

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
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02.03.01
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	Крюков К.В.
	Идентификатор	Rb30e87a2-KriukovKV-9a471f61

К.В. Крюков

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 электрических аппаратов низкого напряжения, их функций, процессов и явлений, связанных с их работой.

Задачи дисциплины

- освоение теоретических основ физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов разных видов, а именно: теории электромагнитных, электродинамических явлений, теории процессов коммутации электрических цепей, теории процессов тепло- и массообмена;
- изучение различных видов и областей применения электрической аппаратуры;
- приобретение навыков обоснования конкретных технических решений при последующем конструировании систем распределения электрической энергии и управления потоками энергии на уровне конечного потребления;
- формирование представления о современных низковольтных электрических аппаратах;
- приобретение навыков выбора аппаратуры управления и распределения 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-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1ПК-1 знает характеристики элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов	знать: - базовые понятия электротехники; - теоретические основы физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов; - классификацию, функции и области применения электрических аппаратов низкого напряжения как средства защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем. уметь: - выбирать аппараты управления и распределения электрической энергии в соответствии с заданными техническими требованиями и обосновывать принятие конкретных технических решений при разработке и проектировании электротехнических устройств на основе электрических аппаратов низкого напряжения.

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 основные законы физики по электромагнитным и тепловым явлениям
- знать теоретические основы электротехники
- уметь осуществлять поиск информации в технической литературе и каталогах
- уметь оформлять результаты работы с использованием современных текстовых редакторов и CAD программ

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	Модуль 1. Электрические аппараты защиты и управления. Устройство, принцип действия, основные характеристики.	27	9	2	-	-	-	-	-	-	-	25	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение теоретического материала для подготовки к лекциям. Перед каждой лекцией студенту, в соответствии с указанием преподавателя, необходимо познакомиться с разделами учебника. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов лекций и литературы для подготовки к тестированию и защите лабораторных работ <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение теоретического материала, подготовка к проведению эксперимента и оформлению отчета о выполнении лабораторной работы. <u>Подготовка курсовой работы:</u> Изучение теоретического материала, выполнение расчетов, выбор электрических аппаратов, оформление РПЗ, оформление графического материала. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 15-23, 57-58 [3], 4-28 [4], 5-8
1.1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы	16		1	-	-	-	-	-	-	-	15	-	
1.2	Применение электрических и электронных аппаратов в системах электропитания, электропривода и электрического оборудования.	11		1	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
2	Модуль 2. Электрические	25.8		3	-	-	-	-	-	-	-	22.8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>

	аппараты низкого напряжения. Устройство, принцип действия, основные характеристики.												[2], 24-93
2.1	Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии при низком напряжении	14.8	2	-	-	-	-	-	-	-	12.8	-	
2.2	Электромеханические аппараты управления	11	1	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Модуль 3. Основные подходы к выбору электрических аппаратов.	25.2	-	-	4	-	-	-	1.2	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 31-75
3.1	Основные подходы к выбору электрических аппаратов.	13.2	-	-	2	-	-	-	1.2	-	10	-	
3.2	Обоснование выбора аппаратов защиты. Построение карты селективности.	12	-	-	2	-	-	-	-	-	10	-	
4	Модуль 4. Физические основы работы электрических аппаратов	28	3	-	-	-	-	-	-	-	25	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Изучение материалов лекций и литературы для подготовки к тестированию и защите лабораторных работ <u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Изучение теоретического материала, подготовка к проведению эксперимента и оформлению отчета о выполнении лабораторной работы. <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение теоретического материала для подготовки к лекциям. Перед каждой лекцией студенту, в соответствии с указанием преподавателя, необходимо ознакомиться с разделами
4.1	Тепловые процессы в электрических аппаратах	10	1	-	-	-	-	-	-	-	9	-	
4.2	Электрические контакты. Процесс коммутации	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
4.3	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	

														учебника. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 238-240, 349-351, 430, 528-531 [2], 94-224 [4], 9, 34-38, 96-102
	Экзамен	38.0		-	-	-	-	2	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.0		8	-	4	-	2	-	1.2	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.0		8	-	4	2		1.2	0.3		128.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Модуль 1. Электрические аппараты защиты и управления. Устройство, принцип действия, основные характеристики.

1.1. Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы

Общие понятия об электрических и электронных аппаратах. Классификация электрических и электронных аппаратов по назначению, по току и напряжению, по области применения..

1.2. Применение электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения, электропривода и электрического оборудования.

Применение электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения, электропривода и электрического оборудования..

2. Модуль 2. Электрические аппараты низкого напряжения. Устройство, принцип действия, основные характеристики.

2.1. Электромеханические аппараты систем распределения электрической энергии при низком напряжении

Устройство и принципы действия, основные параметры предохранителей, автоматических выключателей, электромагнитных и тепловых расцепителей. Защитные характеристики, выбор уставок. Селективность токовая и временная. Назначение и принцип действия аппаратуры защитного отключения (ВДТ). Схемы подключения ВДТ. Выбор автоматических выключателей и ВДТ..

2.2. Электромеханические аппараты управления

Устройство и принципы действия, основные параметры контакторов, пускателей, электромагнитных и тепловых реле. Категории применения контакторов. Классы расцепления тепловых реле. Выбор контакторов, пускателей и тепловых реле для управления электродвигателями..

3. Модуль 3. Основные подходы к выбору электрических аппаратов.

3.1. Основные подходы к выбору электрических аппаратов.

Основные подходы к выбору электрических аппаратов защиты и управления. Виды электрических аппаратов, их назначение, технические характеристики..

3.2. Обоснование выбора аппаратов защиты. Построение карты селективности.

Обоснование выбора аппаратов защиты. Построение карты селективности..

4. Модуль 4. Физические основы работы электрических аппаратов

4.1. Тепловые процессы в электрических аппаратах

Источники теплоты в электрических аппаратах. Способы передачи теплоты. Уравнение Ньютона-Рихмана. Стационарный тепловой режим. Дифференциальное уравнение нагрева и остывания, постоянная времени переходного процесса. Повторно-кратковременный режим и коэффициент перегрузки. Условие адиабатического нагрева. Кривые адиабатического нагрева проводниковых материалов. Термическая стойкость электрических аппаратов..

4.2. Электрические контакты. Процесс коммутации

Понятие электрического контакта. Площадка соприкосновения. Модель Хольма. Сопротивление электрического контакта. Влияние контактов на нагрев проводников. Сваривание контактов. Контактные материалы. Силы Двайта и способы их компенсации в электрических аппаратах. Физические процессы в электрической дуге. Условия отключения электрической цепи постоянного и переменного тока..

4.3. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов

Силы Ампера – электродинамические усилия. Электродинамические усилия при переменном токе. Электродинамическая стойкость электрических аппаратов. Связь электродинамической стойкости с включающей способностью..

3.3. Темы практических занятий

1. Аппараты защиты. Основные характеристики, подходы к выбору.;
2. Аппараты управления. Основные характеристики, подходы к выбору..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. 1. Получение задание на выполнение курсового проекта, пояснения по выполнению курсового проекта. 2. Расчет параметров трансформатора. Токов нагрузки. Выбор кабелей. Расчет падений напряжений в линиях. Расчет токов коротких замыканий. 3. Выбор модульных аппаратов (автоматический выключатель, выключатель дифференциального тока, автоматический выключатель дифференциального тока). 4. Выбор автоматического выключателя защиты двигателя, теплового реле, контактора электромагнитного. 5. Выбор силовых автоматических выключателей. Построение карты селективности. 6. Построение однолинейной схемы. Выполнение чертежа низковольтного комплектного устройства.

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:						
классификацию, функции и области применения электрических аппаратов низкого напряжения как средства защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем	ИД-1ПК-1		+			Тестирование/Тест №2 «Аппараты защиты и управления. Назначение, характеристики, конструктивные особенности»
теоретические основы физических явлений, определяющих функционирование электрических аппаратов	ИД-1ПК-1				+	Тестирование/Тест №3 «Физические процессы, связанные с функционированием электрических аппаратов»
базовые понятия электротехники	ИД-1ПК-1	+				Тестирование/Тест №1 «Оценка уровня базовых знаний по электротехнике»
Уметь:						
выбирать аппараты управления и распределения электрической энергии в соответствии с заданными техническими требованиями и обосновывать принятие конкретных технических решений при разработке и проектировании электротехнических устройств на основе электрических аппаратов низкого напряжения	ИД-1ПК-1			+		Контрольная работа/Контрольная работа "Выбор аппаратов"

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. Тест №1 «Оценка уровня базовых знаний по электротехнике» (Тестирование)
2. Тест №2 «Аппараты защиты и управления. Назначение, характеристики, конструктивные особенности» (Тестирование)
3. Тест №3 «Физические процессы, связанные с функционированием электрических аппаратов» (Тестирование)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Контрольная работа "Выбор аппаратов" (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 зачетной 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. Основы теории электрических аппаратов : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / ред. П. А. Курбатов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 592 с. – (Учебники для вузов. Специальная литература). – ISBN 978-5-8114-1800-8.;
2. Электрические и электронные аппараты : учебник и практикум для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям и специальностям / П. А. Курбатов, [и др.] ; ред. П. А. Курбатов. – Москва : Юрайт, 2020. – 440 с. – (Высшее образование). – На обл. серия: Бакалавр. Академический курс. – ISBN 978-5-534-00953-8.;
3. Молоканов, О. Н. Применение электрических аппаратов в системах электроснабжения низкого напряжения : учебное пособие по дисциплине "Электрические и электронные аппараты" по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / О. Н. Молоканов, Е. А. Кузнецова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2020. – 100 с. – ISBN 978-5-7046-2203-1.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11134>;
4. А. А. Чунихин- "Электрические аппараты: общий курс", (2-е изд., перераб. и доп.), Издательство: "Энергия", Москва, 1975 - (648 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=601596>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

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-200б, 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

Электрические аппараты низкого напряжения

(название дисциплины)

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест №1 «Оценка уровня базовых знаний по электротехнике» (Тестирование)
 КМ-2 Тест №2 «Аппараты защиты и управления. Назначение, характеристики, конструктивные особенности» (Тестирование)
 КМ-3 Контрольная работа "Выбор аппаратов" (Контрольная работа)
 КМ-4 Тест №3 «Физические процессы, связанные с функционированием электрических аппаратов» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	14	16
1	Модуль 1. Электрические аппараты защиты и управления. Устройство, принцип действия, основные характеристики.					
1.1	Электрический аппарат как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров системы		+			
1.2	Применение электрических и электронных аппаратов в системах электроснабжения, электропривода и электрического оборудования.		+			
2	Модуль 2. Электрические аппараты низкого напряжения. Устройство, принцип действия, основные характеристики.					
2.1	Электрохимические аппараты систем распределения электрической энергии при низком напряжении			+		
2.2	Электрохимические аппараты управления			+		
3	Модуль 3. Основные подходы к выбору электрических аппаратов.					
3.1	Основные подходы к выбору электрических аппаратов.				+	
3.2	Обоснование выбора аппаратов защиты. Построение карты селективности.				+	
4	Модуль 4. Физические основы работы электрических аппаратов					
4.1	Тепловые процессы в электрических аппаратах					+
4.2	Электрические контакты. Процесс коммутации					+

4.3	Электродинамическая стойкость электрических аппаратов				+
Вес КМ, %:		10	30	30	30