

**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

«Системы управления электронными преобразователями»

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Магистерская программа «Промышленная электроника
и микропроцессорная техника»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Системы управления электронными преобразователями» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (магистерская программа «Промышленная электроника и микропроцессорная техника») – 20 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Системы управления электронными преобразователями» 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 – формирование теоретических знаний и практических навыков по основам функционирования, принципам построения, характеристикам и особенностям применения полупроводниковых преобразователей электрической энергии, оснащенных аппаратными и программно-аппаратными (микропроцессорными) системами управления.

Задачи:

- изучение основных видов преобразования электрической энергии, основных типов силовых преобразовательных ключей, схематики энергетических цепей и систем управления полупроводниковыми преобразователями электрической энергии, в том числе микропроцессорными;
- изучение методик выбора компонентов энергетических цепей;
- анализ примеров применения полупроводниковых преобразователей электрической энергии в технологических установках.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Системы управления электронными преобразователями» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основных источников и нагрузок сетевых и автономных полупроводниковых преобразователей электрической энергии, требований, методов управления ими;

умения проектировать системы управления устройствами силовой электроники на основе аналоговых и цифровых компонентов; производить расчет базовых блоков систем управления автономными полупроводниковыми преобразователями (устройствами силовой электроники); производить расчет базовых блоков систем управления сетевыми полупроводниковыми преобразователями (устройствами силовой электроники);

навыки построения систем управления полупроводниковыми преобразователями.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Микропроцессорная техника», «Системы искусственного интеллекта», «Полупроводниковые ключи в силовых схемах».

Служит основой для изучения следующих дисциплин: 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-2. Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.	ПК-2.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований ПК-2.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования ПК-2.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов	Знать: способы организации и проведения экспериментальных исследований Уметь: самостоятельно проводить экспериментальные исследования Владеть: навыками самостоятельно проводить экспериментальные исследования

ПК-3. Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	ПК-3.1. Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований ПК-3.2. Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований. ПК-3.3. Владеет навыками подготовки заявок на изобретения	Знать: принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований Уметь: подготавливать научные публикации на основе результатов исследований Владеть: навыками подготовки заявок на изобретения
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 различного функционального назначения Уметь: подготавливать технические задания на выполнение проектных работ Владеть: навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники

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)	108 (3 зач. ед)	108 (3 зач. ед)
Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего) в том числе:	42	16
Лекции	14	8
Семинарские занятия	—	—
Практические занятия	28	8
Лабораторные работы	—	—
Курсовая работа (курсовой проект)	—	—
Другие формы и методы организации образовательного процесса	-	—
Самостоятельная работа студента (всего)	66	92
Форма аттестации	зачет	зачет

4.2. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей. Введение. Основные понятия, узлы, структура системы. Назначение блоков и узлов, решаемые задачи. Задачи управления устройствами силовой электроники. Характеристики первичных источников питания и типовых нагрузок силовых полупроводниковых преобразователей.

Тема 2. Классификация устройств силовой электроники. Классификация устройств

силовой электроники (УСЭ) по наличию и характеру нагрузки. Первичные источники электропитания устройств силовой электроники, их характеристики и схемы замещения. Типовые нагрузки устройств силовой электроники и их математические (имитационные) модели.

Тема 3. Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники. Драйверы силовых полупроводниковых ключей. Гальваническая развязка информационных цепей. Датчики регулируемых / контролируемых параметров УСЭ и нагрузки. Цифровые и аналоговые генераторы импульсов, источники управляющих сигналов, модуляторы, фильтры. Организация питания узлов систем управления. Индикация.

Тема 4. Системы управление полупроводниковыми преобразователями. Управление сетевыми силовыми полупроводниковыми преобразователями. Основные типы сетевых УСЭ, их принципы работы: управляемые тиристорные выпрямители, зависимые инверторы, реверсивные преобразователи, преобразователи частоты с непосредственной связью, тиристорные коммутаторы переменного тока, статические тиристорные компенсаторы. Регулировочные характеристики сетевых УСЭ. Методы управления ключами сетевых УСЭ. Системы импульсно-фазового управления: одноканальные и многоканальные. Раздельное и совместное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.

Тема 5. Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями. Основные типы автономных УСЭ, их принципы работы: импульсные регуляторы напряжения, корректоры коэффициента мощности, автономные инверторы, активные выпрямители. Методы модуляции. Методы регулирования выходных электрических параметров автономных УСЭ.

Тема 6. Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники. Автоматические регуляторы пропорционального и интегрального типов, их реализация на элементной базе аналоговой и цифровой электроники, настройка параметров. Выходные параметры устройств силовой электроники: напряжение, ток, мощность. Участки внешней характеристики со стабилизацией различных параметров. Выходные параметры устройств силовой электроники в сетях переменного тока: частота, активная и реактивная мощность.

Тема 7. Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем. Основные решаемые задачи: распределение мощности в энергетических системах; электропривод; системы автономного электропитания; технологические установки. SCADA: основные понятия.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей.	2	—
2	Классификация устройств силовой электроники.	2	—
3	Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники.	2	2
4	Системы управление полупроводниковыми преобразователями.	2	2
5	Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями.	2	—
6	Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники.	2	—
7	Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем.	2	—
Итого:		14	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Цифровые и аналоговые генераторы импульсов, источники управляющих сигналов, модуляторы, фильтры. Организация питания узлов систем управления. Индикация.	2	—
2	Основные типы сетевых УСЭ, их принципы работы: управляемые тиристорные выпрямители, зависимые инверторы, реверсивные преобразователи, преобразователи частоты с непосредственной связью. Регулировочные характеристики сетевых УСЭ.	2	2
3	Одноканальные системы импульсно-фазового управления. Раздельное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.	2	—
4	Методы регулирования выходных электрических параметров автономных УСЭ. Автоматические регуляторы пропорционального типа.	2	—
5	Основные типы автономных УСЭ, их принципы работы: импульсные регуляторы напряжения, корректоры коэффициента мощности	2	—
6	Типовые нагрузки УСЭ и их математические (имитационные) модели.	2	2
7	Методы регулирования выходных электрических параметров автономных УСЭ. Автоматические регуляторы пропорционально-интегрального типа.	2	—
8	Основные типы сетевых УСЭ, их принципы работы: тиристорные коммутаторы переменного тока, статические тиристорные компенсаторы. Регулировочные характеристики сетевых УСЭ.	2	—
9	Многоканальные системы импульсно-фазового управления. Раздельное и совместное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.	2	—
10	Одноканальные системы импульсно-фазового управления. Совместное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.	2	2
11	Основные типы сетевых УСЭ, их принципы работы: методы управления ключами сетевых УСЭ.	2	—
12	Драйверы силовых полупроводниковых ключей. Гальваническая развязка информационных цепей. Датчики регулируемых / контролируемых параметров УСЭ и нагрузки	2	—
13	Основные типы автономных УСЭ, их принципы работы: автономные инверторы, активные выпрямители. Методы модуляции.	2	—
14	Первичные источники электропитания УСЭ, их характеристики и схемы замещения.	2	2
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	Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	8	12
2	Классификация устройств силовой электроники.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	12
3	Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	12
4	Системы управление полупроводниковыми преобразователями.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	12
5	Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	12
6	Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	14
7	Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем.	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	9	14
8	Подготовка к зачету.	Проработка изученного материала	4	4
Итого:			66	92

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. Онищенко, Г. Б. Силовая электроника. Силовые полупроводниковые преобразователи для электропривода и электроснабжения : учебное пособие / Г.Б. Онищенко, О.М. Соснин. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 122 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-16-015776-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1055857> (дата обращения: 12.06.2021). – Режим доступа: по подписке.

2. 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://ipr-smart.ru/36873.html> (дата обращения: 12.06.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Забродин, Ю. С. Промышленная электроника : Учебник для энергетических и электромеханических специальностей вузов / Ю. С. Забродин . – 2-е изд., стер . – М. : Альянс, 2008 . – 496 с. - ISBN 978-5-903034-34-5.

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. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72283.

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 – <http://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 «Системы управления электронными преобразователями» 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
«Системы управления электронными преобразователями»**

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-2	Способен к организации и проведению экспериментальных исследований с применением современных средств и методов.	ПК-2.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований ПК-2.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования ПК-2.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов	Тема 1. Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей.	3
				Тема 2. Классификация устройств силовой электроники.	3
				Тема 3. Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники.	3
				Тема 4. Системы управление полупроводниковыми преобразователями.	3
				Тема 5. Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями.	3
				Тема 6. Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники.	3
				Тема 7. Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем.	3
2	ПК-3	Способен делать научно-обоснованные выводы по результатам	ПК-3.1. Знает принципы проведения анализа полноценности и	Тема 1. Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей.	3

		теоретических и экспериментальных исследований, давать рекомендации по совершенствованию устройств и систем, готовить научные публикации и заявки на изобретения	эффективности экспериментальных исследований ПК-3.2. Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований. ПК-3.3. Владеет навыками подготовки заявок на изобретения	Тема 2. Классификация устройств силовой электроники.	3
				Тема 3. Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники.	3
				Тема 4. Системы управление полупроводниковыми преобразователями.	3
				Тема 5. Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями.	3
				Тема 6. Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники.	3
				Тема 7. Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем.	3
3	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. Общие сведения и основные определения силовых полупроводниковых преобразователей.	3
				Тема 2. Классификация устройств силовой электроники.	3
				Тема 3. Типовые узлы систем управления устройств силовой электроники.	3
				Тема 4. Системы управление полупроводниковыми преобразователями.	3
				Тема 5. Управление автономными силовыми полупроводниковыми преобразователями.	3

				Тема 6. Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники.	3
				Тема 7. Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем.	3

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-2	ПК-2.1. Знает способы организации и проведения экспериментальных исследований ПК-2.2. Умеет самостоятельно проводить экспериментальные исследования ПК-2.3. Владеет навыками проведения исследования с применением современных средств и методов	Знать: способы организации и проведения экспериментальных исследований Уметь: самостоятельно проводить экспериментальные исследования Владеть: навыками самостоятельно проводить экспериментальные исследования	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях

2	ПК-3	ПК-3.1. Знает принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований ПК-3.2. Умеет подготавливать научные публикации на основе результатов исследований. ПК-3.3. Владеет навыками подготовки заявок на изобретения	Знать: принципы проведения анализа полноценности и эффективности экспериментальных исследований Уметь: подготавливать научные публикации на основе результатов исследований Владеть: навыками подготовки заявок на изобретения	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях
3	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 различного функционального назначения Уметь: подготавливать технические задания на выполнение проектных работ Владеть: навыками разработки архитектуры изделий микро- и нанoeлектроники	Тема 1. Тема 2. Тема 3. Тема 4. Тема 5. Тема 6. Тема 7.	Вопросы для контроля усвоения теоретического материала, тестовые задания, выполнение задания на практических занятиях

8.1. Тестовые задания (низкий уровень)

- Для каких целей применяют силовые полупроводниковые преобразователи?
 - для преобразования неэлектрической энергии в электрическую;
 - для преобразования электрической энергии в неэлектрическую;
 - для преобразования электрической энергии в электрическую.
- В каких преобразователях осуществляется преобразование постоянного напряжения в переменное напряжение изменяемой частоты?
 - преобразователях частоты;
 - автономных инверторах;

в) инверторах, ведомых сетью.

3. Каким основным требованиям должен удовлетворять силовой полупроводниковый ключ?

а) малые масса и габариты;

б) малое сопротивление ключа в открытом состоянии и большое в закрытом, повышенная скорость коммутации;

в) способность выдерживать высокое напряжение и большие токи нагрузки.

4. Как осуществляется искусственная коммутация однооперационных полупроводниковых ключей?

а) ключ открывается после подачи управляющего напряжения, а запирается - после его снятия;

б) ключ отпирается после подачи управляющего напряжения, а запирается - при не принудительном прерывании тока через силовую цепь;

в) ключ отпирается после подачи управляющего напряжения, а запирается - при принудительном прерывании тока через силовую цепь.

5. Чему равна пульсность (p) выходного напряжения у трехфазного нулевого выпрямителя?

а) $p=3$;

б) $p=6$;

в) $p=12$.

6. Укажите регулирующий диапазон изменения угла включения тиристоров (α) однофазного регулятора переменного напряжения с фазовым управлением (φ - угол сдвига фаз между током и напряжением нагрузки):

а) $0 \leq \alpha \leq 180^\circ$;

б) $0 \leq \alpha \leq \varphi$;

в) $\varphi \leq \alpha \leq 180$.

7. Для мостового однофазного выпрямителя среднее значение наибольшего выпрямленного напряжения в долях от действующего значения напряжения питания составляет:

а) 0,45;

б) 0,9;

в) 1,17.

8. Какие основные требования выдвигаются к системе управления преобразователем?

а) малые массогабаритные показатели;

б) возможность ручного и автоматического регулирования;

в) формирование требуемого алгоритма функционирования.

9. В чем состоит отличие одноканальной системы импульсно-фазового управления (СИФУ) от многоканальной?

а) в количестве фазосмещающих устройств;

б) в количестве задающих устройств;

в) в количестве устройств электропитания.

10. Какое устройство изменяет состояние регистра признаков в процессоре?

а). Счетчик программ.

б). Арифметико-логическое устройство.

в). Контроллер прерываний.

11. Основное отличие микроконтроллера от микропроцессора заключается в наличии:

а). Интегрированных периферийных устройств.

б). Оперативной памяти.

в). Тактового генератора.

12. Временная остановка выполнения одной программы в целях оперативного выполнения другой в данный момент более важной (приоритетной) программы – это:

а). Прямой доступ к памяти.

б). Прерывание.

в). Блокировка памяти программ.

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. Для каких целей применяют силовые полупроводниковые преобразователи?
2. В каких преобразователях осуществляется преобразование постоянного напряжения в переменное напряжение изменяемой частоты?
3. Каким основным требованиям должен удовлетворять силовой полупроводниковый ключ?
4. Как осуществляется искусственная коммутация однооперационных полупроводниковых ключей?
5. Чему равна пульсность (р) выходного напряжения у трехфазного нулевого выпрямителя?
6. Какие основные требования выдвигаются к системе управления преобразователем?
7. В чем состоит отличие одноканальной системы импульсно-фазового управления (СИФУ) от многоканальной?
8. Как влияет на частоту коммутаций схемы диапазон регулирования?
9. Как влияет на частоту коммутаций схемы параметры нагрузки?
10. Как влияет на частоту коммутаций схемы напряжение питания силовой схемы?
11. Охарактеризуйте принцип импульсно-фазового управления.
12. Назовите преимущества импульсно-фазового управления.
13. Поясните работу схем однополупериодного выпрямителя.
14. При каких условиях открывается тиристор в схемах?
15. Каково предназначение элементов в схемах?
16. Каков принцип работы многоканальной системы управления трехфазным выпрямителем?
17. Поясните структуру многоканальной системы управления трехфазным выпрямителем.
18. Сравните одноканальные и многоканальные синхронные системы управления выпрямителями.
19. Поясните структуру одноканальной системы управления трехфазным выпрямителем.
20. Поясните структуру одноканальной аналоговой схемы управления мостовым трехфазным выпрямителем.

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 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.

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. Организация питания узлов систем управления. Индикация.

Задание 2. Управляемые тиристорные выпрямители, зависимые инверторы, реверсивные преобразователи, преобразователи частоты с непосредственной связью. Регулировочные характеристики сетевых УСЭ.

Задание 3. Одноканальные системы импульсно-фазового управления. Раздельное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.

Задание 4. Автоматические регуляторы пропорционального типа.

Задание 5. Импульсные регуляторы напряжения, корректоры коэффициента мощности.

Задание 6. Типовые нагрузки УСЭ и их математические (имитационные) модели.

Задание 7. Автоматические регуляторы пропорционально-интегрального типа.

Задание 8. Тиристорные коммутаторы переменного тока, статические тиристорные компенсаторы. Регулировочные характеристики сетевых УСЭ.

Задание 9. Многоканальные системы импульсно-фазового управления. Раздельное и совместное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.

Задание 10. Одноканальные системы импульсно-фазового управления. Совместное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.

Задание 11. Методы управления ключами сетевых УСЭ.

Задание 12. Датчики регулируемых / контролируемых параметров УСЭ и нагрузки.

Задание 13. Автономные инверторы, активные выпрямители. Методы модуляции.

Задание 14. Первичные источники электропитания УСЭ, их характеристики и схемы замещения.

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 освоенного 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 (зачет)

Вопросы к зачету:

1. Задачи управления устройствами силовой электроники.
2. Характеристики первичных источников питания и типовых нагрузок силовых полупроводниковых преобразователей.
3. Классификация устройств силовой электроники (УСЭ) по наличию и характеру нагрузки.
4. Первичные источники электропитания устройств силовой электроники, их характеристики и схемы замещения.
5. Типовые нагрузки устройств силовой электроники и их математические (имитационные) модели.
6. Драйверы силовых полупроводниковых ключей.
7. Гальваническая развязка информационных цепей.
8. Датчики регулируемых / контролируемых параметров УСЭ и нагрузки.
9. Цифровые и аналоговые генераторы импульсов, источники управляющих сигналов, модуляторы, фильтры.
10. Организация питания узлов систем управления.
11. Управление сетевыми силовыми полупроводниковыми преобразователями.
12. Основные типы сетевых УСЭ, их принципы работы.
13. Регулировочные характеристики сетевых УСЭ.
14. Методы управления ключами сетевых УСЭ.
15. Системы импульсно-фазового управления: одноканальные и многоканальные.
16. Раздельное и совместное управление вентильными комплектами реверсивных преобразователей.
17. Основные типы автономных УСЭ, их принципы работы.
18. Методы регулирования выходных электрических параметров автономных УСЭ.
19. Автоматическое управление выходными параметрами устройств силовой электроники.
20. Устройства силовой электроники в составе энергетических и промышленных систем.

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.			