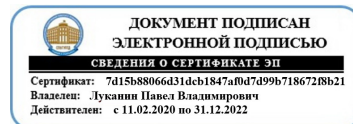


УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.04

(индекс дисциплины)

Силовая электроника

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **30** Автоматизированного электропривода и электротехники
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Профиль подготовки: **Электропривод и автоматика**

Уровень образования: **бакалавриат**

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	180		180
	Аудиторные занятия	68		18
	Лекции	34		8
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	34		10
	Самостоятельная работа	112		158
	Промежуточная аттестация			4
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	6		7
	Контрольная работа			7
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		5		5

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная						5				
Очно-заочная										
Заочная							5			

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным
государственным образовательным стандартом высшего образования
по направлению подготовки 130302 Электроэнергетика и электротехника

На основании учебных планов № b130302-3_20
 z130302-3_20

Кафедра-разработчик: Автоматизированного электропривода и электротехники

Заведующий кафедрой: Благодарный Н.С.

СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Автоматизированного электропривода и электротехники

Заведующий кафедрой: Благодарный Н.С.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая ☐ Обязательная ☐ Дополнительно ☐
является факультативом ☐
Вариативная ☒ По выбору ☐

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области силовой электроники, необходимые для изучения последующих профессиональных дисциплин, связанных с электроприводом и автоматизацией технологических процессов и производств.

1.3. Задача дисциплины

- Теоретическая и практическая подготовка будущих бакалавров для проектирования, испытания и эксплуатации устройств силовой электроники.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-3	способностью принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) классификацию, назначение, основные схемотехнические решения устройств силовой электроники; 2) принцип действия и особенности применения силовых полупроводниковых приборов. Уметь: 1) использовать полученные знания при решении практических задач по проектированию, испытаниям и эксплуатации устройств силовой электроники; 2) ставить и решать простейшие задачи моделирования силовых электронных устройств. Владеть: 1) навыками элементарных расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей; 2) навыками работы с выпрямителями однофазного и трехфазного тока.		
ПК- 6	способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности.	2
Планируемые результаты обучения Знать: 1) основные действия и алгоритмы управления в электронных преобразователях электрической энергии; 2) методы защиты силовых полупроводниковых приборов. Уметь: 1) проводить сравнительный анализ режимов выпрямления и инвертирования преобразователей; 2) анализировать работу выпрямителей при разном характере нагрузок. Владеть: 1) основными навыками работы с неуправляемыми и управляемыми выпрямителями; 2) некоторыми навыками работы с реверсивным электроприводом постоянного тока.		

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Общая энергетика (ПК-3)
- Теория автоматического управления (ПК-3)
- Электрические машины (ПК-3, ПК-6)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Выпрямители однофазного и трехфазного тока.			
Тема 1. Неуправляемые выпрямители. Однополупериодный выпрямитель. Однополупериодный выпрямитель с шунтирующим диодом. Двухполупериодный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активной нагрузкой. Выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активно-индуктивной нагрузкой. Мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой. Выпрямитель с активно-емкостной нагрузкой.	20		20
Тема 2. Управляемые выпрямители. Однополупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой. Двухполупериодный выпрямитель с RL-нагрузкой и противовздс. Коммутация тока и внешние характеристики однофазных управляемых выпрямителей. Полууправляемые выпрямители.	31		22
Тема 3. Выпрямители трехфазного тока. Неуправляемый выпрямитель с нулевым выводом трансформатора. Трехфазный мостовой неуправляемый выпрямитель (схема Ларионова). Трехфазный мостовой управляемый выпрямитель. Трехфазный мостовой полууправляемый выпрямитель. Диагностика трехфазных выпрямителей.	22		23
Текущий контроль 1. Контрольная работа.	1		
Учебный модуль 2. Инверторы тока, ведомые сетью.			
Тема 4. Однофазные инверторы тока. Назначение и принцип действия инверторов тока, ведомых сетью. Сравнительный анализ режимов выпрямления и инвертирования преобразователей.	23		23
Тема 5. Трехфазные инверторы тока. Трехфазный ведомый сетью инвертор со средней точкой трансформатора.	25		26
Текущий контроль 2. Контрольная работа.	1		
Учебный модуль 3. Способы управления преобразователями со встречно-параллельным соединением комплектов.			
Тема 6. Способы управления преобразователями. Раздельный способ управления преобразователями. Согласованный способ управления двухкомплектным реверсивным преобразователем с RL-нагрузкой. Работа преобразователя с согласованным способом управления при нагрузке на противовздс.	22		23
Тема 7. Реверсивный электропривод постоянного тока. Перекрестная и встречно-параллельная схемы соединения выпрямителей в реверсивном преобразователе. Внешние характеристики.	30		21
Текущий контроль 3. Контрольная работа.	1		18
Промежуточная аттестация по дисциплине. Контрольная работа.			4
Промежуточная аттестация по дисциплине. Зачет.	4		23
ВСЕГО:	180		180

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	6			7	1

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	6	6			7	1
3	6	6			7	2
4	6	4			7	1
5	6	6			7	1
6	6	3			7	1
7	6	3			7	1
ВСЕГО:		34				8

3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестр а	Объем (часы)	Номер семестр а	Объем (часы)	Номер семестр а	Объем (часы)
1	Расчет и анализ работы неуправляемых выпрямителей однофазного тока на активную, активно- индуктивную и емкостную нагрузки.	6	6			7	1
2	Расчет и анализ работы управляемых выпрямителей с RL- нагрузкой и противоздс.	6	6			7	2
3	Расчет и анализ коммутационных процессов трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.	6	6			7	1
4	Расчет и анализ коммутационных процессов трехфазного мостового управляемого выпрямителя.	6	4			7	1
5	Расчет и анализ коммутационных процессов трехфазного мостового полууправляемого выпрямителя.	6	6			7	1
6	Расчет и анализ работы инверторов тока, ведомых сетью.	6	3			7	2
7	Расчет и анализ работы и способ управления преобразователями с встречно-параллельным соединением комплектов.	6	3			7	2
ВСЕГО:			34				10

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрены

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрены

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1-3	Контрольная работа	6	3			7	1

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	79			7	80
Подготовка к практическим занятиям	6	29			7	74
Выполнение контрольной работы	6				7	4
Подготовка к зачету	6	4			7	4
ВСЕГО:		112				162

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Не предусмотрены

7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

☒

балльно-рейтинговая

☐

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника [Электронный ресурс]/ Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С.— Электрон. текстовые данные.— М.: Техносфера, 2013.— 228 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876> — ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

2. Силовая электроника [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторным работам №1-3 на стенде НТЦ-07.25/ — Электрон. текстовые данные.— Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2013.— 64 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22933> — ЭБС «IPRbooks»

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Кулик В.Д. Силовая электроника. Автономные инверторы, активные преобразователи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кулик В.Д.— СПб.: СПбГТУРП, 2010.— 90с. <http://www.nizrp.narod.ru/silovelekt.pdf>
2. Кулик В.Д. Аномальные режимы работы полупроводниковых выпрямителей и их диагностика [Текст]: учебное пособие/ Кулик В.Д., Королев В.И.— СПб.: СПбГТУРП, 2012.— 114с. <http://www.nizrp.narod.ru/anomregimy.pdf>

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» . [Электронный ресурс] URL: <http://window.edu.ru/>

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Специализированная аудитория с мультимедийным комплексом

2. Лаборатория электроники: учебные лабораторные стенды, укомплектованные необходимыми электроизмерительными и электронными устройствами для исследования электронных приборов и схем.
3. Специализированная аудитория для самостоятельной работы студентов с выходом в интернет и доступом в электронную библиотеку университета.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Для демонстрации на лекциях используются плакаты, раздаточные материалы.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Работа с теоретическим материалом (конспекты, учебники). Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или на практическом занятии.
Практические занятия	Просмотр рекомендуемой литературы, подготовка к решению задач по теме практического занятия.
Самостоятельная работа	Эта работа предполагает расширение и закрепление знаний, умений и навыков, усвоенных на указанных выше аудиторных занятиях, путем самостоятельной проработки учебно-методических материалов по дисциплине и другим источникам информации, включая информационные ресурсы сети «Интернет»; подготовки к контрольным работам, зачету. Самостоятельная работа выполняется индивидуально, а также может проводиться под руководством преподавателя.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-3 (2)	1. Имеет достаточное представление о базовых элементах силовой электроники, принципе их действия и особенностях применения. 2. Показывает способность участвовать в проектировании систем автоматизированного электропривода. 3. Использует теоретические знания для расчетов и испытаний силовых электронных преобразователей.	1. Устное собеседование. 2. Практическое задание.	1. Перечень вопросов к зачету (24 вопроса). 2. Практические задания (24 задания).
ПК-6 (2)	1. Излагает теоретические положения относительно режимов работы типовых устройств силовой электроники. 2. Демонстрирует умение анализировать работу устройств силовой электроники в выбранном режиме. 3. Показывает способность рассчитывать	1. Устное собеседование. 2. Практическое задание.	1. Перечень вопросов к зачету (24 вопроса). 2. Практические задания (24 задания).

	характеристики и параметры соответствующих режимов работы устройств силовой электроники.		
--	--	--	--

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
Зачтено	Обучающийся показывает хорошие знания базовых устройств силовой электроники: управляемых и неуправляемых выпрямителей однофазного и трёхфазного тока; свободно ориентируется в способах управления преобразователями, в схемах и характеристиках реверсивного электропривода постоянного тока; усвоил основную учебную литературу и знаком с дополнительной.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины: не может объяснить работу схем выпрямителей и их временные диаграммы, не знает основные способы управления преобразователями; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной учебной литературой; допускает при ответах на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.

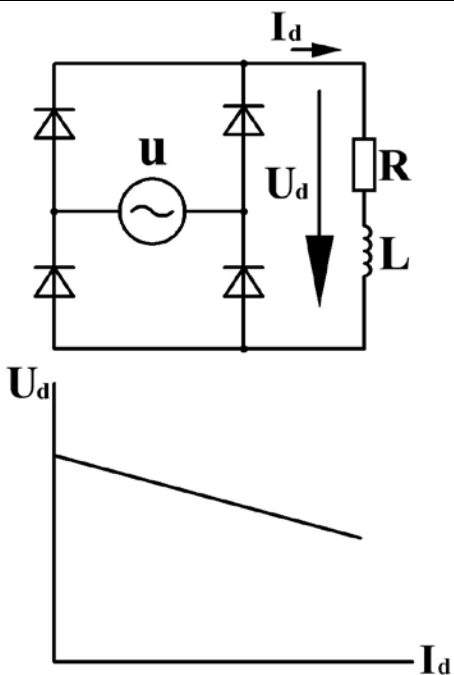
10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

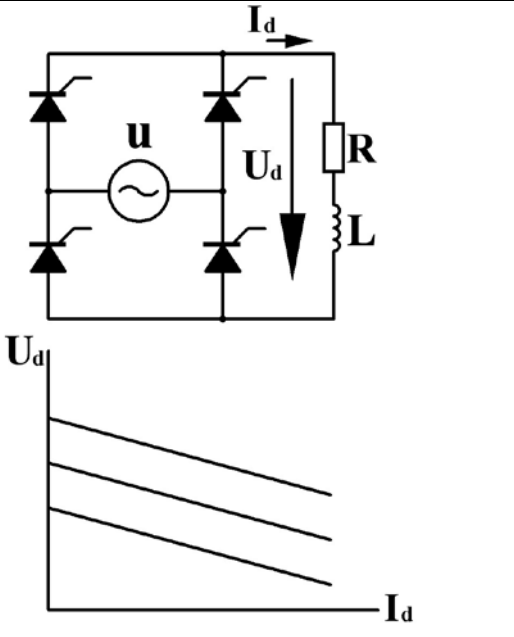
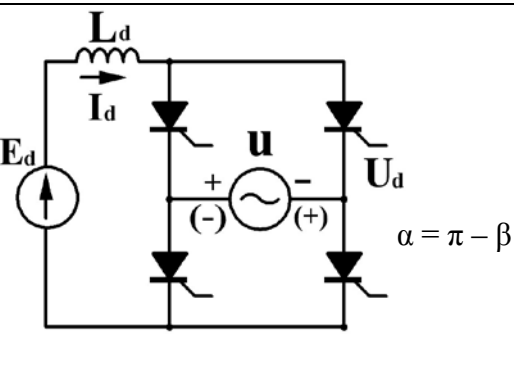
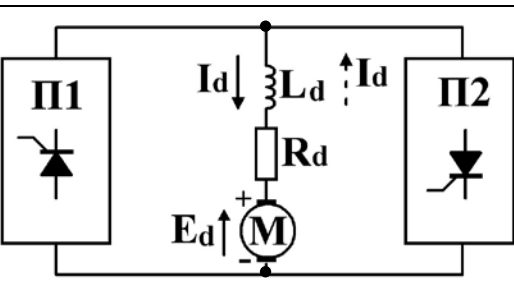
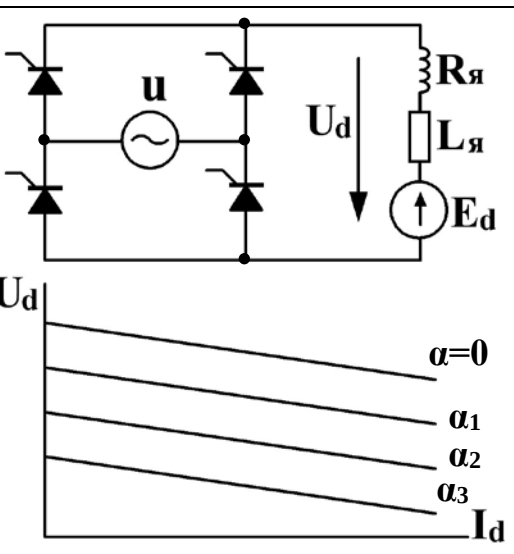
10.2.1. Перечень вопросов к зачету, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Силовые полупроводниковые приборы, их классификация.	1
2	Однополупериодный неуправляемый выпрямитель с активной и активно-индуктивной нагрузкой. Принцип действия, основные соотношения, временные диаграммы.	1
3	Однополупериодный неуправляемый выпрямитель с шунтирующим диодом и его временные диаграммы.	1
4	Однофазный мостовой выпрямитель с активной нагрузкой. Расчёт и характеристики.	1
5	Расчет и характеристики двухполупериодного однофазного выпрямителя с нулевым выводом трансформатора и активной нагрузкой.	1
6	Однофазный мостовой выпрямитель с активно-индуктивной нагрузкой. Расчет и характеристики.	1
7	Однофазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора и активно-индуктивной нагрузкой.	1
8	Однофазный двухполупериодный неуправляемый выпрямитель при активно-емкостной нагрузке.	1
9	Принцип действия и характеристики однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя на однооперационных тиристорах с RL-нагрузкой.	1
10	Принцип действия и характеристики двухполупериодного управляемого выпрямителя с RL-нагрузкой и противоЭДС.	2
11	Коммутационные процессы и внешние характеристики однофазного управляемого выпрямителя.	2
12	Принцип действия и характеристики однофазных полууправляемых выпрямителей.	2

13	Неуправляемый трехфазный выпрямитель с нулевым выводом трансформатора.	3
14	Принцип действия и расчет трехфазного мостового неуправляемого выпрямителя.	3
15	Принцип действия и расчет трехфазного мостового управляемого выпрямителя. Внешние характеристики.	3
16	Принцип действия и расчет трехфазных мостовых полууправляемых выпрямителей (несимметричный).	3
17	Принцип действия и назначение инверторов тока, ведомых сетью.	4
18	Сравнительный анализ режимов выпрямления и инвертирования тиристорных преобразователей.	4
19	Совмещенные внешние характеристики преобразователя (инвертор-выпрямитель).	4
20	Принцип действия трехфазного ведомого сетью инвертора тока с нулевым выводом трансформатора.	5
21	Принцип действия раздельного способа управления двухкомплектных тиристорных преобразователей.	6
22	Принцип действия согласованного способа управления двухкомплектного тиристорного преобразователя.	6
23	Работа тиристорного преобразователя с согласованным способом управления при нагрузке на противоЭДС.	6
24	Принцип действия и характеристики реверсивного электропривода постоянного тока.	7

10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответы
1	Нарисовать схему двухполупериодного однофазного неуправляемого выпрямителя с активно-индуктивной нагрузкой и внешнюю характеристику выпрямителя.	

2	Нарисовать схему двухполупериодного однофазного управляемого выпрямителя на однооперационных тиристорах с активно-индуктивной нагрузкой и его внешнюю характеристику при различных значениях угла управления α .	
3	Нарисовать схему однофазного мостового инвертора тока, ведомого сетью. Как связаны между собой углы управления α и опережения β ?	
4	Нарисовать схему раздельного способа управления преобразователями для электропривода постоянного тока.	
5	Изобразить внешние характеристики выпрямителя в электроприводах постоянного тока и его схему.	

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная ☒ письменная ☐ компьютерное тестирование ☐ иная* ☐

10.3.3. Особенности проведения зачета

- Возможность пользоваться справочными таблицами, справочниками по элементам силовой электроники;
- Время на подготовку ответа 30 минут.