

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Проектирование и эксплуатация объектов энергетики (системы энергоснабжения, электрооборудование электромобилей и автомобилей с комбинированными установками, электрические аппараты станций и подстанций)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОННЫЕ АППАРАТЫ И КОМПЛЕКСЫ В
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.03.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	9 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	9 семестр - 8 часов;
Практические занятия	9 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	9 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	9 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	9 семестр - 1,2 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	9 семестр - 0,3 часа;

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецова Е.А.
	Идентификатор	Re7bf1ad9-KuznetsovaYA-c9331b9

Е.А. Кузнецова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Михеев Д.В.
	Идентификатор	Re17531c2-MikheevDV-e437ec4f

Д.В. Михеев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение многообразия силовых электронных аппаратов, их функций, процессов и явлений, связанных с их работой.

Задачи дисциплины

- формирование представления об основных типах силовых полупроводниковых приборов;
изучение характеристик силовых электронных ключей;
приобретение навыков расчета базовых схем электронных регуляторов;
изучение основных схем силовых электронных преобразователей электрической энергии.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-2 Способен участвовать в эксплуатации и проектировании отдельных разделов энергетических объектов	ИД-1 _{ПК-2} Демонстрирует способность участвовать в эксплуатации и проектировании отдельных разделов энергетических объектов	знать: - элементную базу электронных аппаратов и основные характеристики силовых электронных ключей; - схемы, структуры и принципы работы электронных регуляторов и силовых электронных преобразователей электрической энергии. уметь: - выполнять теоретический анализ работы силовых электронных устройств и определять параметры элементов схем регуляторов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Проектирование и эксплуатация объектов энергетики (системы энергоснабжения, электрооборудование электромобилей и автомобилей с комбинированными установками, электрические аппараты станций и подстанций) (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать теоретические основы электротехники, высшую математику;
- уметь применять физико-математический аппарат для теоретического анализа работы электрических цепей.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Силовые электронные ключи	22.3	9	2	-	-	-	-	-	0.3	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> изучение основного и дополнительного материала на основе лекций и учебников. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 255-286 [2], 8-26 [3], 30-90
1.1	Принцип действия, классификация и характеристики полупроводниковых приборов	11.2		1	-	-	-	-	-	0.2	-	10	-	
1.2	Режимы работы силовых электронных ключей	11.1		1	-	-	-	-	-	0.1	-	10	-	
2	Методика расчета параметров цепей, содержащих электронные аппараты	24.2		2	-	2	-	-	-	0.2	-	20	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> повторение теории по теме "Методы расчета переходных процессов в электрических цепях" из курса "Теоретические основы электротехники". <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 287-299
2.1	Расчет токов и напряжений при коммутации активно- индуктивной нагрузки	12.1		1	-	1	-	-	-	0.1	-	10	-	
2.2	Расчет токов и напряжений при коммутации активно- емкостной нагрузки	12.1		1	-	1	-	-	-	0.1	-	10	-	
3	Регуляторы постоянного тока	37.3		2.0	-	2	-	-	-	0.5	-	32.8	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> изучение лекционного материала по теме "Импульсные регуляторы постоянного тока". <u>Подготовка к контрольной работе:</u> изучение материалов практических занятий
3.1	Классификация и параметры регуляторов	10.6		0.5	-	-	-	-	-	0.1	-	10	-	

	постоянного тока												и проработка материалов учебника (примеров решения задач и заданий для самостоятельного решения).
3.2	Понижающий регулятор постоянного тока	11.7	0.5	-	1	-	-	-	0.2	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.3	Повышающий и инвертирующий регуляторы постоянного тока	15.0	1	-	1	-	-	-	0.2	-	12.8	-	[1], 377-401 [2], 179-192, 199-205
4	Преобразователи электрической энергии. Инверторы напряжения	22.2	2	-	-	-	-	-	0.2	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> изучение основного и дополнительного материала на основе лекций и учебников.
4.1	Однофазный инвертор напряжения	11.1	1	-	-	-	-	-	0.1	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
4.2	Трехфазный инвертор напряжения	11.1	1	-	-	-	-	-	0.1	-	10	-	[2], 108-118, 145-152
	Экзамен	38.0	-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.0	8.0	-	4	-	2	-	1.2	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.0	8.0	-	4		2		1.2	0.3		128.5	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Силовые электронные ключи

1.1. Принцип действия, классификация и характеристики полупроводниковых приборов
Режимы работы силовых электронных ключей. Принцип действия и основные характеристики диодов, тиристоров и транзисторов. Идеализированные статические вольт-амперные характеристики (ВАХ).

1.2. Режимы работы силовых электронных ключей

Математические модели ключей в режимах включения и выключения, динамические ВАХ.

2. Методика расчета параметров цепей, содержащих электронные аппараты

2.1. Расчет токов и напряжений при коммутации активно-индуктивной нагрузки

Классический метод расчета переходных процессов в электрической цепи постоянного тока с индуктивным накопителем энергии.

2.2. Расчет токов и напряжений при коммутации активно-емкостной нагрузки

Классический метод расчета переходных процессов в электрической цепи постоянного тока с емкостным накопителем энергии.

3. Регуляторы постоянного тока

3.1. Классификация и параметры регуляторов постоянного тока

Стабилизаторы напряжения непрерывного действия и импульсные регуляторы постоянного тока.

3.2. Понижающий регулятор постоянного тока

Электрическая схема, принцип действия, режимы работы и характеристики понижающего регулятора.

3.3. Повышающий и инвертирующий регуляторы постоянного тока

Электрическая схема, принцип действия, режимы работы и характеристики повышающего и инвертирующего регуляторов постоянного тока.

4. Преобразователи электрической энергии. Инверторы напряжения

4.1. Однофазный инвертор напряжения

Однофазная мостовая схема, принцип действия инвертора. Регулирование напряжения посредством изменения ширины импульсов, принцип синусоидальной широтно-импульсной модуляции (ШИМ) напряжения.

4.2. Трехфазный инвертор напряжения

Трехфазная мостовая схема, принцип действия инвертора. Управление методом 180 - градусной коммутации. Синусоидальная широтно-импульсная модуляция в трехфазном инверторе.

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет токов и напряжений при коммутации цепей постоянного тока;
2. Анализ схем импульсных регуляторов постоянного тока.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
схемы, структуры и принципы работы электронных регуляторов и силовых электронных преобразователей электрической энергии	ИД-1ПК-2			+	+	Тестирование/КМ по теме "Регуляторы постоянного тока и инверторы"
элементную базу электронных аппаратов и основные характеристики силовых электронных ключей	ИД-1ПК-2	+	+			Тестирование/КМ по теме "Силовые электронные ключи"
Уметь:						
выполнять теоретический анализ работы силовых электронных устройств и определять параметры элементов схем регуляторов	ИД-1ПК-2			+		Контрольная работа/КМ по теме "Расчет импульсного регулятора постоянного тока"

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

9 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ по теме "Регуляторы постоянного тока и инверторы" (Тестирование)
2. КМ по теме "Силовые электронные ключи" (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ по теме "Расчет импульсного регулятора постоянного тока" (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №9)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

В диплом выставляется оценка за 9 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Электрические и электронные аппараты : учебник и практикум для академического бакалавриата, для вузов по инженерно-техническим направлениям и специальностям / отв. ред. П. А. Курбатов. – М. : Юрайт, 2016. – 440 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-5890-4.;
2. Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов ; ред. Ю. К. Розанов. – М. : Юрайт, 2018. – 206 с. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-9440-7.;
3. Розанов Ю. К., Воронин П. А., Рывкин С. Е., Чаплыгин Е. Е.- "Справочник по силовой электронике", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2014 - (474 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72289.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" -
http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-2006, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электронные аппараты и комплексы в электроэнергетике

(название дисциплины)

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ по теме "Силовые электронные ключи" (Тестирование)

КМ-2 КМ по теме "Регуляторы постоянного тока и инверторы" (Тестирование)

КМ-3 КМ по теме "Расчет импульсного регулятора постоянного тока" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
		Неделя КМ:	6	10	14
1	Силовые электронные ключи				
1.1	Принцип действия, классификация и характеристики полупроводниковых приборов		+		
1.2	Режимы работы силовых электронных ключей		+		
2	Методика расчета параметров цепей, содержащих электронные аппараты				
2.1	Расчет токов и напряжений при коммутации активно-индуктивной нагрузки		+		
2.2	Расчет токов и напряжений при коммутации активно-емкостной нагрузки		+		
3	Регуляторы постоянного тока				
3.1	Классификация и параметры регуляторов постоянного тока			+	
3.2	Понижающий регулятор постоянного тока			+	+
3.3	Повышающий и инвертирующий регуляторы постоянного тока			+	+
4	Преобразователи электрической энергии. Инверторы напряжения				
4.1	Однофазный инвертор напряжения			+	
4.2	Трехфазный инвертор напряжения			+	
Вес КМ, %:			30	30	40