

**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

«Силовые цепи электронных устройств»

По направлению подготовки: 11.04.04 Электроника и наноэлектроника

Магистерская программа «Промышленная электроника
и микропроцессорная техника»

Лист согласования РПУД

Рабочая программа учебной дисциплины «Силовые цепи электронных устройств» по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника (магистерская программа «Промышленная электроника и микропроцессорная техника») – 16 с.

Рабочая программа учебной дисциплины «Силовые цепи электронных устройств» 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 – изучение типовых схемотехнических и программных комплексов построения устройств электроники в различных видах деятельности (инженерной, научно-исследовательской, управленческой, и др.), а также изучение основ современных способов преобразования параметров электрической энергии.

Задачи:

- освоение базового материала по силовой электронике на основе MOSFET и IGBT-транзисторов с прямым цифровым управлением;
- ознакомление с основными схемотехническими решениями силовых преобразователей;
- изучение способов преобразования потоков энергии и информации посредством моделирования;
- овладение навыками практической работы с силовыми полупроводниковыми и электромеханическими преобразователями.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Силовые цепи электронных устройств» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений, дисциплин учебного плана.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

знание основных фактов, базовых концепций, принципов, моделей и методов в области силовых цепей; источников стандартов в областях электробезопасности и коммуникационных протоколов; современных базовых технологий прямого цифрового управления;

умения производить расчеты параметров полупроводниковых приборов и электромагнитного оборудования силовых цепей, проводить имитационное моделирование на современных САПР типа «Spice»; производить настройку программного обеспечения верхнего уровня;

навыки владения современными и инструментальными средствами для решения практических и общенаучных задач в своей профессиональной деятельности.

Содержание дисциплины является логическим продолжением содержания дисциплин: «Импульсно-модуляционные системы», «Полупроводниковые ключи в силовых схемах».

Служит основой для изучения следующих дисциплин: «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 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)	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. Интеллектуальная силовая электроника. Интеллектуальная силовая электроника. Мягкая и жесткая коммутация полупроводниковых приборов. Технология управления устройствами промышленной электроники, обеспечивающая мягкую коммутацию.

Тема 2. Силовые цепи управления электроприводами. Силовые цепи управления электроприводами на основе двигателей переменного тока. Регулирование частоты вращения электроприводов переменного тока. Преобразователи частоты в электроприводах.

Тема 3. Преобразователи альтернативной энергетики. Двойная модуляция электрической энергии. Преобразователи альтернативной энергетики. Электропривод с вентильным двигателем.

Тема 4. Современные системы управления электроприводами. Драйверы и сенсорные средства. Прямое цифровое управление устройствами силовой электроники. Электропривод с асинхронным двигателем.

Тема 5. Микроконтроллеры смешанного сигнала. Микроконтроллеры смешанного сигнала: (DSP-процессоры Intel, Texas Instruments, Analog Devices, Motorola и др. Микропроцессорная система управления электроприводами.

Тема 6. Энергосберегающие технологии в инженерных сетях. Технологии перекачки жидких энергоносителей. Энергосбережение в инженерных сетях коммунального хозяйства. Электропривод с двигателем постоянного тока.

Тема 7. Электрические и тепловые сети. Электрические и тепловые сети. Водоснабжение и водоотведение. Математические модели силовых преобразователей для имитационного моделирования.

4.3. Лекции

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Интеллектуальная силовая электроника	4	2
2	Силовые цепи управления электроприводами	4	–
3	Преобразователи альтернативной энергетики	4	2
4	Современные системы управления электроприводами	4	–

5	Микроконтроллеры смешанного сигнала	4	2
6	Энергосберегающие технологии в инженерных сетях	4	—
7	Электрические и тепловые сети	4	2
Итого:		28	8

4.4. Практические занятия

№ п/п	Название темы	Объем часов	
		Очная форма	Заочная форма
1	Расчет параметров силовых цепей и выбор полупроводниковых приборов	4	2
2	Расчет потерь в полупроводниковых приборах преобразователей электрической энергии	4	—
3	Расчет параметров электропривода с вентильным двигателем	4	2
4	Расчет параметров драйверов силовых приборов	4	—
5	Расчет параметров электропривода с асинхронным двигателем	4	2
6	Подготовка математических моделей силовых преобразователей для имитационного моделирования	4	—
7	Имитационное моделирование системы: преобразователь частоты - электрическая машина	4	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	Интеллектуальная силовая электроника	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	4	6
2	Силовые цепи управления электроприводами	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
3	Преобразователи альтернативной энергетики	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
4	Современные системы управления электроприводами	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
5	Микроконтроллеры смешанного сигнала	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	4	6
6	Энергосберегающие технологии в инженерных	Изучение лекционного материала.	5	6

	сетях	Подготовка к практическим занятиям.		
7	Электрические и тепловые сети	Изучение лекционного материала. Подготовка к практическим занятиям.	5	6
14	Подготовка к экзамену.	Проработка изученного материала	27	36
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. Баховцев, И. А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники: структуры и алгоритмы: : учебное пособие / И. А. Баховцев. — Новосибирск : НГТУ, 2018. — 219 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118272>.
2. Энергетическая электроника: Учебное пособие / Семенов В. Д., Коновалов Б. И., Кобзев А. В. - 2010. 164 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://edu.tusur.ru/publications/810> (дата обращения: 02.07.2018).
3. Позднов, М. В. Системы управления электронными преобразователями : учебное пособие / М. В. Позднов. — Тольятти : ТГУ, 2020. — 85 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/157035>.
4. Розанов, Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчинский, А.А. Кваснюк. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.

б) Дополнительная литература:

1. Юркевич, В. Д. Математические модели устройств силовой электроники : учебное пособие / В. Д. Юркевич. — Новосибирск : НГТУ, 2023. — 92 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/404801>.

2. Черных, И. В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008.

3. Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink: учебник. – СПб.: Издательство «Лань», 2013.

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 «Силовые цепи электронных устройств» 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 «Силовые цепи электронных устройств»

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. Интеллектуальная силовая электроника	3
				Тема 2. Силовые цепи управления электроприводами	3
				Тема 3. Преобразователи альтернативной энергетики	3
				Тема 4. Современные системы управления электроприводами	3
				Тема 5. Микроконтроллеры смешанного сигнала	3
				Тема 6. Энергосберегающие технологии в инженерных сетях	3
				Тема 7. Электрические и тепловые сети	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-4	ПК-4.1. Знает схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения ПК-4.2. Умеет подготавливать технические задания на выполнение проектных работ ПК-4.3. Владеет навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	Знать: схемы и устройства изделий микро- и наноэлектроники различного функционального назначения Уметь: подготавливать технические задания на выполнение проектных работ Владеть: навыками разработки архитектуры изделий микро- и наноэлектроники	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)

- Что является структурным элементом формата любой команды МПС?
 - регистр;
 - адрес ячейки;
 - операнд;
 - код операции (КОП).
- Широтно-импульсная модуляция, это...
 - изменение фазы сигнала с помощью модулируемого сигнала;
 - изменение амплитуды сигнала с помощью модулируемого сигнала;
 - изменение ширины импульса с помощью обратной связи;
 - изменение частоты с помощью амплитуды сигнала.
- Англоязычная аббревиатура ZCS обозначает
 - мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом токе;
 - мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевом напряжении;
 - мягкая коммутация с переключением транзистора при нулевой мощности.
- Возможна ли ситуация, когда на одном периоде ШИМ существует два изменяющихся фронта импульса?
 - да;
 - нет;
 - только при изменении частоты;
 - только при изменении амплитуды.
- Соотношение между коэффициентами передачи тока эмиттера «К_{Ие}» и коэффициент передачи тока базы «К_{Иб}» для схемы транзистора с «ОБ»
 - $1 - K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$;

- б) $K_{Ib} \cdot K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$;
 - в) $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 - K_{Ie})$;
 - г) $K_{Ib} = K_{Ie} / (1 + K_{Ie})$;
 - д) $K_{Ie} = K_{Ib} / (1 + K_{Ib})$.
6. Среднеквадратическое значение выпрямленного напряжения двухполупериодным выпрямителем равно:
- а) среднеквадратическому значению входного переменного напряжения;
 - б) половине среднеквадратического значения входного переменного напряжения;
 - в) удвоенному среднеквадратическому значению входного переменного напряжения;
 - г) половине среднеквадратического значения выходного напряжения.
7. Крутизна вольт-амперной характеристики является основным параметром:
- а) биполярного транзистора;
 - б) диода;
 - в) полевого транзистора;
 - г) катушки индуктивности.
8. Компаратор служит для определения
- а) моментов равенства двух напряжений;
 - б) степени запаздывания одного сигнала относительно другого;
 - в) разности двух напряжений;
 - г) суммирования двух сигналов.
9. Цифровые и аналоговые инверторы – это устройства, изменяющие фазу напряжения на:
- а) 90 градусов;
 - б) 180 градусов;
 - в) 270 градусов;
 - г) 45 градусов.
10. Мостовой выпрямитель является:
- а) двухполупериодным;
 - б) однополупериодным;
 - в) выпрямителем с удвоением напряжения;
 - г) цифровым устройством.
11. Скважностью называют:
- а) отношение периода импульса к длительности импульса;
 - б) отношение длительности импульса к периоду;
 - в) отношение периода импульса к длительности паузы;
 - г) отношение длительности импульса к длительности паузы.
12. В какой из трех схем включения (ОБ, ОЭ, ОК) биполярный транзистор обладает наибольшим коэффициентом усиления по мощности?
- а) ОК;
 - б) ОБ;
 - в) ОЭ;
 - г) ОЭ и ОК одинаково;
 - д) ОЭ и ОБ одинаково.
13. Ослабление сигнала на не резонансных частотах резонансного усилителя зависит от:
- а) коэффициента усиления;
 - б) добротности резонансного контура;
 - в) выходного сопротивления;
 - г) входного сопротивления.
14. Силовые преобразовательные инверторы – это устройства:
- а) преобразования переменного напряжения в постоянное;
 - б) преобразования импульсного напряжения в постоянное;
 - в) преобразования постоянного напряжения в переменное;
 - г) преобразования импульсного напряжения в переменное.

15. Коэффициент гармоник это:
- отношение действующего значения высших гармоник к действующему значению основной гармоники;
 - отношение максимального к действующему значению;
 - отношение действующего значения основной гармоники к действующему значению всей кривой;
 - отношение действующего к среднему по модулю значению.
16. В зависимости от характера коммутируемого сигнала электронные ключи разделяют на
- цифровые;
 - импульсные;
 - аналоговые;
 - усилительные.
17. Отрицательная обратная связь в усилителях используется с целью...
- повышения стабильности усилителя;
 - повышения коэффициента усилителя;
 - повышения размеров усилителя;
 - снижения напряжения питания.
18. Бифуркационным называется явление, при изменении параметров системы происходит
- количественное изменение выходных значений сигнала по амплитуде;
 - количественное изменение выходных значений сигнала по фазе;
 - качественное изменение выходного сигнала по форме (топологии);
 - изменение будущего состояния сигнала в зависимости от изменения его в прошлом.
19. Амплитудная модуляция это ...
- изменение фазы сигнала с помощью модулируемого сигнала;
 - изменение амплитуды сигнала с помощью модулируемого сигнала;
 - изменение амплитуды с помощью частоты сигнала;
 - изменение частоты с помощью амплитуды сигнала.
20. Какую функцию выполняет диодный мост в источниках питания?
- сглаживание;
 - стабилизация;
 - выпрямление;
 - понижение.

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)

- Опишите варианты реализации транзисторного ключа двусторонней проводимости: свойства, схемы включения, методика расчета.
- Когда нужны в схеме инвертора обратные диоды. На какое напряжение и на какой средний ток они выбираются?
- Сравните использование источников постоянного тока и источников постоянного напряжения: свойства, применение, методика расчета.
- Почему параллельный инвертор тока нормально работает только в определенном диапазоне коэффициента нагрузки?

5. Приведите пример транзисторного варианта инвертора тока.
6. Ключи коммутаторы аналоговых сигналов – особенности применения в аналоговых схемах управления преобразователем.
7. Как влияет на регулировочные характеристики сопротивление активных внутренних потерь?
8. Покажите цепь протекания тока нагрузки в регуляторе переменного напряжения в режиме вольтодобавки (вольтоотбавки)?
9. Опишите типовые схемы усилительных каскадов, их режимы работы.
10. Какие схемы инверторов вы знаете?
11. Чем определяется амплитуда и длительность сквозного тока в схеме инвертора с нагрузкой переменного тока и с выпрямительной нагрузкой?
12. В каких случаях возникает процесс энергообмена нагрузки с питающей сетью, и при каких условиях он возможен?
13. Драйверы для управления полевым транзистором – особенности применения, частотные и мощностные характеристики.
14. Приведите пример реализации трехфазного тиристорного инвертора тока.
15. В чем заключается особенность работы 3–фазного автономного инвертора, при работе его на активно-индуктивную нагрузку?
16. Драйверы для управления биполярным транзистором – особенности применения, частотные и мощностные характеристики.
17. У какого из 3–фазных автономных инверторов при отсутствии выходных фильтров наименьшие искажения выходного напряжения?
18. Схемотехника компараторов, особенности применения в системах управления.
19. Микроконтроллеры. Назначение, исходя из классификации по функциональному признаку.
20. Какие особенности вносит в работу автономного инвертора тока обратный управляемый выпрямитель по сравнению с неуправляемым выпрямителем?
21. В чем заключается особенность регулируемого однотактного инвертора, при работе на трансформаторную нагрузку?
22. Драйверы для одноключевых и полумостовых преобразователей – какие функции выполняют, возможности схемной реализации.
23. Как выглядит нагрузочная характеристика источника питания на базе регулируемого инвертора.
24. Как можно изменить точность поддержания выходного напряжения при воздействии дестабилизирующих факторов.

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. Рассчитать параметры силовых цепей и выбрать полупроводниковые приборы.

Задание 2. Рассчитать потери в полупроводниковых приборах преобразователей электрической энергии.

Задание 3. Рассчитать параметры электропривода с вентильным двигателем.

Задание 4. Рассчитать параметры драйверов силовых приборов.

Задание 5. Рассчитать параметры электропривода с асинхронным двигателем.

Задание 6. Подготовить математические модели силовых преобразователей для имитационного моделирования.

Задание 7. Выполнить имитационное моделирование системы: преобразователь частоты - электрическая машина.

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 (экзамен)

Вопросы к экзамену:

1. Интеллектуальная силовая электроника.
2. Мягкая и жесткая коммутация полупроводниковых приборов.
3. Технология управления устройствами промышленной электроники, обеспечивающая мягкую коммутацию.
5. Регулирование частоты вращения электроприводов переменного тока.
6. Преобразователи частоты в электроприводах.
7. Двойная модуляция электрической энергии.
8. Преобразователи альтернативной энергетики.
9. Драйверы и сенсорные средства.
10. Прямое цифровое управление устройствами силовой электроники.
11. Микроконтроллеры смешанного сигнала (DSP-процессоры Intel, Texas Instruments, Analog Devices, Motorola и др.).
12. Технологии перекачки жидких энергоносителей.
13. Энергосбережение в инженерных сетях коммунального хозяйства.
14. Электрические и тепловые сети.
15. Водоснабжение и водоотведение.

Критерии и шкала оценивания к промежуточной аттестации «экзамен»

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 четкие 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.

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.			