

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«Луганский государственный университет имени Владимира Даля»
(ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»)**

**Северодонецкий технологический институт
Кафедра информационных технологий, приборостроения и электротехники**

УТВЕРЖДАЮ:
Врио. директора СТИ (филиал)
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
Ю.В. Бородач
(подпись)
« 26 » 2024 года



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

«Импульсно-модуляционные системы»

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Магистерская программа «Промышленная электроника
и микропроцессорная техника»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (магистерская программа «Промышленная электроника и микропроцессорная техника») – 19 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» разработана в соответствии Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 сентября 2017 г. № 959 (с изменениями и дополнениями в соответствии с приказами Министерства образования и науки Российской Федерации № 1456 от 26.11.2020 г., № 82 от 08.02.2021 г.).

СОСТАВИТЕЛЬ:

к.т.н., доцент Чебан В.Г.

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры информационных технологий, приборостроения и электротехники « 05 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой ИТПЭ  В.Г. Чебан

Переутверждена: « » 20 г., протокол № .

Рекомендована на заседании учебно-методической комиссии Северодонецкого технологического института (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» « 16 » сентября 2024 г., протокол № 1.

Председатель учебно-методической комиссии
СТИ (филиал) ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В.Даля»



Ю.В. Бородач

1. Цели и задачи дисциплины

Цель изучения дисциплины – 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.

Задачи:

- изучить методы описания процессов преобразования детерминированных и случайных сигналов в устройствах промышленной электроники;
- освоить математический аппарат, необходимый для решения задач устойчивости и качества регулирования;
- изучить методы синтеза импульсно-модуляционных систем с помощью современных информационных технологий.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Импульсно-модуляционные системы» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание возможностей программного обеспечения и вычислительной техники для решения научных задач прикладного характера;

умения использовать системный подход при интерпретации результатов научных исследований;

навыки обработки информации из различных источников, разработки математических моделей, в том числе с использованием современных информационных технологий.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники».

Служит основой для изучения следующих дисциплин: «Силовые цепи электронных устройств», «Динамика управляемых преобразовательных установок», «Магнитные элементы электронных устройств», «Моделирование электронных устройств и систем», «Конструирование электронной аппаратуры», «Замкнутые электромеханические системы», приобретенные знания и умения используются при прохождении производственных практик, для выполнения и защиты ВКР.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов
ПК-4. Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники	Знать: схемы и устройства изделий микро- и нанoeлектроники и тенденции их развития Уметь: подготавливать технические задания Владеть: навыками разработки архитектуры изделий с использованием современных информационных технологий

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Объем часов (зач. ед.)	
	Очная форма	Заочная форма
Общая учебная нагрузка (всего)	144 (4 зач. ед)	144 (4 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	56	16
Лекции	28	8
Семинарские занятия	—	—
Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	—	—
Курсовая работа (курсовой проект)	—	—
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	—
Самостоятельная работа студента (всего)	88	128
Форма аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Введение. Особенности сопряжения силовой и информационной электроники, термины и определения. Основные типы преобразователей электрической энергии. Классификация, назначение и характеристики системам управления (СУ). Системы логического управления (СЛУ), основные функциональные элементы. Требования, предъявляемые к СУ.

Тема 2. Общие свойства импульсных систем управления. Понятие системы с импульсной модуляцией. Информационные возможности импульсных систем. Графическое представление электрических сигналов. Амплитудно-частотный и фазо-частотный спектры периодической последовательности прямоугольных импульсов.

Тема 3. Импульсная модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока. Разновидности импульсной модуляции. Функциональная схема реализации широтно-импульсной модуляции (ШИМ) и ее свойства. Функциональная схема реализации частотно-импульсная модуляция (ЧИМ) и ее свойства. Прохождение сигналов с импульсной модуляцией через фильтрующие цепи.

Тема 4. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства. Типовые структурные схемы и узлы систем управления с ШИМ в преобразователях переменного /постоянного тока.

Тема 5. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства. Амплитудно-импульсная модуляция и ее свойства. Разновидности АИМ. Улучшение спектрального состава напряжения с АИМ.

Тема 6. Многозонная импульсная модуляция (МИМ). Основные разновидности МИМ. Свойства многозонной импульсной модуляции. Особенности спектрального состава сигналов с МИМ.

Тема 7. Система импульсно-фазового управления (СИФУ). Классификация и структурные схемы СИФУ. Одноканальные и многоканальные, синхронные и асинхронные, замкнутые и разомкнутые системы управления. Элементы СИФУ. Устройства синхронизации, фазосдвигающие устройства, распределители импульсов, усилители мощности.

Тема 8. Системы управления резонансными преобразователями. Особенности управления резонансными преобразователями. Основные способы управления резонансными преобразователями: частотная модуляция (ЧМ) фазовая модуляция (ФМ) плотностно-импульсная модуляция (ПИМ).

Тема 9. Разновидности и особенности применения специализированных интегральных драйверов и контроллеров. Подкатегории контроллеров AC-DC и DC-DC преобразователей. Контроллер ШИМ-FF (с фиксированной частотой). Контроллер полумоста с LLC нагрузкой (резонансные). Контроллер ШИМ-QR (квазирезонансные). Микросхемы PFC- (корректоров коэффициента мощности).

Тема 10. Обеспечение защиты и повышение энергетической эффективности преобразователей. Токовая защита, методы и схемные решения токовой защиты. Защита от перенапряжений, основные способы. Способы повышения энергетической эффективности и качественных показателей выходной электроэнергии устройств СЭ.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Особенности сопряжения силовой и информационной электроники, термины и определения	2	—
2	Общие свойства импульсных систем управления	2	—
3	Импульсная модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока	4	1
4	Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства	2	1
5	Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства	2	1
6	Многозонная импульсная модуляция (МИМ)	2	1
7	Система импульсно-фазового управления (СИФУ)	4	1
8	Системы управления резонансными преобразователями	4	1
9	Разновидности и особенности применения специализированных интегральных драйверов и контроллеров	4	1
10	Обеспечение защиты и повышение энергетической эффективности преобразователей	2	1
Итого:		28	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Введение. Особенности сопряжения силовой и информационной электроники, термины и определения	2	—
2	Общие свойства импульсных систем управления	2	—
3	Импульсная модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока	4	1
4	Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства	2	1
5	Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства	2	1
6	Многозонная импульсная модуляция (МИМ)	2	1
7	Система импульсно-фазового управления (СИФУ)	4	1
8	Системы управления резонансными преобразователями	4	1
9	Разновидности и особенности применения специализированных интегральных драйверов и контроллеров	4	1
10	Обеспечение защиты и повышение энергетической эффективности преобразователей	2	1
Итого:		28	8

4.5 .Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

4.6 Самостоятельная работа студентов

№ п/п	Название темы	Вид СРС	Объем часов	
			Очная форма	Заочная форма
1	Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	8	14
2	Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	8	14
3	Многозонная импульсная модуляция (МИМ)	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	8	14
4	Система импульсно-фазового управления (СИФУ)	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	8	14
5	Системы управления резонансными преобразователями	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	10	14
6	Разновидности и особенности применения специализированных интегральных драйверов и контроллеров	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	10	16
7	Обеспечение защиты и повышение энергетической эффективности преобразователей	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	15
8	Подготовка к экзамену.	Проработка изученного материала	27	27
Итого:			88	128

4.7. Курсовые работы/проекты по дисциплине

Курсовые работы/проекты не предусмотрены учебным планом

5. Образовательные технологии

В процессе обучения для достижения планируемых результатов освоения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- традиционные объяснительно-иллюстративные технологии, которые обеспечивают доступность учебного материала для большинства студентов, системность, отработанность организационных форм и привычных методов, относительно малые затраты времени;
- информационно-коммуникационная технология, в том числе визуализация, создание электронных учебных материалов;

- использование электронных образовательных ресурсов при подготовке к лекциям, практическим и лабораторным занятиям;
- технология проблемного обучения, в том числе в рамках разбора проблемных ситуаций;
- технология развивающего обучения, в том числе постановка и решение задач от менее сложных к более сложным, развивающих компетенции студентов.

В рамках перечисленных технологий основными методами обучения являются: работа в команде, самостоятельная работа, проблемное обучение.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Негадаев, В. А. Силовая электроника : учеб. пособие / В. А. Негадаев ; Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2020. – 125 с. – URL: <https://obuchalka.org/20211019137602/silovaya-elektronika-negadaev-v-a-2020.html> (дата обращения: 30.08.2024).
2. Фролов, В. Я. Устройства силовой электроники и преобразовательной техники с разомкнутыми и замкнутыми системами управления в среде Matlab — Simulink : учебное пособие / В. Я. Фролов, В. В. Смородинов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-2583-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/212921> (дата обращения: 30.08.2024).
3. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; под редакцией Ю. К. Розанова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 206 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9440-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489539> (дата обращения 30.08.2024 г.)

б) Дополнительная литература:

1. Мелешин, В. И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии / В. И. Мелешин, Д. А. Овчинников. — Москва : Техносфера, 2011. — 576 с. — ISBN 978- 5-94836-260-1. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://iprsmart.ru/36873.html> (дата обращения: 30.08.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Кобзев А.В., Михальченко Г.Я., Дякин А.С., Семенов В.Д. Импульсно-модуляционные системы: Учебное пособие испр. и доп, 2015.- 193 с. Электронная версия на <http://ie.tusur.ru/docs/svd/ims.rar> Импульсно-модуляционные системы.
3. Забродин, Ю.С. Промышленная электроника : учебник для вузов / Ю. С. Забродин. - 2-е изд., стер. - Москва: Альянс, 2008. – 496 с. 2) Розанов, Ю.К. Силовая электроника : учебник для вузов / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк. - 2-е изд., стер. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.
4. Браун, М. Источники питания. Расчет и конструирование. : Пер. с англ.. — К.: "МК-Пресс", 2007. — 288 с.
5. Мэк, Р. Импульсные источники питания. Теоретические основы проектирования и руководство по практическому применению / Пер. с англ. — М.: Издательский дом "Додэка-XXI", 2008. — 272 с.
6. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Москва: Техносфера, 2013. — 216 с.
7. Шустов, М.А. Основы силовой электроники / М.А. Шустов. — Спб.: Наука и Техника, 2017. — 336 с.

в) Интернет-ресурсы:

1. Министерство образования и науки Российской Федерации – <http://минобрнауки.рф>
2. Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации – <http://www.mnr.gov.ru>

3. Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки – <http://obrnadzor.gov.ru>
4. Министерство образования и науки Луганской Народной Республики – <https://minobr.su>
5. Министерство природных ресурсов и экологической безопасности ЛНР – <https://www.mprlnr.su>
6. Народный совет Луганской Народной Республики – <https://nslnr.su>
7. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования – <http://fgosvo.ru>
8. Федеральный портал «Российское образование» – <http://www.edu.ru>
9. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – <http://window.edu.ru>
10. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов – <http://fcior.edu.ru>

Электронные библиотечные системы и ресурсы:

1. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» – <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>
2. Электронно-библиотечная система «StudMed.ru» – <https://www.studmed.ru>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU» – <http://elibrary.ru>
4. ЭБС Издательства «ЛАНЬ» – <https://e.lanbook.com>

Информационный ресурс библиотеки образовательной организации

1. Научная библиотека имени А. Н. Коняева – <http://biblio.dahluniver.ru>

7. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Импульсно-модуляционные системы» предполагает использование академических аудиторий, соответствующих действующим санитарным и противопожарным нормам и правилам. Лекционные и практические занятия могут проводиться в компьютерном классе (компьютеры с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде) или с применением презентационной техники (проектор, экран, компьютер).

Рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет.

Программное обеспечение:

Функциональное назначение	Бесплатное программное обеспечение	Ссылки
Офисный пакет	Libre Office 6.3.1	https://www.libreoffice.org/ https://ru.wikipedia.org/wiki/LibreOffice
Операционная система	UBUNTU 19.04	https://ubuntu.com/ https://ru.wikipedia.org/wiki/Ubuntu
Браузер	Firefox Mozilla	http://www.mozilla.org/ru/firefox/fx
Браузер	Opera	http://www.opera.com
Почтовый клиент	Mozilla Thunderbird	http://www.mozilla.org/ru/thunderbird
Файл-менеджер	Far Manager	http://www.farmanager.com/download.php
Архиватор	7Zip	http://www.7-zip.org/
Графический редактор	GIMP (GNU Image Manipulation Program)	http://www.gimp.org/ http://gimp.ru/viewpage.php?page_id=8 http://ru.wikipedia.org/wiki/GIMP
Редактор PDF	PDFCreator	http://www.pdfforge.org/pdfcreator
Аудиоплеер	VLC	http://www.videolan.org/vlc/

**8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля
и промежуточной аттестации по дисциплине**

**Паспорт
оценочных средств по учебной дисциплине
«Импульсно-модуляционные системы»**

Перечень компетенций, формируемых в результате освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Формулировка контролируемой компетенции	Индикаторы достижений компетенции (по дисциплине)	Темы учебной дисциплины	Этапы формирования (семестр изучения)
1	ПК-4	Способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники	Тема 1. Введение. Особенности сопряжения силовой и информационной электроники, термины и определения	2
				Тема 2. Общие свойства импульсных систем управления	2
				Тема 3. Импульсная модуляция в преобразователях переменного/постоянного тока	2
				Тема 4. Широтно-импульсная модуляция (ШИМ) и ее свойства	2
				Тема 5. Амплитудно-импульсная модуляция (АИМ) и ее свойства	2
				Тема 6. Многозонная импульсная модуляция (МИМ)	2
				Тема 7. Система импульсно-фазового управления (СИФУ)	2
				Тема 8. Системы управления резонансными преобразователями	2
				Тема 9. Разновидности и особенности применения	2

				специализированных интегральных драйверов и контроллеров	
				Тема 10. Обеспечение защиты и повышение энергетической эффективности преобразователей	2

Показатели и критерии оценивания компетенций, описание шкал оценивания

№ п/п	Код компетенции	Индикаторы достижений компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Контролируемые темы учебной дисциплины	Наименование оценочного средства
1	ПК-4	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и нанoeлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники	Знать: схемы и устройства изделий микро- и нанoeлектроники и тенденции их развития Уметь: подготавливать технические задания Владеть: навыками разработки архитектуры изделий с использованием современных информационных технологий	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7. Тема 8. Тема 9. Тема 10.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях

8.1. Тестовые задания

(низкий уровень)

1. Импульсный модулятор представляет собой источник

а) электрической энергии для генераторов, характеризующий процессами накопления энергии в течение паузы между импульсами и формированием на нагрузке относительно короткого импульса большой мощности;

б) электрической энергии для двигателей, характеризующий процессами накопления энергии между импульсами и формированием на нагрузке;

в) тепловой энергии для двигателей, характеризующий процессами накопления энергии между импульсами и формированием на нагрузке короткого импульса;

г) нет верного варианта ответа.

2. Что может преобразовывать импульсно-модуляционная система (ИМС) силовой электроники?

- а) ИМС силовой электроники преобразовывает только информацию;
- б) ИМС силовой электроники преобразовывает только электрическую энергию;
- в) ИМС силовой электроники преобразовывает как информацию, так и электрическую энергию;

г) ИМС силовой электроники преобразовывает все, что на нее подают.

3. Какая ИМС называется линейной?

- а) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным;
- б) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным;
- в) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным;
- г) Если все звенья ее структурной схемы являются линейными.

4. Какая ИМС называется нелинейной?

- а) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным;
- б) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным;
- в) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным;
- г) Если все звенья ее структурной схемы являются нелинейными.

5. Какая ИМС называется импульсной?

- а) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является импульсным;
- б) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является линейным;
- в) Если хотя-бы одно звено ее структурной схемы является нелинейным;
- г) Если все звенья ее структурной схемы являются импульсными.

6. Что такое непрерывная модуляция?

- а) Это изменение амплитуды непрерывного сигнала;
- б) Это изменение частоты непрерывного сигнала;
- в) Это изменение фазы непрерывного сигнала;
- г) Это изменение одного из параметров непрерывного сигнала переносчика (например, амплитуды, частоты или фазы синусоидального сигнала) в соответствии с сообщением.

7. Что такое импульсная модуляция?

- а) Это изменение одного из параметров импульсного сигнала переносчика (например, амплитуды, частоты или длительности импульсного сигнала) в соответствии с сообщением.
- б) Это изменение амплитуды импульсного сигнала;
- в) Это изменение длительности импульсного сигнала;
- г) Это изменение частоты импульсного сигнала.

8. Изменение амплитуды импульсного сигнала в соответствии с сообщением называется.....

- а) ШИМ (расшифровать);
- б) АИМ (расшифровать);
- в) ЧИМ (расшифровать);
- г) ФИМ (расшифровать).

9. Изменение частоты импульсного сигнала в соответствии с сообщением называется.....

- а) ШИМ (расшифровать);
- б) АИМ (расшифровать);
- в) ЧИМ (расшифровать);
- г) ФИМ (расшифровать).

10. Изменение длительности импульсного сигнала в соответствии с сообщением называется.....

- а) ШИМ (расшифровать);
- б) АИМ (расшифровать);
- в) ЧИМ (расшифровать);
- г) ДИМ (расшифровать).

11. Вид модуляции, объединяющий в себе модуляцию хотя-бы по двум параметрам,

называется.....

- а) Объединенным;
- б) Параметрическим;
- в) Двухпараметрическим;
- г) Комбинированным.

12. Какие генераторы могут выступать в качестве нагрузки импульсных модуляторов

- а) клистронные;
- б) ламповые и гиротронные;
- в) магнетронные;
- г) все вышеперечисленное.

13. Где могут применяться мощные импульсные модуляторы

- а) в ускорителях заряженных частиц, термоядерных установках, радиолокациях;
- б) для стерилизации и томографии;
- в) в установках физики высоких энергий;
- г) все вышеперечисленное.

14. Укажите импульсную мощность сверхмощного импульсного модулятора

- а) $10^4 \dots 10^8$ Вт;
- б) более 10^8 Вт;
- в) $10^3 \dots 10^6$ Вт;
- г) более 10^6 Вт.

15. По каким параметрам классифицируют импульсные модуляторы?

- а) по длительности импульса;
- б) по импульсной мощности и напряжению;
- в) по нестабильности импульсного напряжения и неравномерности вершины импульса;
- г) все вышеперечисленное.

16. По длительности импульса разделяют следующие типы ИП:

- а) мощный, сверхмощный;
- б) наносекундный, микросекундный, миллисекундный;
- в) низковольтный, высоковольтный, сверхвысоковольтный;
- г) микросекундный, наносекундный, пикосекундный.

17. Что относится к основным параметрам ИМ:

а) импульсное напряжение на нагрузке, импульсный ток нагрузки, длительность импульса;

- б) полярность выходного напряжения, частота повторения импульсов;
- в) коэффициент полезного действия, габариты, масса;
- г) все вышеперечисленное.

18. По способам формирования импульсов модуляторы делятся на группы:

- а) ИМ с полным и частичным разрядом накопителя энергии;
- б) ИМ с полным и неполным разрядом накопителя энергии;
- в) ИМ с полным и частичным зарядом накопителя энергии;
- г) ИМ с полным и неполным зарядом накопителя энергии.

19. Мощный импульсный модулятор представляет собой источник

- а) Электрической энергии;
- б) Магнитной энергии;
- в) Электромагнитной энергии;
- г) Солнечной энергии.

20. Основные блоки в структурной схеме ИМ

- а) источник питания, зарядное устройство, накопитель энергии, коммутатор, нагрузка;
- б) источник питания, накопитель энергии, коммутатор, нагрузка;
- в) источник питания, зарядное устройство, коммутатор, нагрузка;
- г) источник питания, нагрузка.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Тестовые задания»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	85 – 100% правильных ответов
4 (хорошо)	71 – 85% правильных ответов
3 (удовлетворительно)	61 – 70% правильных ответов
2 (неудовлетворительно)	60% правильных ответов и ниже

8.2. Вопросы для контроля усвоения теоретического материала (средний уровень)

1. Объясните назначение систем управления и требования, предъявляемые к ним.
2. Поясните в чем особенности управления тиристорами и транзисторами.
3. Какие основные параметры управляющих импульсов.
4. Чем определяется выбор ключевого элемента схемы?
5. Какие бывают основные справочные данные по силовым ключам?
6. От чего зависят характеристики ключей?
7. Какие бывают режим работы ключей в схемах?
8. Приведите тепловые характеристики полупроводниковых ключей.
9. Какие бывают виды силовых ключей с интегрированной системой защиты?
10. Что лежит в основе построения регуляторов переменного тока?
11. Из каких основных функциональных блоков состоит системы управления инверторами напряжения с ШИМ
12. Назовите способы повышения коэффициента мощности вентильных преобразователей.
13. Какие существуют требования к блокам питания электронной аппаратуры?
14. Классификация систем управления выпрямителями. (Вертикальное и горизонтальное управление. Синхронные и асинхронные СИФУ.)
15. Поясните особенности Горизонтального принципа управления.
16. Поясните особенности Вертикального принципа управления.
17. Что представляет собой СИФУ для однофазных управляемых выпрямителей: принципиальная схема, временные диаграммы работы, назначение узлов?
18. Приведите структуру системы с асинхронной СИФУ, опишите принцип действия. Что представляет собой ГПН с автоподстройкой?
19. Объясните на структурной схеме принцип работы многоканальной, синхронной системы управления (СУ).
20. Объясните назначение фазосдвигающих устройство (ФСУ) для горизонтального принципа управления.
21. Объясните назначение Генератора развращающего напряжения (ГРН) с синусоидальным выходным напряжением.
22. Поясните особенности работы ГРН с коммутатором.
23. ГРН на основе операционного усилителя (ОУ).
24. Какие существуют устройства сравнения на инвертирующем ОУ?
25. Какие существуют устройства сравнения на неинвертирующем ОУ?
26. Какой диапазон управления (изменения угла управления) в управляемом выпрямителе в случаях активной и активно-индуктивной нагрузки?
27. Что такое интегральные стабилизаторы? Какие бывают схемы включения, параметры, системы обозначений?
28. Приведите классификацию устройств гальванической развязки (УГР).
29. Назовите преимущества и недостатки трансформаторных УГР.
30. Что такое УГР с высокочастотным преобразованием. Что такое модулятор-демодулятор (МДМ)?
31. Как происходит построение распределителей импульсов (РИ)?

32. Каковы особенности построения устройств синхронизаций (УС) в одноканальных СУ?
33. Какой принцип действия синхронного выпрямителя? каковы достоинства и недостатки?
34. Приведите СУ для широтно-импульсных преобразователей (ШИП).
35. Приведите принципиальную схему ШИП. Опишите ее принцип действия. Постройте временные диаграммы.
36. В чем заключается принцип построения СУ автономными инверторами?
37. В чем заключается принцип широтно-импульсной модуляции (ШИМ)?
38. Чем отличаются Однополярная и биполярная ШИМ?
39. Приведите системы управления импульсными преобразователями.
40. Что значит одноконтурные и двухконтурные системы?
41. Поясните назначение блока "задающий генератор" в систем управления с ШИМ.
42. Поясните назначение блока "усилитель ошибки" в систем управления с ШИМ.
43. Поясните назначение блока "выходной драйвер" в систем управления с ШИМ.
44. Поясните назначение блока "цепь плавного запуска" в систем управления с ШИМ.
45. Поясните назначение блока "цепи защиты" в систем управления с ШИМ.
46. Что такое линеаризация ШИМ в упрощенном токовом контуре? Приведите импульсную динамическую модель токового контура управления. Что такое передаточная функция токового контура?
47. Какие существуют драйверы для силовых МДП и IGBT-транзисторов? Каково влияние паразитных емкостей на переключение силовых МДП-транзисторов?
48. Какие существуют драйверы управления полумостовыми схемами на силовых МДП и IGBT-транзисторах?
49. Опишите структуру и принцип действия импульсного преобразователя с упрощенным токовым контуром управления, его преимущества, временные диаграммы.
50. Что представляет собой микросхема UC3842 для импульсных преобразователей с упрощенным токовым контуром управления?
51. Каковы назначение, структура и принцип действия корректора коэффициента мощности (ККМ) с двухконтурной системой управления с микросхемой UC3854.
52. Каков принцип действия ККМ с одноконтурной системой управления с микросхемой UC3852?
53. Какие существуют способы защиты преобразователей от аварийных токов?
54. Как подразделяются защитные цепи силовых ключей?
55. Как осуществляется защита силовых ключей от режимов короткого замыкания?
56. Как осуществляется бесконтактная защита от токов короткого замыкания?
57. Какие существуют основные виды перегрузок по напряжению и току в схемах с силовыми полупроводниковыми ключами?
58. Как осуществляется способы защиты от перенапряжений?

Лектор или преподаватель, ведущий практические занятия по дисциплине производит устный опрос по пройденным теоретическим материалам и выставляет оценку в журнале с текущей успеваемостью.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству
«Вопросы для контроля усвоения теоретического материала»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
5 (отлично)	Обучающийся глубоко и в полном объёме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
4 (хорошо)	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Обучающийся отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

8.3 Практическое (прикладное) задание

(высокий уровень)

Задания, выполняемые на практических занятиях:

Задание 1. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора второго рода (ШИМ-2) при однополярной нереверсивной модуляции (ОНМ).

Задание 2. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора второго рода (ШИМ-2) при однополярной реверсивной модуляции (ОРМ).

Задание 3. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора первого рода (ШИМ-1) при однополярной нереверсивной модуляции (ОНМ).

Задание 4. Построить и исследовать временную модель выходного сигнала широтно-импульсного модулятора первого рода (ШИМ-1) при однополярной реверсивной модуляции (ОРМ).

Задание 5. Построить и исследовать модель прохождения модулированного сигнала через силовые фильтры.

Критерии и шкала оценивания по оценочному средству «Практическое задание»

Шкала оценивания	Характеристика знания предмета и ответов
5 (отлично)	Обучающийся полностью и правильно выполнил задание. Показал отличные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
4 (хорошо)	Обучающийся выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания, умения и владения навыками, применения их при решении задач.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся выполнил задание неправильно. При выполнении обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень знаний, умений и владения ими при решении задач в рамках усвоенного учебного материала.

8.4 Оценочные средства для промежуточной аттестации (экзамен)

Теоретическая часть:

1. Что лежит в основе построения прерывателей переменного тока?
2. Как образуются энергетические зоны в кристаллическом теле?
3. Чем определяется выбор ключевого элемента схемы?
4. Какие бывают основные группы справочных данных по силовым ключам?
5. Что понимается под структурой материалов электронной техники?
6. Что понимается под составом материалов электронной техники?
7. Назовите способы повышения коэффициента мощности вентильных преобразователей
8. Какие существуют требования к блокам питания электронной аппаратуры?
9. Назовите особенности работы выпрямителя, оснащенного фильтром.
10. от чего зависят характеристики ключей и режим работы схемы?
11. Приведите тепловые характеристики полупроводниковых ключей.
12. Назовите области применения преобразователей средней и большой мощности.
13. Какие виды сглаживающих фильтров используют в преобразователях?
14. Назовите внешние характеристики прерывателей?
15. Основные виды перегрузок по напряжению и току?
16. Как подразделяются защитные цепи силовых ключей?
17. Как осуществляется защита силовых ключей от режимов короткого замыкания?
18. Какие вы знаете виды силовых ключей с интегрированной системой защиты?
20. Как влияют высшие гармоники входного тока выпрямителя на питающую сеть?

Практическая часть:

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 $t_i=20$ 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 $t_i=90$ мс. Момент начала импульсов совпадает с началом периода.

5. Многозонная импульсная модуляция (МИМ). Основные понятия и определения. Реализация МИМ и ее характеристики.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «зачет»

Шкала оценивания	Критерий оценивания
зачтено	Обучающийся глубоко и в полном объеме владеет программным материалом. Грамотно, исчерпывающе и логично его излагает в устной или письменной форме. При этом знает рекомендованную литературу, проявляет творческий подход в ответах на вопросы и правильно обосновывает принятые решения, хорошо владеет умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Обучающийся знает программный материал, грамотно и по сути излагает его в устной или письменной форме, допуская незначительные неточности в утверждениях, трактовках, определениях и категориях или незначительное количество ошибок. При этом владеет необходимыми умениями и навыками при выполнении практических задач.
	Обучающийся знает только основной программный материал, допускает неточности, недостаточно чёткие формулировки, непоследовательность в ответах, излагаемых в устной или письменной форме. При этом недостаточно владеет умениями и навыками при выполнении практических задач. Допускает до 30% ошибок в излагаемых ответах.
не зачтено	Обучающийся не знает значительной части программного материала. При этом допускает принципиальные ошибки в доказательствах, в трактовке понятий и категорий, проявляет низкую культуру знаний, не владеет основными умениями и навыками при выполнении практических задач. Студент отказывается от ответов на дополнительные вопросы.

9. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

При необходимости рабочая программа учебной дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Для этого требуется заявление студента (его законного представителя) и заключение психолого-медико-педагогической комиссии (ПМПК). В случае необходимости обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося), а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников, например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения – аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной (модулем), за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
 - продолжительность сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, – не более чем на 90 минут;
 - продолжительность подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, – не более чем на 20 минут;
 - продолжительность выступления обучающегося при защите курсовой работы – не более чем на 15 минут.

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений с указанием страниц	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобрены изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)
1.			
2.			
3.			
4.			