Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет имени В.А. Бондаренко»

Кафедра автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.Э.1.1 Полупроводниковые преобразователи энергии»

Уровень высшего образования

МАГИСТРАТУРА

Направление подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки)

Электромеханические комплексы и их исследование
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Магистр

Форма обучения
Очная

Год набора 2026

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.В.Э.1.1 Полупроводниковые преобразователи энергии*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники
наименование кафедры

протокол № 5 от "23" января 2026 г.

Заведующий кафедрой
автоматизированного электропривода, электромеханики и электротехники — А.С. Безгин
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

доцент — Э.Л. Греков
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Научный руководитель магистерской программы — Э.Л. Греков
личная подпись *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству института
С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Греков Э.Л., 2026
© ОГУ, 2026

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование навыков выбора и расчета полупроводниковых приборов и схем при проектировании преобразователей энергии.

Задачи:

– ознакомить с принципами построения и функционирования полупроводниковых преобразователей электроэнергии;

– научить оценивать тепловые и мощностные потери в проектируемых преобразователях энергии;

– научить основным методам и методикам выбора и расчёта составных частей проектируемых преобразователей энергии;

– научить работать с типовыми схемами полупроводниковых преобразователей энергии.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам (модулям) по выбору вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)».

Пререквизиты дисциплины: *Отсутствуют.*

Постреквизиты дисциплины: *Отсутствуют.*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК*-1 Способен проводить научно-исследовательскую деятельность в области электроэнергетики и электротехники	ПК*-1-В-1 Демонстрирует навыки использования научно-технических методов решения инженерных задач ПК*-1-В-3 Использует методы исследования и анализа временных статических и динамических характеристик электромеханических комплексов и автоматизированных систем управления	**Знать:** – типовые схемы преобразователей энергии. – принцип работы и расчёт полупроводниковых преобразователей энергии. – принципы работы полупроводниковых приборов. – характеристики преобразователей энергии. **Уметь:** – использовать знания о полупроводниковых приборах и устройствах на их основе в профессиональной деятельности; – проводить тепловой расчёт преобразователей энергии. – составлять эквивалентные схемы замещения. – рассчитывать параметры полупроводниковых приборов для различных режимов работы. **Владеть:** – способностью читать схемы полупроводниковых преобразователями энергии.

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		– навыками анализа работы преобразователей энергии.
ПК*-4 Способен применять современное программное обеспечение для проектирования и моделирования объектов профессиональной деятельности	ПК*-4-В-1 Применяет современное математическое, CAD, САПР программное обеспечение для проектирования и моделирования объектов профессиональной деятельности	**Знать:** - возможности специализированного ПО по проектированию и моделированию преобразователей энергии **Уметь:** - отображать схемы электрических принципиальные силовых частей преобразователей энергии **Владеть:** – навыками расчёта тепловых и мощностных потерь полупроводниковых приборов и преобразователей с использованием специализированного ПО

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	3 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**108**	**108**
Контактная работа:	**38,5**	**38,5**
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Консультации	1	1
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- подготовка к лабораторным занятиям;* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к рубежному контролю.*	**69,5** +	**69,5**
Вид итогового контроля	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Место полупроводникового преобразователя в электроэнергетической установке	14	2	–	–	12
2	Силовые полупроводниковые приборы	22	4	2	4	12
3	Преобразование переменного тока в постоянный	22	4	4	2	12
4	Преобразование постоянного тока в постоянный	14	2	–	–	12
5	Преобразование постоянного тока в переменный	22	4	4	2	12
6	Преобразование переменного тока в переменный	14	2	–	–	12
	Итого:	108	18	10	8	72
	Всего:	108	18	10	8	72

4.2 Содержание разделов дисциплины

1 Раздел. Место полупроводникового преобразователя в электроэнергетической установке

Место преобразователя в электроэнергетической установке. Основные типы применяемых полупроводниковых преобразователей и силовых полупроводниковых ключей.

2 Раздел. Силовые полупроводниковые приборы

Диод. Основные характеристики и справочные данные. Эквивалентная схема замещения. Расчет потерь мощности. Тиристор. Основные характеристики и справочные данные. Эквивалентная схема замещения. Расчет потерь мощности. Силовые полевые транзисторы. МДП – транзистор. Основные характеристики и справочные параметры. Расчет потерь мощности в режиме включения, выключения и открытом состоянии. Биполярный транзистор с изолированным затвором БТИЗ (IGBT). Основные характеристики и справочные параметры. Расчет потерь мощности в режиме включения, выключения и открытом состоянии. Тепловой расчет.

3 Раздел. Преобразование переменного тока в постоянный

Неуправляемый выпрямитель – трехфазная мостовая схема. Принцип работы и расчета. Энергетические характеристики. Управляемый выпрямитель – трехфазная мостовая схема. Принцип работы и расчета. Расчет выходного фильтра. Энергетические характеристики. Коммутационные процессы в трехфазном выпрямителе. Влияние коммутационных процессов на внешнюю и регулировочную характеристику. Зависимый инвертор. Принцип работы. Внешняя и регулировочная характеристики. Принципы построения систем импульсно-фазового управления выпрямителей

4 Раздел. Преобразование постоянного тока в постоянный

Импульсный преобразователь постоянного напряжения понижающий. Принцип работы. Выходная и регулировочная характеристики. Методика выбора силовых элементов и расчет выходного фильтра. Импульсный преобразователь постоянного напряжения повышающий. Принцип работы. Выходная и регулировочная характеристики. Методика выбора силовых элементов и расчет выходного фильтра.

5 Раздел. Преобразование постоянного тока в переменный

Однофазный мостовой инвертор напряжения. Принцип работы. Методы регулирования выходного напряжения (амплитудное регулирование, ШИМ). Эквивалентная схема и методика расчета однофазного мостового инвертор напряжения с LCвыходным фильтром. Метод первой гармоники. Расчет режимов работы и выбор силовых ключей инвертора. Расчет потерь мощности в силовых ключах в открытом состоянии и в режиме переключения (включения, выключения). Принцип построения и работы трехфазного автономного инвертора напряжения. Преобразователь частоты со звеном постоянного тока. Принцип построения и работы.

6 Раздел. Преобразование переменного тока в переменный

Преобразователь частоты с непосредственной связью. Принцип построения и работы. Преобразователи частоты с промежуточным звеном постоянного тока звеном постоянного тока. Принцип построения и работы.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	2	Управление силовым IGBT транзистором	2
2	2	Управление силовым тиристором	2
3	3	Схемотехника управляемого выпрямителя	2
4	5	Схемотехника преобразователя частоты АИН	2
		Итого:	8

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1,2	2	Специализированное ПО для расчета тепловых режимов силовых ключей преобразователей	2
3,4	3	Расчет неуправляемого трехфазного мостового выпрямителя	4
5	5	Расчет мостового автономного транзисторного инвертора напряжения	4
		Итого:	10

4.5 Курсовая работа (1 семестр)

В курсовой работе необходимо:

1. Построение блок-схемы системы фазового управления вентилями выпрямителя.
2. Расчет номинального рабочего режима выпрямителя.
3. Построение временных диаграмм работы выпрямителя по расчетным данным режима и графическое определение величины пульсаций выпрямленного напряжения при $\alpha = 0$.
4. Построение регулировочной и внешних характеристик выпрямителя для режима номинальной нагрузки.
5. Расчет энергетических характеристик выпрямителя: Kv , KI , Kp, cos ϕ и определение их зависимостей от α.
6. Расчет гармонического состава и коэффициентов искажения синусоидальности фазных токов и напряжений выпрямителя при $\alpha = 0$.
7. Расчет баланса мощностей выпрямителя для $\alpha = 0$.
8. Выбор вентилей выпрямителя и проверка их теплового режима в статическом режиме и в повторно-кратковременном режиме ____ вкл./час, считая длительность включенного и выключенного состояний одинаковыми.
9. Расчет параметров силового фильтра.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

1. Сергеев А.И. Системы промышленной автоматизации [Электронный ресурс]: учебное пособие для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств, 27.04.03 Системный анализ и управление, 27.04.04 Управление в технических системах / [А. И. Сергеев и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3.57 Мб). - Оренбург: ОГУ, 2017. - 105 с. - ISBN 978-5-7410-1863-7. – Режим доступа: - Режим доступа: http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/58962_20171108.pdf - ISBN 978-5-7410-1863-7

2. Розанов, Ю. К. Силовая электроника [Текст]: учеб. для вузов / Ю. К. Розанов, М. В. Рябчицкий, А. А. Кваснюк.- 2-е изд., стер. - М. : МЭИ, 2009. - 632 с. : ил. - Библиогр.: с. 616-620. - Прил.: с. 621-632. - ISBN 978-5-383-00403-6.

5.2 Дополнительная литература

1. Воронин, П. А. Силовые полупроводниковые ключи [Текст]: семейства, характеристики, применение / П. А. Воронин.- 2-е изд. - М. : Додэка-XXI, 2005. - 381 с. : ил. - Библиогр.: с. 374-379. - ISBN 5-94120-087-0.

2. Попков, О.З. Основы преобразовательной техники [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / О. З. Попков.- 3-е изд., стер. - М.: МЭИ, 2010. - 200 с. - ISBN 978-5-383-00402-9.

5.3 Периодические издания

1 Радиотехника и электроника : журнал. - М. : Академиздатцентр " Наука" РАН.

5.4 Интернет-ресурсы

http://www.power-e.ru/ - сайт журнала «Силовая электроника». Статьи по проблемам проектирования и применения современной преобразовательной техники в различных отраслях промышленности.

http://www.mitsubishielectric.com - технические данные по силовым транзисторам, тиристорам и диодам. Примеры построения силовых частей преобразователей. http://www.epcos.com - технические данные по электролитическим и снабберным конденсатора.

http://www.avagotech.com – технические данные по оптоэлектронным приборам, оптопарам и драйверам.

http://www.electronix.ru – форум разработчиков электроники

http://www.kit-e.ru – Журнал «Компоненты и технологии»

http://www.efo.ru – Электронные компоненты

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система Windows (в рамках лицензионного соглашения OVS-ES)

2. Open Office/LibreOffice - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

3. http://www.semikron.com/ - технические базы данных по силовым транзисторам, тиристорам и диодам. Примеры построения силовых частей преобразователей.

4. https://plex.infineon.com/plexim/ipmmotor.html - онлайн симулятор режимов работы силовой части преобразователей частоты

5. https://plex.infineon.com/plexim/igbtmotor.html - онлайн симулятор режимов работы силовой части преобразователей частоты

6. https://www.infineon.com/cms/en/tools/landing/iposim.html - онлайн калькулятор тепловых режимов силовой части полупроводниковых преобразователей энергии. Доступно после регистрации

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории используются для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций и текущего контроля.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели (столы, стулья), техническими средствами обучения (компьютеры и проекторы), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных и практических занятий используется компьютерный класс, оснащенный: проектором, одиннадцатью компьютерами и соответствующим комплектом мебели, и специализированная аудитория, оснащенная лабораторными стендами с компьютерным управлением.