МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«13» _____12_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ИМПУЛЬСНО-МОДУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Уровень образования: **высшее образование - магистратура**
Направление подготовки / специальность: **11.04.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника и микропроцессорная техника**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **1, 2**
Семестр: **2, 3**
Учебный план набора 2024 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	2 семестр	3 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	18		18	часов
Практические занятия	24		24	часов
Лабораторные занятия	16		16	часов
Курсовой проект		18	18	часов
Самостоятельная работа	86	18	104	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	180	36	216	часов
	5	1	6	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	2
Курсовой проект	3

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 13.12.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 80159

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины "Импульсно-модуляционные системы" является ознакомление с областью науки и техники, ориентированной на создание и эксплуатацию импульсно-модуляционных систем в силовой и информационной электронике, а также применение полученных знаний при расчете, проектировании, исследовании и эксплуатации импульсных систем в промышленной и бытовой электронике.

1.2. Задачи дисциплины

1. Задача изучения дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» состоит в приобретении, расширении и углублении студентом знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для успешного решения профессиональных задач в следующих видах деятельности: научно-исследовательской, проектно-конструкторской, научно-педагогической.

2. При осуществлении научно-исследовательской деятельности студент должен уметь анализировать научно-техническую литературу и конкретные ИМС, производить их математическое описание, строить их адекватные модели в средах программирования MahtCad, MatLab; разрабатывать новые силовые цепи ИМС, методы и схемы управления ими; производить экспериментальные исследования ИМС на их моделях и физических образцах.

3. При осуществлении проектно-конструкторской деятельности студент должен уметь производить расчеты ИМС, формулировать требования к их конструктивному исполнению; разрабатывать и реализовывать алгоритмы управления ИМС и осуществлять их монтаж и запуск в экспериментальных и производственных условиях.

4. При осуществлении научно-педагогической деятельности студент должен уметь проводить лекционные, практические и лабораторные занятия по ИМС; уметь донести до аудитории теорию ИМС, практические схемы, их расчеты, оценки, характеристики; уметь практически работать с современными ИМС; уметь осуществлять контроль качества усвоения учебного материала.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль профессиональной подготовки (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.04.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 80159

ПК-2. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретен	ПК-2.1. Знает основные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований	Студент должен знать основные методы проведения теоретических и экспериментальных исследований импульсно-модуляционных систем (ИМС) и их подсистем
	ПК-2.2. Умеет делать научнообоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	Студент должен уметь анализировать результаты теоретических и экспериментальных исследований ИМС и делать обоснованные выводы по оценке качества их работы и готавить публикации, предлагать вариатнты по модернизации и совершенствованию ИМС, в том числе новые патентоспособные, оформлять заявки на изобретения
	ПК-2.3. Владеет навыками подготовки научных публикаций и заявок на изобретения	Студент должен владеть навыками написания и оформления научных публикаций и заявок на изобретения по результатам разработки и исследования ИМС и их основных подсистем
ПК-3. Готов формулировать цели и задачи научных исследований в соответствии с тенденциями и перспективами развития электроники и наноэлектроники, а также смежных областей науки и техники, способностью обоснованно выбирать теоретические и экспериментальные методы и средства решения сформулированных задач	ПК-3.1. Знает специфику методологии научных исследований в своей предметной области	Студент должен знать, что специфика методлогии научных исследований ИМС основана на методологии исследования линеаризованных нелинейных импульсных систем автоматического регулирования и проверке полученных результатов на адекватность с помощью современных средств имитационного моделирования
	ПК-3.2. Умеет осуществлять постановку целей и задач исследования	Студент должен уметь осуществить постановку целей исследования ИМС в частотной и временной области, а также сформулировать необходимые задачи теоретических и экспериментальных исследований, решение которых приведет к достижению поставленных целей
	ПК-3.3. Владеет опытом системного анализа предмета исследования	Студент должен владеть опытом применения системного анализа для разработки и исследования импульсно-модуляционных систем и составляющих их звеньев в части представления таких систем, их моделирования, анализа и синтеза

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Согласована на портале № 80159

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры	
		2 семестр	3 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	58	18
Лекционные занятия	18	18	
Практические занятия	24	24	
Лабораторные занятия	16	16	
Курсовой проект	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	104	86	18
Выполнение индивидуального задания	30	30	
Написание отчета по индивидуальному заданию	14	14	
Подготовка к тестированию	12	12	
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	10	10	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	10	10	
Написание отчета по лабораторной работе	10	10	
Подготовка к защите курсового проекта	6		6
Написание отчета по курсовому проекту	12		12
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	216	180	36
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	5	1

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
2 семестр							
1 Общие свойства импульсных систем	3	4	-	-	8	15	ПК-2, ПК-3
2 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	3	4	4	-	16	27	ПК-2, ПК-3
3 Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	3	4	4	-	14	25	ПК-2, ПК-3
4 Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	3	4	4	-	16	27	ПК-2, ПК-3
5 Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи	3	4	4	-	16	27	ПК-2, ПК-3
6 Замкнутые импульсные системы.	3	4	-	-	16	23	ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	18	24	16	0	86	144	
3 семестр							
7 Курсовой проект	-	-	-	18	18	36	ПК-2
Итого за семестр	0	0	0	18	18	36	

Согласована на портале № 80159

Итого	18	24	16	18	104	180	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
1 Общие свойства импульсных систем	Примеры конкретных ИМС и решение задач по темам:Понятие импульсных систем. Квантование по времени и по уровню. Теорема Котельникова В.А. Критерии оценки качества систем формирования и воспроизведения сигналов с импульсной модуляцией. Спектральный метод исследования ИМС. Понятие ортогональных функций. Коэффициенты ряда Фурье. Интеграл Фурье. Равенство Парсеваля. Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов. Краткие сведения о разрывных функциях. Уравнения модуляторов в базисе разрывных функций,	3	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	
2 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	Примеры конкретных ИМС с ШИМ и решение задач по темам:Реализация ШИМ (ОНМ, ОРМ, ДРМ) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения ШИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектры сигналов ШИМ-1, ШИМ-2, ШИМ-3. ШИМ при большой и малой кратностях квантования.	3	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	

Согласована на портале № 80159

3 Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	Примеры конкретных ИМС с АИМ и решение задач по темам:Реализация АИМ (ОНМ, ОРМ, ДРМ) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения АИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектры сигналов АИМ-1, АИМ-2, АИМ-3.	3	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	
4 Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	Примеры конкретных ИМС с МИМ и решение задач по темам:Реализация МИМ (АШИМ, ММФ, МИМ-Ц) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения МИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектральный состав сигналов с МИМ. Идеальный преобразователь переменного напряжения в постоянное напряжение, при при числе зон стремящихся к бесконечности.	3	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	
5 Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи	Понятие об идеальной фильтрующей цепи. Реакция идеального фильтра на Дельта-импульс и ступенчатоевоздействие. Основные соотношения. Критерий физической реализуемости фильтрующей цепи. Теорема Пейли-Винера. Аппроксимация АЧХ. Фильтры Баттерворда, Чебышева. Синтез фильтров.	3	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	

Согласована на портале № 80159

6 Замкнутые импульсные системы.	Методы исследования нелинейных импульсных систем. Типы периодических режимов в замкнутых импульсных системах. Устойчивость по Ляпунову. Модальное управление. Общие понятия. Биноминальные стандартные формы. Стандартные формы Баттерворта. Стандартные формы по критерию Imin. Стабилизатор с ШИМ-2 при модальном управлении.	3	ПК-2, ПК-3
	Итого	3	
	Итого за семестр	18	
3 семестр			

7 Курсовой проект	Согласование индивидуальных тем курсовых проектов (КП) Разработка и согласование ТЗ на КП Разработка схемы электрической функциональной транзисторного преобразователя ИМС Расчет и выбор основных параметров транзисторного преобразователя ИМС по схеме электрической функциональной Разработка схемы электрической функциональной системы управления транзисторным преобразователем ИМС Расчет и выбор основных элементов ИМС по схеме электрической функциональной системы управления транзисторным преобразователем ИМС Разработка разомкнутой и замкнутой имитационных моделей ИМС Проведение экспериментов на имитационных моделях ИМС и подтверждение достижения заданных параметров и характеристик ИМС Разработка схемы электрической принципиальной ИМС и перечня элементов к ней Оформление пояснительной записки к КП Оформление презентации к защите курсового проекта Защита курсового проекта на экспертной комиссии	-	ПК-2
	Итого	-	
Итого за семестр		-	
Итого		18	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			

1 Общие свойства импульсных систем	Примеры конкретных ИМС и решение задач по темам:Понятие импульсных систем. Квантование по времени и по уровню. Теорема Котельникова В.А. Критерии оценки качества систем формирования и воспроизведения сигналов с импульсной модуляцией. Спектральный метод исследования ИМС. Понятие ортогональных функций. Коэффициенты ряда Фурье. Интеграл Фурье. Равенство Парсеваля. Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов. Краткие сведения о разрывных функциях. Уравнения модуляторов в базисе разрывных функций,	4	ПК-2
	Итого	4	
2 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	Примеры конкретных ИМС с ШИМ и решение задач по темам:Реализация ШИМ (ОНМ, ОРМ,ДРМ) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения ШИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектры сигналов ШИМ-1, ШИМ-2, ШИМ-3. ШИМ при большой и малой кратностях квантования.	4	ПК-2
	Итого	4	
3 Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	Примеры конкретных ИМС с АИМ и решение задач по темам:Реализация АИМ (ОНМ, ОРМ, ДРМ) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения АИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектры сигналов АИМ-1, АИМ-2, АИМ-3.	4	ПК-2
	Итого	4	

4 Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	Примеры конкретных ИМС с МИМ и решение задач по темам:Реализация МИМ (АШИМ, ММФ,МИМ-Ц) в силовых цепях с транзисторными ключами. Представление импульсных процессов разрывными функциями. Уравнения МИМ-модуляторов в базисе разрывных функций. Спектральный состав сигналов с МИМ. Идеальный преобразователь переменного напряжения в постоянное напряжение, при при числе зон стремящихся к бесконечности.	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи	Понятие об идеальной фильтрующей цепи. Реакция идеального фильтра на Дельта-импульс и ступенчатое воздействие. Основные соотношения. Критерий физической реализуемости фильтрующей цепи. Теорема Пейли-Винера. Аппроксимация АЧХ. Фильтры Баттерворда, Чебышева. Синтез фильтров.	4	ПК-2
	Итого	4	
6 Замкнутые импульсные системы.	Методы исследования нелинейных импульсных систем. Применение среды MATLAB для реализации ИМС энергетической электроники	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		24	
Итого		24	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
2 семестр			
2 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	Исследование однофазного транзисторного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)	4	ПК-2
	Итого	4	

3 Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	Исследование однофазного транзисторного преобразователя с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ)	4	ПК-2
	Итого	4	
4 Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной модуляцией (МИМ) первого рода	4	ПК-2
	Итого	4	
5 Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи	Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной многофазной модуляцией (МИМФ)	4	ПК-2
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
3 семестр		

Согласована на портале № 80159

Согласование индивидуальных тем курсовых проектов (КП) Пример разработки и согласования ТЗ на КП Пример разработки схемы электрической функциональной транзисторного преобразователя ИМС Пример расчета и выбора основных параметров транзисторного преобразователя ИМС по схеме электрической функциональной Пример разработки схемы электрической функциональной системы управления транзисторным преобразователем ИМС Пример расчета и выбора основных элементов ИМС по схеме электрической функциональной системы управления транзисторным преобразователем ИМС Пример разработки разомкнутой и замкнутой имитационных моделей ИМС Обсуждение и планирование экспериментов на имитационных моделях ИМС для подтверждения достижения заданных параметров и характеристик ИМС Пример разработки схемы электрической принципиальной ИМС и перечня элементов к ней Обсуждение требований к содержанию и оформлению пояснительной записки к КП Обсуждение требований к содержанию и оформлению презентации к защите курсового проекта Обсуждение требований к процедуре защиты курсового проекта на экспертной комиссии	18	ПК-2, ПК-3
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Транзисторный преобразователь понижающего типа с ШИМ-1, стабилизированный по напряжению. Варианты по мощности (5 вариантов), по напряжению (5 вариантов).
2. Транзисторный преобразователь повышающего типа с ШИМ-2, стабилизированный по напряжению. Варианты по мощности (5 вариантов), по напряжению (5 вариантов).
3. Транзисторный прямоходовой преобразователь с ШИМ-1, стабилизированный по току. Варианты по мощности (5 вариантов), по току (5 вариантов).
4. Транзисторный обратноходовой преобразователь с ШИМ-2, стабилизированный по току. Варианты по мощности (5 вариантов), по току (5 вариантов).
5. Стабилизированный транзисторный преобразователь с МИМ, варианты с МИМ-1, МИМ-2, МИМ-Ф. Варианты по мощности (5 вариантов), по напряжению (5 вариантов).

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
2 семестр				

Согласована на портале № 80159

1 Общие свойства импульсных систем	Выполнение индивидуального задания	4	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
2 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	4	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	4	ПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Итого	16		

Согласована на портале № 80159

3 Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	Выполнение индивидуального задания	4	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Итого	14		
4 Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	Выполнение индивидуального задания	6	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Итого	16		

Согласована на портале № 80159

5 Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи	Выполнение индивидуального задания	6	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	2	ПК-2	Защита отчета по лабораторной работе
	Итого	16		
6 Замкнутые импульсные системы.	Выполнение индивидуального задания	8	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	2	ПК-2, ПК-3	Лабораторная работа
	Написание отчета по индивидуальному заданию	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по индивидуальному заданию
	Написание отчета по лабораторной работе	2	ПК-2, ПК-3	Отчет по лабораторной работе
	Подготовка к тестированию	2	ПК-2, ПК-3	Тестирование
	Итого	16		
Итого за семестр		86		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
3 семестр				
7 Курсовой проект	Подготовка к защите курсового проекта	6	ПК-2	Защита курсового проекта
	Написание отчета по курсовому проекту	12	ПК-2	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	18		

Согласована на портале № 80159

Итого за семестр	18	
Итого	140	

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности					Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ПК-2	+	+	+	+	+	Защита курсового проекта, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен
ПК-3	+		+	+	+	Индивидуальное задание, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по курсовому проекту, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Устный опрос / собеседование, Экзамен

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
2 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	2	3	5	10
Индивидуальное задание	2	3	5	10
Отчет по индивидуальному заданию	2	3	5	10
Лабораторная работа	5	5	5	15
Тестирование	5	5	5	15
Отчет по лабораторной работе	2	3	5	10
Экзамен				30
Итого максимум за период	18	22	30	100
Нарастающим итогом	18	40	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

Согласована на портале № 80159

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
3 семестр				
Устный опрос / собеседование	5	15	30	50
Отчет по курсовому проекту	5	15	30	50
Итого максимум за период	10	30	60	100
Нарастающим итогом	10	40	100	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Импульсно-модуляционные системы: Учебное пособие / А. В. Кобзев [и др.]; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 188 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 41 экз.).

2. Моделирование систем: Учебное пособие / Н. В. Зариковская - 2018. 165 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/8169.

7.2. Дополнительная литература

1. Модуляционные источники питания РЭА: / А. В. Кобзев, Г. Я. Михальченко, Н. М. Музыченко. - Томск: Радио и связь, 1990. - 335с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 60 экз.).

Согласована на портале № 80159

2. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника / Мелешин В.И. Москва:Техносфера, 2006. – 632с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 50 экз.).

3. Филипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью: Пер. с англ./; Пер. Б. И. Копылов. - М.: Лаборатория Базовых Знаний, (Технический университет), 2001. -616 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

4. Прикладные математические методы в радиотехнике. Часть 2. Дискретные и цифровые системы: Учебное пособие / В. А. Кологривов - 2012. 195 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/1395.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к организации самостоятельной работы / А. С. Дякин, В. Д. Семенов, В. А. Федотов; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра промышленной электроники. - Томск: ТУСУР, 2007. - 68 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.).

2. Исследование однофазного транзисторного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к выполнению лабораторной работы для магистрантов кафедры промышленной электроники / В. Д. Семенов [и др.]: 2015. - 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/7Zfog4f2QxfgBrW.

3. Исследование однофазного транзисторного преобразователя с амплитудно-импульсной модуляцией. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к выполнению лабораторной работы для магистрантов кафедры промышленной электроники / В. Д. Семенов [и др.]: 2015. - 14 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/eEfSyCBRWqQ3iyY .

4. Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной модуляцией первого рода. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к выполнению лабораторной работы для магистрантов кафедры промышленной электроники / В. Д. Семенов [и др.]: 2015. - 18 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/JzCr4tZmFty28Ng .

5. Исследование транзисторного преобразователя с многозонной многофазной модуляцией. Импульсно-модуляционные системы: Руководство к выполнению лабораторной работы для магистрантов кафедры промышленной электроники / В. Д. Семенов [и др.]: 2015. - 16 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://cloud.tusur.ru/index.php/s/eAMKb6m9wExPPte .

6. Семенов, Б. Ю. Силовая электроника для любителей и профессионалов / Б. Ю. Семенов. - М.: Солон-Р, 2001. - 327[9] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 20 экз.).

7. Новиков, А. В. Исследование амплитудных спектров сигналов с импульсной модуляцией в программной среде Simulink: Методические указания к лабораторным работам [Электронный ресурс] / А. В. Новиков, С. Г. Рысбеков. — Томск: ТУСУР, 2018. — 31 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/7693.

8. ИМПУЛЬСНО-МОДУЛЯЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов направления подготовки 11.04.04 «Электроника и наноэлектроника», профиль «Промышленная электроника и микропроцессорная техника» / В. Д. Семенов - 2024. 47 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10995.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

Согласована на портале № 80159

– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:
- ASIMEC;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:
- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора

Согласована на портале № 80159

напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- LTspice 4;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Лаборатория импульсных систем и преобразовательной техники / Лаборатория ГПО: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 320 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (15 шт.);
- Цифровой осциллограф DSO 3062A (10 шт.);
- Осциллограф АСК 1021 (6 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT;
- Учебный лабораторный комплекс «Силовая электроника»;
- Лабораторные стенды: "Для исследования однофазных выпрямителей и фильтров" (3 шт.), "Для исследования звена повышенной частоты" (3 шт.), "Для исследования инвертора напряжения" (13 шт.), "Для исследования инвертора тока" (3 шт.), "Для исследования НПН" (13 шт.), "Для исследования источников питания" (13 шт.), "Для исследования трехфазных выпрямителей" (3 шт.), "Для исследования УЭЭ с импульсной модуляцией" (13 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- ASIMEC;
- Google Chrome;
- LTspice 4;
- Mathworks Matlab;
- PTC Mathcad 13, 14;
- Windows XP;

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;

Согласована на портале № 80159

- Google Chrome.

8.6. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие свойства импульсных систем	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Согласована на портале № 80159

2 Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства.	ПК-2, ПК-3	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
3 Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства.	ПК-2, ПК-3	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 80159

4 Многозонная импульсная модуляция (МИМ).	ПК-2, ПК-3	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
5 Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи	ПК-2, ПК-3	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ

Согласована на портале № 80159

6 Замкнутые импульсные системы.	ПК-2, ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
7 Курсовой проект	ПК-2	Защита курсового проекта	Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта
		Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Согласована на портале № 80159

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Что может преобразовывать импульсно-модуляционная система (ИМС) силовой электроники?...
   1. ИМС силовой электроники преобразовывает только информацию.
   2. ИМС силовой электроники преобразовывает только электрическую энергию.
   3. ИМС силовой электроники преобразовывает как информацию, так и электрическую энергию.
   4. ИМС силовой электроники преобразовывает все, что на нее подают.
2. Какая ИМС называется линейной ? ...
   1. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным.
   2. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным.
   3. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным.
   4. Если все звенья ее структурной схемы являются линейными.
3. Какая ИМС называется нелинейной? ...
   1. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным.
   2. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным.
   3. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным.
   4. Если все звенья ее структурной схемы являются нелинейными.
4. Какая ИМС называется импульсной? ...
   1. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным.
   2. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным.
   3. Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным.
   4. Если все звенья ее структурной схемы являются импульсными.
5. Что такое непрерывная модуляция ? ...
   1. Это изменение амплитуды непрерывного сигнала.
   2. Это изменение частоты непрерывного сигнала.
   3. Это изменение фазы непрерывного сигнала.
   4. Это изменение одного из параметров непрерывного сигнала переносчика (например, ам-

Согласована на портале № 80159

плитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала) в соответствии с сообщением.

6. Что такое импульсная модуляция? ...
   1. Это изменение одного из параметров импульсного сигнала переносчика (например, амплитуды, частоты или длительности импульсного сигнала) в соответствии с сообщением.
   2. Это изменение амплитуды импульсного сигнала.
   3. Это изменение длительности импульсного сигнала.
   4. Это изменение частоты импульсного сигнала.
7. Изменение амплитуды импульсного сигнала в соответствии с сообщением называется ...
   1. ШИМ (расшифровать).
   2. АИМ (расшифровать).
   3. ЧИМ (расшифровать).
   4. ФИМ (расшифровать).
8. Изменение частоты импульсного сигнала в соответствии с сообщением называется...
   1. ШИМ (расшифровать).
   2. АИМ (расшифровать).
   3. ЧИМ (расшифровать).
   4. ФИМ (расшифровать).
9. Изменение длительности импульсного сигнала в соответствии с сообщением называется...
   1. ШИМ (расшифровать).
   2. АИМ (расшифровать).
   3. ЧИМ (расшифровать).
   4. ДИМ (расшифровать).
10. Вид модуляции, объединяющий в себе модуляцию хотя-бы по двум параметрам, называется
    …
    1. Объединенным.
    2. Параметрическим.
    3. Двухпараметрическим.
    4. Комбинированным.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ). Основные понятия и определения. Примеры построения АЧС ШИМ-2.
2. Построить АЧС, ФЧС немодулированной импульсной последовательности прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=100 В, частота f=10 кГц, длительность импульсов
   ti=20 мкС. Момент начала импульсов совпадает с началом периода.
3. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ). Основные понятия и определения. Примеры построения АЧС – АИМ-2.
4. Построить АЧС и ФЧС немодулированной импульсной последовательности прямоугольных импульсов, если амплитуда импульсов A=100 В, частота f=10 Гц, длительность импульсов
   ti=90 мС. Момент начала импульсов совпадает с началом периода.
5. Многозонная импульсная модуляция (МИМ). Основные понятия и определения. Реализация
   МИМ и ее характеристики.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Назовите основные этапы разработки и выполнения курсового проекта.
2. Схемы электрические структурная и функциональная. Основные требования к их построению.
3. Какую роль в выполнении курсового проекта играет моделирование. Назовите основные среды моделирования, популярные в ИМС силовой электроники.
4. Какая среда моделирования наилучшим образом подходит для разработки и исследования ИМС с обратной связью?
5. В соответствии с каким нормативным документом выполняется схема электрическая принципиальная?

Согласована на портале № 80159

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Транзисторный преобразователь понижающего типа с ШИМ-1, стабилизированный по напряжению. Варианты по мощности (5 вариантов), по напряжению (5 вариантов).
2. Транзисторный преобразователь повышающего типа с ШИМ-2, стабилизированный по напряжению. Варианты по мощности (5 вариантов), по напряжению (5 вариантов).
3. Транзисторный прямоходовой преобразователь с ШИМ-1, стабилизированный по току. Варианты по мощности (5 вариантов), по току (5 вариантов).
4. Транзисторный обратноходовой преобразователь с ШИМ-2, стабилизированный по току. Варианты по мощности (5 вариантов), по току (5 вариантов).
5. Стабилизированный транзисторный преобразователь с МИМ, варианты с МИМ-1, МИМ-2, МИМ-Ф. Варианты по мощности (5 вариантов), по напряжению (5 вариантов).

9.1.5. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора второго рода (ШИМ-2) при однополярной нереверсивной модуляции (ОНМ).
2. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора второго рода (ШИМ-2) при однополярной реверсивной модуляции (ОРМ).
3. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора первого рода (ШИМ-1) при однополярной нереверсивной модуляции (ОНМ).
4. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора первого рода (ШИМ-1) при однополярной реверсивной модуляции (ОРМ).
5. Построить и исследовать модель прохождения модулированного сигнала через силовые фильтры.

9.1.6. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. Сформулируйте цель исследований, проводимых в лабораторной работе.
2. Перечислите результаты исследований, полученных в лабораторной работе.
3. Докажите, что результаты, полученные в лабораторной работе, подтверждают достижение поставленной цели.
4. Назовите основные составляющие погрешности полученных количественных результатов.
5. По требованиям каких нормативных документов должен быть составлен отчет о лабораторной работе?

9.1.7. Темы лабораторных работ

1. Исследование однофазного транзисторного преобразователя с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ)
2. Исследование однофазного транзисторного преобразователя с амплитудно-импульсной модуляцией (АИМ)
3. Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной модуляцией (МИМ) первого рода
4. Исследование транзисторного преобразователя с многозонной импульсной многофазной модуляцией (МИМФ)

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами

Согласована на портале № 80159

электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

Согласована на портале № 80159

– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 80159

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 24 от « 8 » 11 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	В.Д. Семенов	Разработано, 8126bc7a-45e6-4f5a-9757-a9215eb0e2d3

Согласована на портале № 80159