



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИЭС
И.Ю. Мезин

31.01.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Направление подготовки (специальность)
12.03.01 Приборостроение

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

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
*Семестр	6

Магнитогорск
2023 год

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

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

Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Председатель _____ И.Ю. Мезин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры физики, канд. техн. наук _____ М.В. Вечеркин

Рецензент:

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

Лист актуализации рабочей программы

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

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

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ М.Б. Аркулис

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины формирование профессиональных знаний и навыков в области цифровых измерительных устройств (ЦИУ), путем изучения основных видов, методов, средств измерений, способностью осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения задач практического использования ЦИУ, способностью применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства цифровых приборов и комплексов.

Достижение цели требует решения следующих основных задач:

- ознакомление студентов с основными принципами аналого-цифрового и цифро-аналогового преобразования электрических сигналов;
- изучение элементной базой цифровой электроники и принципы построения типовых цифровых узлов измерительной аппаратуры;
- ознакомление с типовыми структурами ЦИУ, их основными особенностями, достоинствами и недостатками, рациональном использовании цифровых средств измерений электрических величин;
- получение знаний о правильном выборе методов и средств цифровых измерений в соответствии с требуемыми характеристиками, составлении структурных, функциональных и принципиальных схем цифровых измерительных приборов;
- ознакомление с основными принципами проектирования, методами расчета и анализа погрешностей ЦИУ, как в целом, так и отдельных узлов.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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

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

Физика

Физические основы получения информации

Теоретические основы электротехники

Учебная - практика по получению первичных профессиональных умений и навыков

Математика

Аналоговые измерительные устройства

Метрология и средства измерений

Основы электроники

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

Приборы и методы вихретокового контроля

Приборы и методы радиационного контроля

Схемотехника измерительных устройств

Основы теории автоматического управления

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Программирование микроконтроллеров

Методы обработки информации

Обработка экспериментальных данных на ЭВМ

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов
УК-1.3	При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и 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 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 73,5 акад. часов;
- аудиторная – 68 акад. часов;
- внеаудиторная – 5,5 акад. часов;
- самостоятельная работа – 34,8 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - курсовой проект, экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Общие вопросы цифровой техники								
1.1 Основные понятия, термины и определения. Аналоговые и дискретные величины, их основные различия. Дискретизация аналоговых величин по времени и квантование по уровню. Степень дискретизации и ступень квантования.	6	2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	УК-1.1
1.2 Преимущества измерения дискретных физических величин. Возможность восстановления аналогового сигнала по его дискретным значениям. Ступенчатая и кусочно-линейная аппроксимация. Теорема Котельникова.		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	УК-1.2
1.3 Логические элементы и функции. Схемные особенности логических элементов.		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	УК-1.3 ОПК-1.1
Итого по разделу		6	6		6			
Итого за семестр		34	34		34,8		экзамен,кп	
2. Системы исчисления и коды, применяемые в ЦИУ								
2.1 Единичная, двоичная, десятичная и двоично-десятичная система исчисления.	6					Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	УК-1.3

2.2 Разновидности кодов, применяемых в ЦИУ: единичный, двоичный, десятичный, двоично-десятичный, код Грея.					Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	УК-1.3 ОПК-1.2	
2.3 Последовательный и параллельный коды. Неоднозначность кодов.					Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	УК-1.3 ОПК-1.3	
Итого по разделу								
Итого за семестр		0	0	0				
3. Цифровые комбинационные схемы								
3.1 Мультиплексирование и демultipлексирование цифровых сигналов. Цифровой мультиплексор и демultipлексор.	6	2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	УК-1.1 ОПК-1.1
3.2 Шифраторы. Дешифраторы. Преобразователи кодов.		2	2		2	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	УК-1.2 ОПК-1.2
3.3 Увеличение разрядности мультиплексоров и демultipлексоров.		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	УК-1.3 ОПК-1.1
Итого по разделу		6	6		6			
4. Цифровые последовательностные схемы								
4.1 Триггеры: общие сведения и классификация; RS-триггер; D-триггер; JK-триггер; T-триггер.	6	2	2		2	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	УК-1.3 ОПК-1.2
4.2 Регистры: общие сведения и классификация; параллельные регистры; последовательные регистры; универсальные регистры		2	2			Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	УК-1.2 ОПК-1.3
4.3 Счетчики: общие сведения и классификация; двоичные асинхронные счетчики; двоичные вычитающие асинхронные счетчики; синхронные счетчики; синхронные двоичные счетчики.		2	2		2	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	УК-1.3 ОПК-1.2
Итого по разделу		6	6		4			
5. Цифровая отсчетные устройства (ЦОУ)								

5.1 Обобщенная структура ЦОУ. Статическая и динамическая индикация.	6	2	2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	УК-1.1 ОПК-1.1
5.2 Основные варианты цифровых индикаторов, схемы включения		2	2		4	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	УК-1.2 ОПК-1.3
Итого по разделу		4	4		8			
6. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и аналогово-цифровые преобразователи (АЦП)								
6.1 Биполярный ЦАП. Четырехквadrантный ЦАП.	6	2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы	Устный опрос.	УК-1.1 ОПК-1.2
6.2 АЦП поразрядного уравнивания (последовательных приближений)		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	УК-1.1 ОПК-1.3
6.3 АЦП параллельного типа		2	2		2	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта.	Устный опрос. Проверка конспекта.	УК-1.3 ОПК-1.3
Итого по разделу		6	6		6			
7. Цифровые измерительные приборы								
7.1 Классификация цифровых измерительных приборов. Приборы прямого преобразования последовательного счета: частотомеры, измерители пери-ода, фазометры, вольтметры.	6	1			1	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	УК-1.3 ОПК-1.1
7.2 Цифровые вольтметры среднего и действующего значений переменного напряжения.		2	2		1	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	УК-1.3 ОПК-1.3
7.3 Цифровые осциллографы, регистраторы, самописцы, измерители RLC.		2	2		2	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	УК-1.2 ОПК-1.1
7.4 Приборы следящего и развертывающего уравнивания: вольтметры следящего уравнивания, частотомеры, следящие цифровые мосты переменного тока, электронные цифровые вольт-метры мгновенных значений.		1	2		0,8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	УК-1.3 ОПК-1.1
Итого по разделу		6	6		4,8			
8. Экзамен								

8.1 Экзамен	6						
Итого по разделу							
Итого за семестр	34	34		34,8		экзамен,кп	
Итого по дисциплине	34	34		34,8		курсовой проект, экзамен	

5 Образовательные технологии

Для освоения дисциплины используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

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

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

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

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

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

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

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

Результаты обучения контролируются экзаменом и курсовым проектом

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. Умняшкин, С. В. Основы теории цифровой обработки сигналов: учебное пособие / С. В. Умняшкин. — 4-е изд., испр. — Москва: Техносфера, 2018. — 528 с. — ISBN 978-5-94836-508-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110978> (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авто-риз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Аверченков, О. Е. Основы схемотехники аналого-цифровых устройств : учебное пособие / О. Е. Аверченков. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 80 с. — ISBN 978-5-94074-350-7. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4139> (дата обращения: 08.11.2020). — Режим доступа: для авто-риз. пользователей.

2. Вострокнутов, Н. Н. Цифровые электроизмерительные приборы : учебное пособие / Н. Н. Вострокнутов. — Москва : АСМС, 2011. — 64 с. — ISBN 978-5-93088-108-0. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/69312> (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авто-риз. пользователей.

3. Оппенгейм, А. Цифровая обработка сигналов [Электронный ресурс]: учебник

/ А. Оппенгейм, Р. Шафер. — Электрон. дан. — Москва : Техносфера, 2012. — 1048 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73524>. (дата обращения: 05.10.2020). — Режим до-ступа: для авториз. пользователей.

4. Микросхемы АЦП и ЦАП [Электронный ресурс]: справочник. — Электрон. дан. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60969>. (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Лепявко, А.П. Поверка цифровых приборов для измерения температуры [Электрон-ный ресурс]: учебное пособие / А.П. Лепявко. — Электрон. дан. — Москва : АСМС, 2006. — 60 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/69319>. (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Авдеева, Д.К. Преобразование измерительных сигналов [Электронный ресурс]: учебное пособие / Д.К. Авдеева. — Электрон. дан. — Томск: ТПУ, 2011. — 128 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/10292>. (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Вознесенский, А.С. Электроника и измерительная техника. [Электронный ресурс] / А.С. Вознесенский, В.Л. Шкуратник. — Электрон. дан. — М.: Горная книга, 2008. — 480 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3472> (дата обращения: 05.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Корнилова, И. Г. Технические измерения и приборы : лабораторный практикум / И. Г. Корнилова, В. В. Гребенникова, А. И. Сергеев ; МГТУ, каф. ПКиСУ. - Магнитогорск, 2010. - 129 с. : ил. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=331.pdf&show=dcatalogues/1/1071836/331.pdf&view=true> (дата обращения: 23.10.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Электроника"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/

Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: http://window.edu.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория 388, 394 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации

Лабораторная аудитория 179 Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: многофункциональный лабораторный стенд; двухканальный осциллограф GOS620; мультиметры цифровые APPA-102; многопредельный магазин сопротивлений; многопредельный магазин емкостей; многопредельный магазин индуктивностей; генератор многофункциональный; регулируемый источник питания постоянного тока; регулируемый источник питания переменного тока.

Лабораторная аудитория 193 Узлы и элементы радиотехнических устройств: аналоговый вольтметр; многопредельный аналоговый милливольтметр; аналоговый амперметр; многопредельный аналоговый миллиамперметр; мультиметр аналоговый; измерительный мост постоянного тока; измерительный мост переменного тока; усилитель низкочастотный; частотомер.

Инструменты и приборы: паяльная станция и расходные материалы для пайки; осциллограф аналоговый двухканальный GOS620FG; осциллограф цифровой двухканальный DSO2020; генератор многофункциональный; лабораторный автотрансформатор.

Межкафедральная лабораторная аудитория 454 Лабораторные установки, измерительные приборы для выполнения лабораторных работ: многофункциональный лабораторный стенд «Физические основы электроники»; многофункциональный лабораторный стенд «Электроника»; двухканальный осциллограф GOS620;

мультиметр; лабораторная установка для изучения активных фильтров.

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет.

Учебные аудитории 182, 183, 185, 188, 198 Доска, мультимедийный проектор, экран.

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Компьютерные классы, включающие персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab; читальные залы библиотеки

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

Приложение 1

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

По дисциплине предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

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

Лабораторные работы

1. Изучение способов задания логических уровней, сигналов и их индикации.
2. Изучение основных и базовых логических элементов.
3. Изучение ЦАП на основе матрицы R-2R.
4. Изучение параллельного АЦП и схемы выборки-хранения:
5. Измерение параметров импульсных периодических сигналов с помощью цифрового осциллографа.
6. Измерение частоты вращения ротора двигателя с помощью оптического импульсного датчика.

Практические задания

1. Расчет погрешностей измерений электрических величин при использовании цифрового мультиметра.
2. Расчет дополнительного сопротивления к измерительному механизму магнитоэлектрического типа для построения вольтметра постоянного тока.
3. Возможности современных математических пакетов (Excel, Matchcad, Matlab) для расчета и анализа измерительных цепей и устройств.
4. Подготовка к работе, настройка и калибровка цифрового осциллографа.
5. Определение параметров периодических сигналов с помощью цифрового осциллографа. Определение сдвига фаз двух периодических сигналов.
6. Качественное определение влияния частоты дискретизации на достоверность отображения исследуемого сигнала.
7. Качественное определение влияния разрядности осциллографа на достоверность отображения исследуемого сигнала.

Типовые темы курсовых проектов

1. Цифровой термометр с термоэлектрическим измерительным преобразователем в диапазоне $-20...+400$ °С.
2. Цифровой термометр с резистивным измерительным преобразователем в диапазоне $0...+200$ °С.
3. Цифровой силоизмеритель с тензорезисторным измерительным преобразователем в диапазоне $1...10$ кН.
4. Цифровой измеритель общего уровня вибрации (СКЗ виброскорости) для мониторинга состояния турбомеханизмов.
5. Цифровая система регистрации электрических и температурных параметров обжиговой печи сопротивления.

Вопросы к защите тем

Раздел 1

1. Дать определения (в соответствии с ГОСТом) аналоговой и дискретной величинам.

2. Что такое дискретизация, шаг дискретизации?
3. Что такое квантование, ступень квантования?
4. Пояснить процессы дискретизации и квантования графически.
5. Дать пояснения об аппроксимации непрерывной функции.
6. Какие виды аппроксимации применяются при дискретном представлении непрерывных величин?
7. Для каких непрерывных сигналов применима теорема Котельникова?

Раздел 2

1. Представить десятичные числа от 0 до 10 в различных системах исчисления.
2. Почему считается код Грея помехозащищенным?
3. Как образуется двоично-десятичный код?
4. Что такое неоднозначность кодов?
5. Как представляются числа в различных системах при известном числе разрядов?

Раздел 3

1. Назвать разновидности триггеров в интегральном исполнении.
2. Как составить двоичный счетчик из триггеров?
3. Привести диаграмму работы счетчика.
4. Зачем нужны преобразователи двоичного кода в двоично-десятичный?
5. Пояснить на временных диаграммах работу дешифратора.
6. Объяснить работу регистров.
7. Пояснить на конкретных примерах триггеров назначение входов и работу устройств в данных режимах.
8. Назвать емкость триггера, как счетчика импульсов.

Раздел 4

1. Назвать основные характеристики цифровых индикаторов.
2. Какие индикаторы имеют наименьшую потребляемую мощность?
3. Объяснить принцип работы известных индикаторов.
4. Каким образом подключить газоразрядный индикатор к счетчику?
5. Пояснить сущность динамической индикации.

Раздел 5

1. Почему АЦП двухтактного интегрирования называют преобразователем напряжения-время?
2. Как задается время первого такта?
3. Как уменьшается влияние сетевой помехи на преобразование в АЦП двухтактного интегрирования?
4. Каким образом уменьшается время преобразования в АЦП поразрядного уравнивания?
5. Вывести уравнение преобразования для АЦП двухтактного интегрирования.
6. Привести функциональную схему АЦП следящего уравнивания.

Раздел 6

1. Назовите основные элементы ЦАП.
2. В чем состоит основной принцип преобразования кода в напряжение?
3. Какие ПКН относятся к линейным?
4. Какие ПКН имеют погрешность от нелинейности?
5. Какие особенности имеют токовые ПКН и ПКН напряжения?
6. Получить уравнения преобразования для всех вышеперечисленных ПКН.
7. Привести электрические схемы токовых преобразователей код-напряжение.
8. Привести схемы ПКН напряжения.

Раздел 7

1. Объяснить погрешность от дискретизации непрерывной величины, например, время, частота, напряжение и т.д.

2. Назвать статические составляющие погрешностей.
3. Назвать динамические составляющие погрешностей.

Раздел 8

1. Объяснить принцип работы АВП последовательного действия, разновидности алгоритмов работы, функциональные схемы, характеристики и применение.
2. Объяснить принцип работы АВП параллельного действия, разновидности алгоритмов работы, функциональные схемы, характеристики и применение.

Раздел 9

1. Объяснить по функциональной схеме работу вольтметра постоянного тока двухтактного интегрирования.
2. Как записывается уравнение преобразования частотомера прямого действия?
3. Какие погрешности имеют приборы прямого преобразования?
4. Рассмотреть работу цифрового фазометра средних значений.
5. Рассмотреть работу цифрового фазометра мгновенных значений.
6. Написать уравнения, описывающих работу приборов, использующих апериодические затухания в цепях.
7. Привести функциональные схемы вольтметров переменного тока.
8. Пояснить работу цифрового моста переменного тока.

Индивидуальные контрольные задания

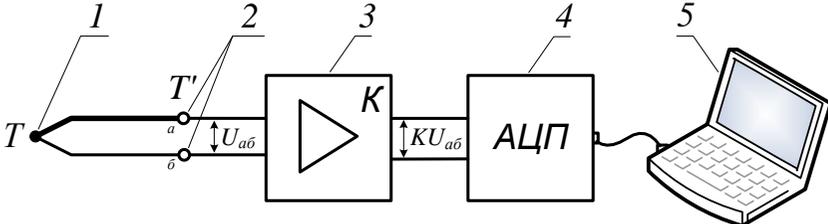
1. Привести схемы и пояснить принцип работы, таблицы истинности триггеров, счетчиков, регистров сдвига, дешифраторов и цифровых индикаторов.
2. Разработка вольтметра постоянного тока на заданное входное напряжение.
3. Описание диаграмм работы АЦП поразрядного уравнивания и АЦП считывания.
4. Расчет и описание работы преобразователей код-напряжение: а) последовательного типа; б) параллельного типа; в) суммирования токов; г) R-2R (токовый); д) R-2R (напряжения).
5. Разработка измерителя частоты, периода, фазового сдвига
6. Разработка вольтметра переменного тока на три предела измерения.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
УК-1.1	Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, рассматривает и предлагает возможные варианты решения поставленной задачи, оценивая их достоинства и недостатки	<p>Типовое задание</p> <p>1. Подготовьте обзор современных быстродействующих интегральных АЦП разрядностью 8 бит. Представьте обзор в виде презентации с указанием фирмы-производителя, схем включения, основных характеристик. Проведите сравнительный анализ представленных микросхем.</p> <p>2. Подготовьте обзор современных интегральных ЦАП разрядностью 8 бит. Представьте обзор в виде презентации с указанием фирмы-производителя, схем включения, основных характеристик. Проведите сравнительный анализ представленных микросхем.</p>
УК-1.2	Определяет, интерпретирует и ранжирует информацию, требуемую для решения поставленной задачи; осуществляет поиск информации по различным типам запросов	<p>Типовое задание к курсовому проекту</p> <p>Разработайте цифровой измерительный комплекс для непрерывного мониторинга электрических координат технологического объекта*. Комплекс должен обеспечивать контроль, отображение и непрерывную запись действующих значений токов и напряжений объекта.</p> <p>Сформируйте структуру измерительного комплекса.</p> <p>Выберите измерительные средства, обеспечивающие возможность синхронного контроля токов объекта.</p> <p>Выберите измерительные средства, обеспечивающие возможность синхронного контроля напряжений объекта.</p> <p>Рассчитайте преобразователи мгновенных значений напряжения и тока в действующие значения.</p> <p>Рассчитайте минимально необходимую разрядность и частоту дискретизации АЦП. Выберите современный интегральный АЦП, соответствующий рассчитанным параметрам.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Составьте функциональную схему измерительного комплекса. * объект задаётся преподавателем</p>
УК-1.3	<p>При обработке информации отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок, формирует собственные мнения и суждения, аргументирует свои выводы и точку зрения</p>	<p>Пример типового задания</p> <p>Для приведенной на рисунке структуры выберите первичные преобразователи, нормирующие преобразователи и вторичные измерительные приборы ведущих фирм-производителей для регистрации температуры и давления объекта*. Вторичный измерительный прибор должен обеспечивать отображение текущих значений измеряемых параметров, а так же запись и сохранение значений параметров.</p> <p style="text-align: center;"> <small>Первичный преобразователь Нормирующий преобразователь Унифицированные сигналы Вторичный измерительный прибор</small> </p> <p>* параметры объекта задаются преподавателем</p>
<p>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</p>		
ОПК-1.1	<p>Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании</p>	<p>Пример типового задания:</p> <p>Постройте статическую характеристику четвертьмостовой измерительной схемы в широком диапазоне изменения сопротивления рабочего плеча. Оцените линейность характеристики и возможность применения такой схемы для измерения малых и больших приращений сопротивления.</p>
ОПК-1.2	<p>Применяет знания естественных наук в инженерной практике</p>	<p>Типовое практическое задания:</p> <p>Для нагрузки с активным сопротивлением в диапазоне 30-45 кОм рассчитать</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>делитель напряжения с напряжением на выходе 1 В, напряжением на входе 12 В. Максимальное отклонение выходного напряжения не должно превышать $\pm 0,05$ В (5%). Расчет провести аналитически и численно в пакете Matchcad.</p> <p>Листинг аналитического расчета и численного расчета с учетом влияния генератора и нагрузки</p>
ОПК-1.3		<p>Типовое задание:</p> <p>Средствами пакета Simulink среды Matlab создайте модель измерительной установки для контроля электрических координат низковольтного асинхронного двигателя. Исследуйте контролируемые параметры при различных режимах работы двигателя, включая аварийные. Основываясь на полученных при моделировании данных, оцените возможность использования измерительной установки для контроля режимов работы двигателя, оценки его технического состояния, определения аварийных режимов.</p>
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p>Типовые вопросы к экзамену</p> <p>Пример типового задания</p>  <p>Спай термопары находится в области измерения и имеет температуру T. Свободные концы термопары a и b имеют одинаковую температуру T'. Усилитель с высоким входным сопротивлением имеет коэффициент усиления K.</p> <p>1.1. Выбрать термопару для расчетного интервала температур. Максимальная температура расчетного интервала не должна превышать верхнюю границу рабочего диапазона термопары</p> <p>1.2. Для расчетного интервала температур построить зависимость термо-ЭДС от</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>температуры, используя градуировочную таблицу термопары.</p> <p>1.3. Аппроксимировать градуировочную кривую (в каком диапазоне?) аналитической функцией, используя средства компьютерной обработки данных (метод наименьших квадратов). Построить аппроксимирующую функцию на одном графике с градуировочной кривой (п.1.2).</p> <p>1.4. Используя закон промежуточных температур, рассчитать для каждой точки расчетного интервала значение термо-ЭДС термопары. При расчетах использовать полученную в п. 2 аппроксимирующую функцию.</p> <p>1.5. Для заданного входного напряжения АЦП рассчитать коэффициент усиления K усилителя постоянного тока.</p> <p>1.6. Построить зависимость сигнала на выходе усилителя от температуры.</p> <p>1.7. Определить разрешающую способность измерительной системы по температуре.</p>
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	<p>Типовые вопросы к экзамену</p> <p>Преобразование цифрового сигнала в аналоговый. Схема ЦАП с двоично-взвешенной матрицей резисторов.</p> <p>ЦАП с матрицей резисторов $R-2R$.</p> <p>Преобразование аналогового сигнала в цифровой. АЦП последовательного счета. АЦП интегрирующего вида.</p> <p>Логические аргументы и логические функции. Функция “И”. ТТЛ-реализация.</p> <p>Логические аргументы и логические функции. Функция “ИЛИ”. ТТЛ-реализация.</p> <p>Статические и динамические параметры ЦАП.</p> <p>Статические и динамические параметры АЦП.</p>
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p>Типовые вопросы к экзамену</p> <p>Теорема Котельникова.</p> <p>Точность воспроизведения ЦАП сигналов переменного тока.</p> <p>Статические и динамические погрешности аналого-цифрового преобразования.</p> <p>Статические и динамические погрешности цифро-аналогового преобразования.</p>
ОПК-1.1	Применяет знания математики в инженерной практике при моделировании	<p>Пример типового задания</p> <p>Для системы управления объектом*, структура которой приведена на рисунке: – объясните схему циркуляции измерительной информации;</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>– укажите возможные точки съема цифровой информации и используемые для этого цифровые приборы;</p> <p>– сформулируйте требования к коммутатору (мультиплексору);</p> <p>– рассчитайте необходимую разрядность и частоту дискретизации АЦП;</p> <p>– выберите интерфейс для передачи данных.</p> <div data-bbox="1030 454 1467 726" data-label="Diagram"> </div> <p>* объект задается преподавателем</p>
ОПК-1.2	Применяет знания естественных наук в инженерной практике	<p>Типовые вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Приведите порядок выбора и настройки нормирующего преобразователя для согласования сигнала с термоэлектрического преобразователя со вторичных измерительным прибором, имеющим стандартный вход 4-20 мА. 2. Приведите схему поверки электромагнитного вольтметра переменного тока промышленной частоты с пределом измерения 20 В и классом точности 2,5. Укажите требования к используемым в схеме устройствам.
ОПК-1.3	Применяет общеинженерные знания, в инженерной деятельности	<p>Типовое практическое задание</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Настройте цифровой осциллограф для наблюдения импульсных сигналов TTL-уровня в диапазоне 100-200 кГц. 2. Настройте цифровой самописец МА-08 для наблюдения и записи сигналов вибрации, температуры и потребляемого тока заданного технологического объекта (объект задается преподавателем)

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

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

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

Курсовой проект представляется в письменной форме.

Критерии выставления экзаменационной оценки:

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

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

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

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

Критерии выставления оценки за курсовую проект:

На оценку **«отлично»**.

Во введении приводится обоснование выбора конкретной темы, полностью раскрыта актуальность её в научной отрасли, чётко определены грамотно поставлены задачи и цель курсовой работы. Основная часть работы демонстрирует большое количество прочитанных автором работ. В ней содержатся основные термины и они адекватно использованы. Критически прочитаны источники: вся необходимая информация проанализирована, вычленена, логически структурирована. Присутствуют выводы и грамотные обобщения. В заключении сделаны логичные выводы, а собственное отношение выражено чётко. Автор курсовой работы грамотно демонстрирует осознание возможности применения исследуемых теорий, методов на практике. Приложение содержит цитаты и таблицы, иллюстрации и диаграммы: все необходимые материалы. Курсовая работа написана в стиле академического письма (использован научный стиль изложения материала). Автор адекватно применял терминологию, правильно оформил ссылки. Оформление работы соответствует требованиям ГОСТ, библиография, приложения оформлены на отличном уровне. Объём работы заключается в пределах от 20 до 30 страниц.

На оценку **«хорошо»**.

Курсовая работа во введении содержит некоторую нечёткость формулировок. В основной её части не всегда проводится критический анализ, отсутствует авторское

отношение к изученному материалу. В заключении неадекватно использована терминология, наблюдаются незначительные ошибки в стиле, многие цитаты грамотно оформлены. Допущены незначительные неточности в оформлении библиографии, приложений.

На оценку **«удовлетворительно»**.

Во введении содержит лишь попытку обоснования выбора темы и актуальности, отсутствуют чёткие формулировки. Расплывчато определены задачи и цели. Основное содержание – пересказ чужих идей, нарушена логика изложения, автор попытался сформулировать выводы. В заключении автор попытался сделать обобщения, собственного отношения к работе практически не проявил. В приложении допущено несколько грубых ошибок. Не выдержан стиль требуемого академического письма по проекту в целом, часто неверно употребляются научные термины, ссылки оформлены неграмотно, наблюдается плагиат.

На оценку **«неудовлетворительно»**.

Во введении не содержит обоснования темы, нет актуализации темы. Не обозначены цели, задачи проекта. Скупое основное содержание указывает на недостаточное число прочитанной литературы. Внутренняя логика всего изложения проекта слабая. Нет критического осмысления прочитанного, как и собственного мнения. Нет обобщений, выводов. Заключение таковым не является. В нём не приведены грамотные выводы. Приложения либо вовсе нет, либо оно недостаточно. В работе наблюдается отсутствие ссылок, плагиат, не выдержан стиль, неадекватное использование терминологии. По оформлению наблюдается ряд недочётов: не соблюдены основные требования ГОСТ, а библиография с приложениями содержат много ошибок. Менее 20 страниц объём всей работы.

Методические рекомендации для работы студентов

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

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

Для успешного выполнения этой работы советуем:

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

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

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

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

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

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

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

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

решение задач по теме лекций или индивидуальных задач.

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

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

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

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

– Каждую неделю отводите время для повторения пройденного материала.

Непосредственно при подготовке:

– упорядочьте свои конспекты, записи, задания;

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

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

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

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