



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
С.И. Лукьянов

26.02.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
СХЕМОТЕХНИКА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

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

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Автоматизированных систем управления
Курс	4
Семестр	7

Магнитогорск
2020 год

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Автоматизированных систем управления

12.02.2020, протокол № 6

Зав. кафедрой _____ С.М. Андреев

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.02.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Согласовано:

Зав. кафедрой Физики

_____ М.Б. Аркулис

Рабочая программа составлена:

зав. кафедрой АСУ, канд. техн. наук _____ С.М. Андреев

Рецензент:

зам. директора ЗАО "КонсОМ СКС" , канд. техн. наук
_____ Ю.Н. Волцуков



Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 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 2022 - 2023 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 2023 - 2024 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 2024 - 2025 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 Схемотехника измерительных устройств входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

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

Метрология и средства измерений

Аналоговые измерительные устройства

Цифровые измерительные устройства

Основы электроники

Физические основы получения информации

Компьютерные технологии в приборостроении

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

Организация систем управления и диагностики

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Схемотехника измерительных устройств» 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 общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании
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 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 56 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 2 акад. часов
- самостоятельная работа – 52 акад. часов;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Современные тенденции развития измерительной техники и средств измерения								
1.1 Структура измерительного комплекса, назначение и функции базовых компонентов	7	2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.2 Государственная система приборов, классификация измерительных преобразователей		2	4/2И		2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №1 «Исследование мостов постоянного тока», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.2, ОПК-1.3
1.3 Нормирующие преобразователи. Передача информационных сигналов по линиям связи. Помехи в цепях передачи информационных сигналов.		1	4/2И		2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №2 «Исследование реостатных преобразователей перемещения», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.2, ОПК-1.3

1.4 Способы передачи цифровых сигналов. Борьба с помехами в цифровых линиях связи		1	4/2И		2	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №3 «Цифровые преобразователи», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе, тестовый опрос по разделу.	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.2, ОПК-1.3
Итого по разделу		6	12/6И		8			
2. Порядок проектирования измерительных преобразователей								
2.1 Требование и структура технического задания, нормативные документы		2	4/1И		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №4 «Проектирование структурной схемы измерительного комплекса», (часть 1 Техзадание), оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.2, ОПК-1.3
2.2 Системы проектирования. Порядок подготовки графической части. Специализированное программное обеспечение подготовки конструкторской документации	7	2	4/1И		1	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	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.3
2.3 Принципиальные электрические схемы устройств. Внешние цепи. Выбор базовых элементов измерительного комплекса		2	4/1И		1	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	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.3

Итого по разделу	6	12/3И		3			
3. Цифровые измерительные системы							
3.1 Типы цифровых измерительных систем, алгоритмы их функционирования	2	6/2И		1	Самостоятельное изучение литературы. Подготовка к лабораторной работе №5 «Исследование цифровых преобразователей перемещения», оформление отчета	Устный опрос, отчет по лабораторной работе	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.3
3.2 Виды интерфейсов связи, способы передачи цифровой информации	2			3	Самостоятельное изучение литературы.	Устный опрос	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.3
3.3 Модели цифровых систем. Исследование работы цифровых измерительных систем по моделям	2	6/3И		1	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	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.3
Итого по разделу	6	12/5И		5			
Итого за семестр	18	36/14И		16		зао,кр	
Итого по дисциплине	18	36/14И		52		курсовая работа, зачет с оценкой	

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 (модуля)

а) Основная литература:

1. Муханин, Л. Г. Схемотехника измерительных устройств : учебное пособие / Л. Г. Муханин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 284 с. — ISBN 978-5-8114-0843-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/111201> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Сажин, С. Г. Средства автоматического контроля технологических параметров : учебник / С. Г. Сажин. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1644-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/50683> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Андреев, С. М. Принципы построения и организации комплексов технических средств в системах автоматического управления. Курс лекций : учебное пособие / С. М. Андреев. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл.

с титул. экрана. - URL:
<https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=920.pdf&show=dcatalogues/1/1118913/920.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный.
- Сведения доступны также на CD-ROM.

б) Дополнительная литература:

1. Ким, К. К. Средства электрических измерений и их поверка : учебное пособие / К. К. Ким, Г. Н. Анисимов, А. И. Чураков ; под редакцией К. К. Кима. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-3031-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/107287> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

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

5. Афанасьев, А. А. Физические основы измерений и эталоны : учеб. пособие / А.А. Афанасьев, А.А. Погонин. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 246 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — www.dx.doi.org/10.12737/textbook_598da02128e609.60046688. - ISBN 978-5-16-012858-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/882396> (дата обращения: 21.09.2020). — Режим доступа: по подписке.

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

в) Методические указания:

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

2. 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 Магнитогорск. гос. техн. ун-та, 2012. – 16 с. – Текст: непосредственный.

3. Артамонов, Ю. С. Технические средства автоматизации: лабораторный практикум / Ю. С. Артамонов; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1334.pdf&show=dcatalogues/1/1123638/1334.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

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). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=919.pdf&show=dcatalogues/1/1118>

[907/919.pdf&view=true](#) (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows XP Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2003 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Autodesk AutoCad Electrical 2011 Master Suite	К-526-11 от 22.11.2011	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com

Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Scopus»	http://scopus.com
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний Springer Protocols	http://www.springerprotocols.com/
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	http://zbmath.org/
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный консорциум» (НИП НЭИКОИ)	https://archive.neicon.ru/xmlui/
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга SpringerMaterials	http://materials.springer.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа: мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория электроники и общей электротехники (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»).

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, в том числе выполнения курсовой работы,: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

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

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: стеллажи для хранения учебно-методической документации.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Схемотехника измерительных устройств» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение лабораторных работ и отчетов по полученным результатам, а также устный опрос о порядке выполнения лабораторной работы, полученным умениям и навыкам.

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
1. Исследование мостов постоянного тока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите схему подключения измерительных преобразователей в мост постоянного тока? 2. Приведите схему нагруженного моста 3. Запишите выражения для расчета выходного сигнала для ненагруженного моста? 4. Приведите эквивалентную схему и выражения для расчета выходного сигнала нагруженного моста 5. Поясните алгоритм расчета моста. 6. Какие характеристики указываются в качестве исходных при расчете моста? 7. Что называется чувствительностью моста? 8. Приведите схему подключения измерительных преобразователей по трех-проводной схеме? Для каких целей используется трехпроводная схема?
2. Исследование реостатных преобразователей перемещения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие основные характеристики имеют измерительные преобразователи механических величин? 2. Какие физические величины относятся к механическим в соответствии с ГСП? 3. Что такое чувствительность измерительного преобразователя? Приведите формулу для расчета чувствительности? 4. Чем характеризуется скорость преобразования? 5. Как определить аддитивную и мультипликативную погрешность измерительных преобразователей? 6. Приведите схемы подключений реостатных преобразователей перемещения? Какие статические характеристики для разных схем подключения? 7. Приведите функциональные зависимости выходного сигнала реостатного преобразователя от угла поворота.
3. Цифровые преобразователи	<ol style="list-style-type: none"> 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 K_{a2}, 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?

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
	<p>5. Приведите схему элементарной ячейки R-2R с МОП-ключами и объясните функционирование ключей</p> <p>6. Почему при переходе между соседними комбинациями может меняться единичное приращение выходного напряжения q_i?</p> <p>7. Перечислите методы аналого-цифрового преобразования</p> <p>8. Указать назначение выходных регистров АЦП</p> <p>9. Запишите переключательную функцию, описывающую работу приоритетного шифратора.</p> <p>10. Сформулируйте условия работы выходного регистра на D-триггерах.</p> <p>11. Какой уровень принимает сигнал на выходе компаратора в последовательном АЦП, когда напряжение на его инвертирующем входе превысит напряжение на неинвертирующем?</p> <p>12. Чему равно напряжение обратной связи в последовательном АЦП, если счётчик сброшен в состояние 000?</p> <p>13. Приведите статическую характеристику цифрового преобразователя.</p> <p>14. Перечислите основные типы АЦП, приведите алгоритмы преобразования.</p>
4. Проектирование измерительного комплекса	<p>1. Приведите обобщенную структуру измерительной системы.</p> <p>2. На какие виды подразделяют ИС по структурному построению?</p> <p>3. Какие существуют способы построения структурных схем ИС</p> <p>4. Какие интерфейсы связи применяются в ИС</p> <p>5. Что такое контроллер внешних устройств? Какие функции он выполняет?</p> <p>6. Какие виды обмена используются в информационных системах?</p> <p>7. Какие основные элементы технического задания на проектирование измерительной системы? Дайте краткое описание содержания основных пунктов технического задания.</p> <p>8. Какими основными нормативными документами следует пользоваться при подготовке технического задания на проектирование измерительной системы?</p> <p>9. Что входит в комплект технической документации на проектирование измерительной системы?</p> <p>10. Что входит в базовые компоненты промышленной измерительной системы? Какие функции базовых компонентов? Как производится выбор базовых компонентов при проектировании измерительной системы?</p> <p>11. Чему равны коэффициент усиления, входное и выходное сопротивления идеального операционного усилителя?</p> <p>12. Приведите схемы инвертирующего, неинвертирующего, дифференциального усилителей и повторителя напряжения.</p>

Перечень лабораторных работ	Вопросы к защите
5. Исследование цифровых преобразователей перемещения	<ol style="list-style-type: none"> 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?
6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие стандартные скорости передачи для асинхронных режимов работы интерфейса. 2. Какие существуют стандарты последовательного интерфейса? Приведите схемы реализации физического уровня для различных стандартов 3. В чем достоинство дифференциальных способов организации передачи цифровых данных? Приведите схему дифференциальной линии в последовательном интерфейсе. 4. Приведите структуру передаваемого цифрового слова при асинхронной последовательной передаче. Какие функции выполняют служебные биты? Приведите функцию для каждого служебного бита. 5. Как производится синхронизация приемника и передатчика при асинхронной передаче? 6. Какое основное достоинство асинхронной последовательной передачи перед параллельной и синхронной? 7. Что является физическим носителем информации в сетях при последовательной передаче? 8. Как определяется наличие помехи в передаче цифровых сигналов? Какие методы используются для исправления цифрового сигнала с помехой? 9. Приведите алгоритм кодов Хеминга. Приведите пример поиска неверно принятого бита в цифровом слове.

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 $I_{\text{max}}=0,04$ 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
УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач		
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Выполнение курсовой работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Формирование структуры измерительной системы. 2. Декомпозиция структурной схемы. 3. Выбор базовых элементов при проектировании измерительной системы. <p>Лабораторный практикум:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Исследование мостов постоянного тока

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		2. Исследование реостатных преобразователей перемещения 3. Цифровые преобразователи 4. Проектирование измерительного комплекса 5. Исследование цифровых преобразователей перемещения 6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.
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	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите математическое описание работы мостовой схемы. Математическое описание работы нагруженного и ненагруженного моста. 2. Функция нормирующего преобразователя 3. Математическое описание фильтра низких частот 4. Математическое описание распространения и подавления помех в линиях связи 5. Математическая модель передачи цифровой информации при асинхронной последовательной передаче. 6. Математическая модель аналого-цифрового преобразователя (для различных типов преобразователей) 7. Математическая модель цифро-аналогового преобразователя 8. Математическое моделирование работы первичного измерительного преобразователя (теплового, тензометрического, реостатного). 9. Математическая модель импульсного энкодера. <p>Выполнение курсовой работы: Математическое моделирование работы измерительного преобразователя и отдельных его элементов.</p> <p>Лабораторный практикум:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация датчиков физических величин

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>2. Назначение и основной принцип действия генераторных преобразователей</p> <p>3. Назначение и характеристики датчиков заряда</p> <p>4. Типы параметрических преобразователей</p> <p>5. Фоточувствительный выпрямитель</p> <p>6. Фотоэлектрические преобразователи</p> <p>7. Тепловые преобразователи</p> <p>8. Тензорезистивные преобразователи</p> <p>9. Пьезоэлектрические преобразователи</p> <p>10. Датчики магнитного поля. Датчики Холла</p> <p>Примеры практических заданий для зачета:</p> <p>1. Какой тип преобразователя необходимо выбрать для измерения температуры в диапазоне от 0 до 1000 °С?</p> <p>2. Рассчитайте абсолютную погрешность магниточувствительного датчика Холла, если известны следующие характеристики: номинальный зазор 8 мм, рабочий зазор 0..20 мм, гистерезис не превышает 10%.</p> <p>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</p> <p>Выполнение курсовой работы:</p> <p>1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме.</p> <p>2. Обоснование выбора датчика и описание его принципа действия, характеристик и конструктивного исполнения.</p> <p>Лабораторный практикум.</p> <p>1. Исследование мостов постоянного тока</p> <p>2. Исследование реостатных преобразователей перемещения</p> <p>4. Проектирование измерительного комплекса</p>
ОПК-1.3	Применяет общинженерные знания, в инженерной деятельности	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <p>1. Устройства отображения информации в измерительных системах. Функции, классификация.</p> <p>2. Что такое измерительный преобразователь?</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>3. Схема дифференциального подключения операционного усилителя к генераторному преобразователю</p> <p>4. Схема составного дифференциального усилителя</p> <p>5. Эквивалентная схема датчика тока. Подключение датчика тока к операционному усилителю. Использование Т-моста</p> <p>6. Делители напряжения, основные схемы подключения потенциметрических датчиков</p> <p>7. Мосты переменного тока.</p> <p>8. Подключение датчиков к мостовым схемам, схемы подключения, особенности их применения</p> <p>9. Операционные усилители, назначение, принцип действия. Структурная схема операционного усилителя.</p> <p>10. Параметры операционных усилителей. Передаточная характеристика операционного усилителя.</p> <p>11. Эквивалентная схема операционного усилителя по постоянному току.</p> <p>12. Классификация интегральных операционных усилителей.</p> <p>13. Погрешности операционных усилителей. Методы анализа.</p> <p>14. Виды погрешностей операционных усилителей. Выполнение начальной балансировки операционного усилителя.</p> <p>15. Классификация специализированных операционных усилителей.</p> <p>16. Структура инструментального (измерительного) операционного усилителя.</p> <p>17. Усилители с модуляцией и демодуляцией сигнала</p> <p>18. Прецизионные усилители. Структура и характеристики прецизионных усилителей.</p> <p>19. Компенсация дрейфа нуля в операционных усилителях.</p> <p>20. Программируемые операционные усилители.</p> <p>21. Фильтрация сигналов. Фильтр на операционном усилителе.</p> <p>22. Гальваническая изоляция цепей приемников и источников электрического сигнала</p> <p>23. Виды помех в линиях связи.</p> <p>24. Поперечная помеха, способы борьбы с ней.</p> <p>25. Продольная помеха. Причины появления и способы борьбы с ней.</p> <p>26. Шумы усилительных схем.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>27. Организация работы последовательного асинхронного интерфейса связи</p> <p>28. Организация параллельного интерфейса связи.</p> <p>29. Виды цифровых линий связи. Способы борьбы с помехами в цифровых линиях связи</p> <p>30. Цифроаналоговые преобразователи, структура, принцип работы</p> <p>31. Аналого-цифровые преобразователи, назначение, классификация</p> <p>32. АЦП параллельного преобразования. Принцип работы</p> <p>33. АЦП последовательного приближения</p> <p>34. АЦП интегрирующего типа</p> <p>35. Сигма – дельта АЦП</p> <p>36. Интерфейсы связи</p> <p>Примеры практических заданий для зачета:</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. Произведите расчет шунта 10 В- 1 В если нагрузка шунта 1кОм, а максимальный ток 20 мА</p> <p>3. 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>Выполнение курсовой работы:</p> <p>1. Сбор исходных данных для формирования структуры информационной системы по заданной теме.</p> <p>2. Оформление курсовой работы в соответствии с требованиями подготовки технической документации.</p> <p>3. Формирование электрических принципиальных схем отдельных элементов.</p> <p>Лабораторный практикум.</p> <p>1. Исследование мостов постоянного тока</p> <p>2. Исследование реостатных преобразователей перемещения</p> <p>3. Цифровые преобразователи</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		4. Проектирование измерительного комплекса 5. Исследование цифровых преобразователей перемещения 6. Построение модели и исследование работы асинхронной последовательной передачи цифровых сигналов.

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.

Зачет проводится в устной форме по теоретическим вопросам и задачам.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

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

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

– на оценку *«удовлетворительно»* (3 балла) – обучающийся должен усвоить основное содержание материала. При ответе определения и понятия даны не 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 *«не зачтено»* (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.