

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института естествознания и стандартизации



И.Ю. Мезин

25 сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

Направление подготовки
12.03.01 Приборостроение

Профиль программы
Приборы и методы контроля качества и диагностики

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – прикладной бакалавриат

Форма обучения
Очная

Институт	Естествознания и стандартизации
Кафедра	Физики
Курс	3
Семестр	6

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 12.03.01 Приборостроение, утвержденного приказом МОиН РФ от 03.09.2015 г. № 959.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры физики

« 1 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Зав. кафедрой  / Ю.И. Савченко /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института естествознания и стандартизации

« 25 » сентября 2017 г., протокол № 1.

Председатель  / И.Ю. Мезин /

Рабочая программа составлена:
Доцент каф. физики, канд. техн. наук

 / М.В. Вечеркин

Рецензент:
Профессор кафедры ВТиП, доктор технических наук, профессор

 / И.М. Ячиков /

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины формирование профессиональных знаний и навыков в области цифровых измерительных устройств (ЦИУ): способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в приборостроении; способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации при проектировании ЦИУ; способностью к проведению измерений и исследования с помощью ЦИУ различных объектов по заданной методике; способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке цифровых приборов и систем.

Достижение цели требует решения следующих задач в области теоретической подготовки:

- 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 В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ПОДГОТОВКИ БАКАЛАВРА

Дисциплина «Цифровые измерительные устройства» является дисциплиной вариативной части.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, полученных в результате усвоения дисциплин: «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Метрология и средства измерений», «Физические основы получения информации», «Информатика и информационные технологии», «Основы электроники».

Дисциплина является необходимой в изучении последующих дисциплин: «Программирование микроконтроллеров», «Схемотехника измерительных устройств», «Основы проектирования приборов и систем».

3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-4 – способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	
Знать:	– современные тенденции развития измерительной техники.
Уметь:	– учитывать современные тенденции развития при проектировании, внедрении и эксплуатации измерительной техники.
Владеть:	– способностью к проектированию, созданию, внедрению и эксплуатации современной измерительной техники.
ОПК-7 – способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации	
Знать:	– возможности современных программных средств для подготовки конструкторско-технологической документации.
Уметь:	– использовать современные программные средства для подготовки конструкторско-технологической документации.
Владеть:	– практическими навыками и методиками подготовки конструкторско-технологической документации с использованием программных средств
ПК-3 – способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике	
Знать:	– основные принципы и методы исследований объектов различной степени сложности; – принципы действия, основные характеристики и возможности средств измерения электрических величин.
Уметь:	– правильно выбрать измерительное устройство для измерения параметров электрических сигналов, оценить его возможности, характеристики и погрешности; – правильно выбирать элементную базу для построения цифровых измерительных устройств.
Владеть:	– методиками проведения измерений цифровыми измерительными приборами; – методами оценки погрешности цифровых средств измерения.
ПК-4 – способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем	
Знать:	– схемы включения цифровых измерительных приборов; – структуры цифровых измерительных систем; – содержание методик наладки, настройки, юстировки и опытной проверки цифровых приборов и систем.
Уметь:	– применять знания в области теории измерительной техники для наладки, настройки, юстировки и опытной проверки цифровых измерительных приборов и систем.
Владеть:	– практическими навыками наладки, настройки, юстировки и опытной проверки цифровых измерительных приборов и систем.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа 49,55 часа;
 - аудиторная 64 часа;
 - внеаудиторная 4,55 часа;
- самостоятельная работа 58,75 часа;
- подготовка к экзамену 35,7 часа.

Раздел дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)*			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
1. Общие вопросы цифровой техники	6							ОПК-4
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	0,5			4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	
1.2. Преимущества измерения дискретных физических величин. Возможность восстановления аналогового сигнала по его дискретным значениям. Ступенчатая и кусочно-линейная аппроксимация. Теорема Котельникова.	6	0,5	2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	
1.3. Логические элементы и функции. Схемные особенности логических элементов.	6	1	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	

Итого по разделу	6	2	4		10	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	
2. Системы исчисления и коды, применяемые в ЦИУ	6							ОПК-7
2.1. Единичная, двоичная, десятичная и двоично-десятичная система исчисления.	6	0,5	1		3	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	
2.2. Разновидности кодов, применяемых в ЦИУ: единичный, двоичный, десятичный, двоично-десятичный, код Грея.	6	0,5	1		3	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	
2.3. Последовательный и параллельный коды. Неоднозначность кодов.	6		2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	
Итого по разделу	6	1	4		10			
3. Цифровые комбинационные схемы	6							ОПК-7
3.1. Мультиплексирование и демultipлексирование цифровых сигналов. Цифровой мультиплексор и демultipлексор.	6	1	2		3	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	
3.2. Шифраторы. Дешифраторы. Преобразователи кодов.	6	1	2		3	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	
3.3. Увеличение разрядности мультиплексоров и демultipлексоров.	6	1	2		4	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	
Итого по разделу	6	3	6		10			
4. Цифровые последовательностные схемы	6							
4.1. Триггеры: общие сведения и классификация; RS-триггер; D-триггер; JK-триггер; T-триггер.	6	1	2		3	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ОПК-4

4.2. Регистры: общие сведения и классификация; параллельные регистры; последовательные регистры; универсальные регистры	6	1	2		3	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ОПК-7
4.3. Счетчики: общие сведения и классификация; двоичные асинхронные счетчики; двоичные вычитающие асинхронные счетчики; синхронные счетчики; синхронные двоичные счетчики.	6	1	2		4	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ПК-3
Итого по разделу	6	3	6		10			
5. Цифровая отсчетные устройства (ЦОУ)	6							
5.1.Обобщенная структура ЦОУ. Статическая и динамическая индикация.	6	1	1		5	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос	ОПК-4
5.2. Основные варианты цифровых индикаторов, схемы включения	6	1	1		5	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ОПК-7
Итого по разделу	6	2	2		10			
6. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и аналогово-цифровые преобразователи (АЦП)	6							
6.1. ЦАП с резистивной матрицей R-2R	6	0,5	1		3	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ПК-3
6.2 Биполярный ЦАП. Четырехквadrантный ЦАП.	6	0,5	1		3	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ОПК-4
6.3. АЦП поразрядного уравнивания (последовательных приближений)	6	0,5	1		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	
6.4. АЦП параллельного типа	6	0,5	2		2	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ОПК-7

Итого по разделу	6	2	5		10	Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	
7. Цифровые измерительные приборы	6							
7.1. Классификация цифровых измерительных приборов. Приборы прямого преобразования последовательного счета: частотомеры, измерители периода, фазометры, вольтметры.	6	0,5	1		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Проверка индивидуальных заданий.	ОПК-4
7.2. Цифровые вольтметры среднего и действующего значений переменного напряжения.	6	0,5	1		2	Самостоятельное изучение учебной литературы.		
7.3. Цифровые осциллографы, регистраторы, самописцы, измерители RLC.	6	0,5	1		2	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ПК-4
7.4. Приборы следящего и развертывающего уравнивания: вольтметры следящего уравнивания, частотомеры, следящие цифровые мосты переменного тока, электронные цифровые вольтметры мгновенных значений.	6	0,5			2,75	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	ПК-3, ОПК-7
Итого по разделу	6	2	3		8,75			
Курсовой проект	6					Изучение учебной и научной литературы. Оформление пояснительной записки.	Защита курсового проекта.	ОПК-4, ОПК-7, ПК-3, ПК-4
Итого по дисциплине	6	15	30	0	58,75	Экзамен Курсовой проект		

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

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

Лабораторные занятия – для усвоения и закрепления навыков проведения измерений согласно установленной методике, а также обработки результатов эксперимента. Для повышения информационной насыщенности наряду с информационной лекцией используются лекции-визуализации, а также практические занятия в форме презентации.

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 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 занятия и работы

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 уравни-

шивания?

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 вышперечисленных 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. Как работают приборы развертывающего преобразования?
8. Рассмотреть работу измерителей емкости и индуктивности.
9. Привести функциональные схемы вольтметров переменного тока.
10. 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
ОПК-4 – способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности		
Знать:	– современные тенденции развития измерительной техники.	<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>
Уметь:	– учитывать современные тенденции развития при проектировании, внедрении и эксплуатации измерительной техники.	<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> <p>Составьте функциональную схему измерительного комплекса.</p> <p>* объект задаётся преподавателем</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть:	– способностью к проектированию, созданию, внедрению и эксплуатации современной измерительной техники.	<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>* параметры объекта задаются преподавателем</p>
ОПК-7 – способностью использовать современные программные средства подготовки конструкторско-технологической документации		
Знать:	– возможности современных программных средств для подготовки конструкторско-технологической документации.	<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>
Уметь:	– использовать современные программные средства для подготовки конструкторско-технологической документации.	<p>Типовое практическое задания:</p> <p>Для нагрузки с активным сопротивлением в диапазоне 30-45 кОм рассчитать делитель напряжения с напряжением на выходе 1 В, напряжением на входе 12 В. Максимальное отклонение выходного напряжения не должно превышать $\pm 0,05$ В (5%). Расчет провести аналитически и численно в пакете Matchcad.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Листинг аналитического расчета и численного расчета с учетом влияния генератора и нагрузки
Владеть:	– практическими навыками и методиками подготовки конструкторско-технологической документации с использованием программных средств	<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>
ПК-3 – способностью к проведению измерений и исследования различных объектов по заданной методике		
Знать:	– основные принципы и методы исследований объектов различной степени сложности; – принципы действия, основные характеристики и возможности средств измерения электрических величин.	<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 температуры, используя градуировочную таблицу термопары.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<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>
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> – правильно выбрать измерительное устройство для измерения параметров электрических сигналов, оценить его возможности, характеристики и погрешности; – правильно выбирать элементную базу для построения цифровых измерительных устройств. 	<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.</p> <p>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>
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> – методиками проведения измерений цифровыми измерительными приборами; – методами оценки погрешности цифровых средств измерения. 	<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>
ПК-4 – способностью к наладке, настройке, юстировке и опытной проверке приборов и систем		
Знать:	– схемы включения цифровых измерительных приборов;	<p>Пример типового задания</p> <p>Для системы управления объектом*, структура которой приведена на рисунке:</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>– структуры цифровых измерительных систем;</p> <p>– порядок наладки, настройки, юстировки и опытной проверки цифровых приборов и систем.</p>	<p>– объясните схему циркуляции измерительной информации;</p> <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="1032 491 1469 756" data-label="Diagram"> </div> <p>* объект задается преподавателем</p>
Уметь:	<p>– применять знания в области теории измерительной техники для наладки, настройки, юстировки и опытной проверки цифровых измерительных приборов и систем.</p>	<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 вторичным 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.
Владеть:	<p>– практическими навыками наладки, настройки, юстировки и опытной проверки цифровых измерительных приборов и систем.</p>	<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:

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.

8 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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 авториз. 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 авториз. 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 авториз. 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 доступа: 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 [Электронный 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]: учеб-

ное 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. Шкурятник. — 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
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	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/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория 388, 394	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Лабораторная аудитория 179	Лабораторные установки, измерительные приборы для

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	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.