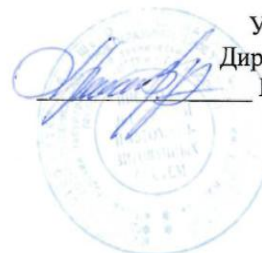




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

13.02.2024 г.

**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  
2024 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  
07.02.2024, протокол № 6

Зав. кафедрой  С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
13.02.2024 г. протокол № 4

Председатель  В.Р. Храшин

Согласовано:  
Зав. кафедрой Физики

 Д.М. Долгушин

Рабочая программа составлена:  
ст. преподаватель кафедры АСУ,  Т.Г. Сухоносова

Рецензент:  
Начальник отдела промышленных киберфизических систем и решений

ЗАО «КонсОМ СКС»  Е.А. Хренов



## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 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 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

## 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 - курсовая работа, зачет с оценкой, экзамен

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. Основы электроники								
1.1 Полупроводниковые приборы	4	1	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 Транзисторы биполярные и полевые		1	2		20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, 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 Интегральные схемы		1			20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работ», 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

1.4 Дистанционные системы передачи сигналов. Передача информационных сигналов по линиям связи.					20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тестовый опрос по разделу.	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		3	4		80			
2. Основы аналоговой схемотехники								
2.1 Усилительные устройства					20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, 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
2.2 Преобразователи аналоговых сигналов	4		2		20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, выполнение курсовой работы	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
2.3 Генераторы электрических сигналов и источники питания электронных устройств					20	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, выполнение курсовой работы	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу			2		60			

3. Основы цифровой схемотехники								
3.1 Основы алгебры логики и логические элементы	4	1	2		25	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, выполнение курсовой работы	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3.2 Триггеры и функциональные устройства					25	Самостоятельное изучение литературы.	Устный опрос	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
3.3 Микропроцессорная техника. ЦАП и АЦП			2		31,4	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе, оформление отчета, выполнение курсовой работы	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тестовый опрос по разделу	ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3
Итого по разделу		1	4		81,4			
Итого за семестр		4	10		221,4		экзамен, заочн	
Итого по дисциплине		4	10		221,4		курсовая работа, зачет с оценкой, экзамен	

## **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 обучение, которое заключается в стимулировании студентов к самостоятельной «добыче» знаний, необходимых для решения конкретной проблемы.

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

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

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

В ходе проведения лекционных занятий предусматривается:

использование электронного демонстрационного материала по современной измерительной технике;

использование электронных учебников по отдельным темам занятий;

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: 15.04.2024). – 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: 15.04.2024). — 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: 15.04.2024). – 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: 15.04.2024). – 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: 15.04.2024). – 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: 26.04.2024). – 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: 15.04.2024). — 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: 15.04.2024). – 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: 15.04.2024). - Текст : непосредственный. 2.

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: 15.04.2024). - 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: 15.04.2024). - 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
Scilab 6.11	свободно распространяемое ПО	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://host.megaprolib.net/MP0109/Web">https://host.megaprolib.net/MP0109/Web</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НИ НЭИКОН)	<a href="https://arch.neicon.ru/xmlui/">https://arch.neicon.ru/xmlui/</a>
Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России	<a href="https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962">https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962</a>
Информационная система - Нормативные правовые акты, организационно-распорядительные документы, нормативные и методические документы и подготовленные проекты документов по технической защите информации ФСТЭК России	<a href="https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053">https://fstec.ru/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/dokumenty-tzi?ysclid=lujknksfy724757053</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт собственности»	<a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	<a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
база данных патентного поиска - база данных Orbit Premium edition	<a href="https://www.orbit.com/">https://www.orbit.com/</a>

### **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	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать вольт-амперную характеристику полупроводникового диода и указать на ней примерные значения параметров в характерных точках характеристики</li> <li>2. Нарисовать вольт-амперную характеристику стабилитрона. Дать определение дифференциального сопротивления стабилитрона на рабочем участке обратной ветви характеристики</li> <li>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</li> <li>4. Область применения полупроводниковых приборов</li> </ol>
2. Исследование характеристик биполярных и полевых транзисторов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарисовать входную, передаточную и выходную характеристики биполярного транзистора</li> <li>2. Дать определение дифференциальных входного и выходного сопротивлений, коэффициента усиления по току, крутизны и их взаимосвязей</li> <li>3. Схемы включения биполярных транзисторов</li> <li>4. Нарисовать передаточную и выходную характеристики полевого транзистора с управляющим р-п – переходом</li> <li>5. Нарисовать передаточную характеристику МДП–транзисторов обеднённого и обогащённого типов, дать определение характерных точек характеристик</li> <li>6. Дать определение крутизны полевого транзистора</li> </ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
3. Интегральный операционный усилитель и его применение в схемах инвертирующего, неинвертирующего и дифференциального усилителей	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чему равны коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления идеального операционного усилителя?</li> <li>2. Что такое напряжение сдвига нуля и чем оно вызвано в усилителе на биполярных транзисторах?</li> <li>3. Нарисовать схемы для измерения коэффициента ослабления синфазного сигнала</li> <li>4. Нарисовать схемы инвертирующего, неинвертирующего, дифференциального усилителей и повторителя напряжения</li> <li>5. Нарисовать схемы для компенсации напряжения сдвига в этих схемах</li> <li>6. Написать формулы для расчёта коэффициента усиления с обратной связью для перечисленных выше схем</li> <li>7. Доказать возможность или невозможность построения дифференциального усилителя, у которого выходной сигнал был бы вдвое больше по отношению к <math>U_2</math> чем к <math>U_1</math></li> </ol>
4. Цифро-аналоговые преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> <li>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 <math>K_{a2}</math>, а <math>R_{o.c.} = R</math></li> <li>2. Назовите два недостатка ЦАП с резистивной цепью с двоично-взвешенными резисторами</li> <li>3. Какому условию должен удовлетворять элементарный делитель напряжения резистивной цепи R-2R?</li> <li>4. В чём недостаток ЦАП с КМОП-инверторами в качестве ключей?</li> <li>5. Нарисовать элементарную ячейку R-2R с МОП-ключами и объяснить функционирование ключей</li> <li>6. Почему при переходе между соседними комбинациями может меняться единичное приращение выходного напряжения <math>q_i</math>?</li> </ol>
5. Аналого-цифровые преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Перечислить методы аналого-цифрового преобразования</li> <li>2. Указать назначение выходных регистров АЦП</li> <li>3. Написать переключательную функцию, описывающую работу приоритетного шифратора</li> <li>4. Сформулируйте условия работы выходного регистра на D-триггерах</li> <li>5. Какой уровень принимает сигнал на выходе компаратора в последовательном АЦП, когда напряжение на его инвертирующем входе превысит напряжение на неинвертирующем?</li> <li>6. Чему равно напряжение обратной связи в последовательном АЦП, если счётчик сброшен в состояние 000?</li> </ol>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
6. Исследование основных схем триггеров	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое триггер?</li> <li>2. Нарисовать логические структуры И-НЕ- и ИЛИ-НЕ-триггеров и сформировать условия их функционирования</li> <li>3. Нарисовать логическую структуру RS-триггера R-, S- и E- типа и вывести их характеристические уравнения</li> <li>4. Нарисовать логическую структуру D-триггера и вывести характеристическое уравнение</li> <li>5. Объяснить, чем отличается функционирование прозрачного и непрозрачного триггера</li> <li>6. Нарисовать логическую структуру T-триггера и вывести характеристическое уравнение</li> <li>7. Нарисовать логическую структуру JK-триггера и вывести характеристическое уравнение</li> <li>8. Объяснить, как функционирует JK-MS-триггер</li> </ol>
7. Исследование цифровых преобразователей перемещения	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое энкодер? Как устроены энкодеры различных типов?</li> <li>2. Как определить угол поворота по данным с импульсного энкодера?</li> <li>3. Приведите временную диаграмму импульсного энкодера.</li> <li>4. Приведите схему и опишите конструкцию импульсного энкодера.</li> <li>5. Как формируется сигнал направления перемещения вала импульсного энкодера?</li> <li>6. Какие физические эффекты используются для формирования импульса в импульсном энкодере?</li> <li>7. Приведите схему и опишите конструкцию абсолютного энкодера. Какой цифровой код формируется в абсолютном энкодере?</li> <li>8. Что такое «разрешающая способность» энкодера? Чем определяется разрешающая способность в импульсном и абсолютном энкодере</li> </ol>

### 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 p-n-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  $100 \text{ мА}$

#### 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 проектирование 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  $I_{\text{max}}=0,04 \text{ А}$ . 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
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач</b>		
<b>УК-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды стандартов. Нормативные документы применяемые для подготовки документации на измерительные системы.</li> <li>2. Методические основы стандартизации. Принципы и методы стандартизации, применяемые к измерительным системам и комплексам.</li> <li>3. Государственная система приборов. Основные классы измеряемых величин.</li> <li>4. Параметрические ряды приборов. Выбор ряда при проектировании измерительной системы.</li> <li>5. Какие обозначения элементов используются в системах проектирования?</li> <li>6. Цели и задачи проектирования измерительной системы</li> <li>7. Порядок подготовки технического задания на проектирование системы. Этапы проектирования измерительной системы.</li> <li>8. Основные задачи, решаемые при проектировании измерительной системы.</li> <li>9. Схема проведения модельного исследования работы измерительной системы.</li> <li>10. Техническое и программное обеспечение САПР</li> <li>11. Методы принятия решений на стадиях проектирования</li> <li>12. Критерии качества проектирования.</li> <li>13. Состав укрупненной структуры измерительного комплекса.</li> </ol>



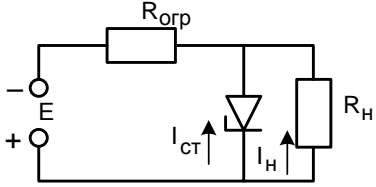
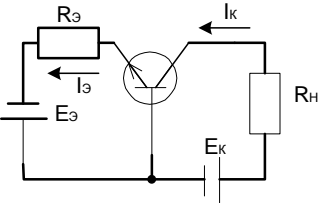
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>14. Датчики физических величин. Разделы кадастра государственной системы приборов.</p> <p><b>Выполнение курсовой работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формирование структуры измерительной системы.</li> <li>2. Декомпозиция структурной схемы.</li> <li>3. Выбор базовых элементов при проектировании измерительной системы.</li> </ol> <p><b>Лабораторный практикум:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Исследование мостов постоянного тока</li> <li>2. Исследование реостатных преобразователей перемещения</li> <li>3. Цифровые преобразователи</li> <li>4. Проектирование измерительного комплекса</li> <li>5. Исследование цифровых преобразователей перемещения</li> <li>6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.</li> </ol>
<p><b>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</b></p>		
<p><b>ОПК-1.1</b></p>	<p>Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 1. Измеряемые величины. Виды измерений</li> <li>2. Полевые транзисторы с рп-переходом, структура, характеристики</li> <li>3. МОП-транзисторы обогащённого и обеднённого типов, зависимости тока стока от напряжения затвор – исток</li> <li>4. Токи электродов в биполярном транзисторе, коэффициент передачи тока эмиттера</li> <li>5. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора в схеме с общей базой</li> <li>6. Входные и выходные характеристики биполярного транзистора в схеме с общим эмиттером</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Определение коэффициента передачи базового тока в схеме с общим эмиттером</li> <li>8. Режимы работы транзистора: активный, отсечки, насыщения</li> <li>9. Динамический режим работы транзистора в схеме с общим эмиттером, усиление входного сигнала</li> <li>10. Полупроводниковый выпрямительный диод и его вольтамперная характеристика</li> <li>11. Полупроводниковый стабилитрон, его вольтамперная характеристика, температурный коэффициент напряжения в зависимости от напряжения стабилизации</li> <li>12. Параметрический стабилизатор напряжения на полупроводниковом стабилитроне, основные соотношения</li> <li>13. Вольтамперные характеристики неуправляемого и управляемого симметричных тиристоров</li> <li>14. Эмиттерный повторитель, схема и характеристики</li> <li>15. Классическая схема токового зеркала и её работа</li> <li>16. Однополупериодный диодный выпрямитель. Среднее и эффективное значения выходного тока. К.П.Д. выпрямителя</li> <li>17. Двухполупериодный выпрямитель. Среднее и эффективное значения выходного тока. К.П.Д. выпрямителя</li> <li>18. Ёмкостный фильтр на выходе выпрямителя. Дать качественную картину мгновенных значений напряжения на выходе выпрямителя и тока диодов</li> <li>19. Включение операционного усилителя в схему неинвертирующего усилителя. Определить коэффициент усиления, входное сопротивление</li> <li>20. Включение операционного усилителя в схему инвертирующего усилителя. Определить коэффициент усиления, входное сопротивление</li> <li>21. Операционный усилитель в схеме дифференциального усилителя Коэффициенты усиления по входам и входные сопротивления</li> <li>22. Принцип работы и основные соотношения для ЦАП с двоично-взвешенными</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>резисторами</p> <p>23. Принцип работы и основные соотношения для ЦАП с резистивной матрицей <math>R - 2R</math></p> <p>24. Принцип работы параллельного АЦП. Основные соотношения для приоритетного шифратора</p> <p>25. АЦП последовательного счёта, классический вариант его схемы, последовательность операций</p> <p>26. Определить переключательные функции двух переменных</p> <p>27. Изложить способы задания переключательных функций</p> <p>28. RS-триггер и его характеристическое уравнение</p> <p>29. D-триггер и его характеристическое уравнение</p> <p>30. T-триггер и его характеристическое уравнение</p> <p>31. JK -триггер и его характеристическое уравнение</p> <p>32. Принципы проектирования синхронных счётных.</p> <p><b>Выполнение курсовой работы:</b> Математическое моделирование работы измерительного преобразователя и отдельных его элементов.</p> <p><b>Лабораторный практикум:</b> 6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.</p>
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету:</b></p> <p>1. Устройства отображения информации в измерительных системах. Функции, классификация.</p> <p>2. Что такое измерительный преобразователь?</p> <p>3. Классификация датчиков физических величин</p> <p>4. Назначение и основной принцип действия генераторных преобразователей</p> <p>5. Схема дифференциального подключения операционного усилителя к генераторному</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>преобразователю</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>6. Схема составного дифференциального усилителя</li> <li>7. Эквивалентная схема датчика тока. Подключение датчика тока к операционному усилителю. Использование Т-моста</li> <li>8. Назначение и характеристики датчиков заряда</li> <li>9. Типы параметрических преобразователей</li> <li>10. Делители напряжения, основные схемы подключения потенциометрических датчиков</li> <li>11. Мосты переменного тока.</li> <li>12. Фоточувствительный выпрямитель</li> <li>13. Подключение датчиков к мостовым схемам, схемы подключения, особенности их применения</li> <li>14. Операционные усилители, назначение, принцип действия. Структурная схема операционного усилителя.</li> <li>15. Параметры операционных усилителей. Передаточная характеристика операционного усилителя.</li> <li>16. Эквивалентная схема операционного усилителя по постоянному току.</li> <li>17. Классификация интегральных операционных усилителей.</li> <li>18. Погрешности операционных усилителей. Методы анализа.</li> <li>19. Виды погрешностей операционных усилителей. Выполнение начальной балансировки операционного усилителя.</li> <li>20. Классификация специализированных операционных усилителей.</li> <li>21. Структура инструментального (измерительного) операционного усилителя.</li> <li>22. Усилители с модуляцией и демодуляцией сигнала</li> <li>23. Прецизионные усилители. Структура и характеристики прецизионных усилителей.</li> <li>24. Компенсация дрейфа нуля в операционных усилителях.</li> <li>25. Программируемые операционные усилители.</li> <li>26. Фильтрация сигналов. Фильтр на операционном усилителе.</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>27. Гальваническая изоляция цепей приемников и источников электрического сигнала</p> <p>28. Виды помех в линиях связи.</p> <p>29. Поперечная помеха, способы борьбы с ней.</p> <p>30. Продольная помеха. Причины появления и способы борьбы с ней.</p> <p>31. Шумы усилительных схем.</p> <p>32. Фотоэлектрические преобразователи</p> <p>33. Тепловые преобразователи</p> <p>34. Тензорезистивные преобразователи</p> <p>35. Пьезоэлектрические преобразователи</p> <p>36. Датчики магнитного поля. Датчики Холла</p> <p>37. Организация работы последовательного асинхронного интерфейса связи</p> <p>38. Организация параллельного интерфейса связи.</p> <p>39. Виды цифровых линий связи. Способы борьбы с помехами в цифровых линиях связи</p> <p>40. Цифроаналоговые преобразователи, структура, принцип работы</p> <p>41. Аналого-цифровые преобразователи, назначение, классификация</p> <p>42. АЦП параллельного преобразования. Принцип работы</p> <p>43. АЦП последовательного приближения</p> <p>44. АЦП интегрирующего типа</p> <p>45. Сигма – дельта АЦП</p> <p>46. Интерфейсы связи</p> <p><b>Примеры практических заданий:</b></p> <p>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?</p> <p>2. Какой тип преобразователя необходимо выбрать для измерения температуры в диапазоне от 0 до 1000 С?</p> <p>3. Произведите расчет ненагруженного моста постоянного тока с выходным сигналом 0-100</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>мв при изменении сопротивления преобразователя от 50 до 70 ом и максимальном токе через преобразователь 20 мА</p> <p>4. Произведите расчет шунта 10 В- 1 В если нагрузка шунта 1кОм, а максимальный ток 20 мА</p> <p>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%.</p> <p>6. Сплавной Ge p-n-переход с концентрацией <math>N_D = 10^3 \cdot N_A</math>, причем на каждые <math>10^8</math> атомов Ge приходится 1 атом акцепторной примеси. <u>Определить</u>: контактную разность потенциалов при <math>T = 300</math> К (концентрация атомов Ge <math>N = 4,4 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-3}</math>, ионизованных атомов <math>n_i = 2,5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-3}</math>)</p> <p>7. Для стабилизации напряжения на нагрузке (рис) используется стабилитрон, <math>U_{СТ} = 10\text{В}</math>. Определить допустимые пределы изменения,питающего <math>U</math>, если <math>I_{СТ,МАХ} = 30 \text{ мА}</math>, <math>I_{СТ,МИН} = 1 \text{ мА}</math>, <math>R_H = 1 \text{ кОм}</math>, <math>R_{ОР} = 0,5 \text{ кОм}</math></p>  <p>8. В схеме на рис. <math>R_Э = 5 \text{ кОм}</math>, <math>R_Н = 10 \text{ кОм}</math>, <math>E_Э = 10 \text{ В}</math>, <math>E_К = 30 \text{ В}</math>. Определить <math>U_{КБ}</math></p> 

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p><b>Выполнение курсовой работы:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме.</li><li>2. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации.</li><li>3. Формирование электрических принципиальных схем отдельных элементов.</li></ol> <p><b>Лабораторный практикум.</b></p>

## **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.