлен в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, на все вопросы студент дал аргументированные ответы, проявив творческие способности, как в понимании вопросов, так и в изложении ответов.

- на оценку «хорошо» (4 балла) – в работе содержание изложено на высоком теоретическом уровне, правильно сформулированы выводы, проект оформлен в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, предложения представляют интерес, но недостаточно убедительно аргументированы, на все вопросы студент дал правильные ответы.
- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – к работе имеются замечания по содержанию, по глубине проведенного исследования, проект оформлен с соблюдением не всех государственных и отраслевых стандартов, проект доложен неубедительно, не на все предложенные вопросы даны удовлетворительные ответы.
- на оценку «неудовлетворительно» (2 баллов) – курсовая работа не оформлена в соответствии с требованиями государственных и отраслевых стандартов, не прошел процедуру нормоконтроля, работа доложена неубедительно, непоследовательно, нелогично, ответы на поставленные вопросы практически отсутствуют.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся должен полно раскрыть содержание материала в объеме программы дисциплины, чётко и правильно дать определения, привести доказательства на основе математических и логических выкладок, показать навыки исследовательской деятельности. Ответ должен быть самостоятельный, 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 чётко, 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.