

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 (энергоснабжение, электрооборудование автомобилей, электрические аппараты станций и подстанций)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И
АВТОМОБИЛЕЙ С КОМБИНИРОВАННЫМИ
ЭНЕРГОУСТАНОВКАМИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03.02.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	10 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	10 семестр - 8 часов;
Практические занятия	10 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	10 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	10 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	10 семестр - 1,2 часа;
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	10 семестр - 0,3 часа;

Москва 2026

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.В.
	Идентификатор	Re16d905df-RumiantsevMV-2d0d263

М.В. Румянцев

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 вопросов систем автоматизированного управления на электрическом транспорте, выбора элементов электрооборудования и энергоэффективных технологий на городском и магистральном электроподвижном составе..

Задачи дисциплины

- Познакомить обучающихся с основными системами автоматического управления тяговыми приводами с двигателями постоянного и переменного тока;
- Дать информацию об энергоэффективных системах и технологиях на электроподвижном составе;
- Дать информацию о способах защиты электрооборудования и переходных процессах в тяговом приводе;
- Научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при конструировании элементов электрооборудования транспортного средства.

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-3ПК-1 знает способы производства, транспорта и использования электроэнергии	знать: - основные задачи проектирования электронных преобразователей; - принципы управления тяговым приводом транспортного средства; - основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей; - основные технические показатели преобразователей; - методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода. уметь: - обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя; - рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей; - анализировать данные о работе электронных преобразователей; - рассчитывать параметры аппаратов защиты и охлаждения по различным критериям с учетом технических ограничений; - обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями; - рассчитывать режимы работы электрооборудования тягового привода; - выбирать вентили по номинальным параметрам.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Общие сведения о преобразователях	12	10	1	-	1	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Общие сведения о преобразователях"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Общие сведения о преобразователях и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Общие сведения о преобразователях" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о преобразователях"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 229-232 [3], 48-55</p>	
1.1	Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии	5		1	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-
1.2	Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе	7		-	-	1	-	-	-	-	-	-	6		-
2	Преобразователи различного назначения	45		4	-	1	-	-	-	-	-	-	40		-
2.1	Выпрямители	11		1	-	-	-	-	-	-	-	-	10		-
2.2	Импульсные преобразователи постоянного тока	12	1	-	1	-	-	-	-	-	-	10	-		
2.3	Автономные	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-		

4.1	Конструкция тягового преобразователя	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 232-234, 238-241. 245-248 [2], 119-124 [3], 145-165</p>
4.2	Вопросы эксплуатации преобразователей	9	1	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
4.3	Вопросы проектирования тяговых преобразователей	9.8	1	-	-	-	-	-	-	-	8.8	-	
	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. Общие сведения о преобразователях

1.1. Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии

Назначение электрических преобразователей •Классификация электрических преобразователей •Принцип действия, схемы и основные уравнения, описывающие работу электрических преобразователей •Классификация основных потребителей электроэнергии на подвижном составе •Общие сведения о методах регулирования параметров основных потребителей.

1.2. Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе

Назначение преобразователей и их применение в электрификации •Классификация электронных преобразователей •Состав и общая структура электронных преобразователей •Основные этапы развития преобразовательной техники •Понятие идеализированного и реального вентиля •Общая классификация современных вентилях •Сравнительная характеристика вентилях •Общие принципы регулирования параметров на выходе преобразователя •Применение вентилях на ЭПС.

2. Преобразователи различного назначения

2.1. Выпрямители

•Назначение, классификация и структурные схемы выпрямителей •Нулевая и мостовая схемы выпрямителей. Принцип действия и основные различия •Схемы однофазных выпрямителей. Принцип действия, основные диаграммы и уравнения •Нулевая схема трёхфазного выпрямителя. Варианты реализации (3- и 6-пульсовые схемы), основные диаграммы и уравнения •Мостовая схема трёхфазного выпрямителя. Варианты реализации (6- и 12-пульсовые схемы), основные диаграммы и уравнения •Сравнение схем трехфазных выпрямителей •Понятие коммутации на примере трехфазного мостового выпрямителя •Управляемые выпрямители. Назначение и способы регулирования на примере мостового трёхфазного 6-пульсового выпрямителя •4q-S-преобразователи. Схема, принцип действия, режимы работы, основные диаграммы и уравнения.

2.2. Импульсные преобразователи постоянного тока

Общие принципы импульсного регулирования. Основные допущения, диаграммы и уравнения •Работа импульсного регулятора в режимах прямой и обратной передачи энергии •Варианты схем, обеспечивающих многоквadrантные режимы импульсного регулятора •Импульсное регулирование сопротивления •Назначение и режимы работы тяговых импульсных преобразователей •Работа импульсного преобразователя в режиме тяги •Работа импульсного преобразователя в режимах рекуперации и реостатного торможения •Назначение и принцип действия входного преобразователя электровоза постоянного тока с асинхронным тяговым электроприводом.

2.3. Автономные инверторы

•Автономные инверторы. Назначение, классификация и общая характеристика, применение на подвижном составе •Принцип работы АИН (на примере трёхфазного двухуровневого инвертора). Схемы, основные диаграммы и уравнения •Классификация и общая характеристика методов управления АИН •Принцип работы АИТ (на примере трёхфазного инвертора с отсекающими диодами). Схемы, основные диаграммы и уравнения.

2.4. Преобразователи переменного тока в переменный ток других параметров

Назначение, классификация и применение ППТ • Преобразователи с промежуточным звеном постоянного тока (напряжения) • Регуляторы напряжения и коммутаторы: схемы, диаграммы, основные уравнения • Непосредственные преобразователи частоты с естественной коммутацией: схемы, диаграммы, основные уравнения.

3. Вспомогательные системы преобразователей

3.1. Системы защиты преобразователей

Виды защиты • Защита от сверхтоков • Защита от перенапряжений • Подавление помех.

3.2. Обеспечение теплового режима работы преобразователей

• Природа потерь в полупроводниковых приборах. Коммутационные потери (обобщённо по различным видам вентилей). Общие потери • Нагревание вентилей. Обеспечение теплового режима. Расчёт нагревания, закон Ома для тепловой цепи • Охлаждение вентилей. Способы охлаждения. Воздушное (естественное и принудительное) охлаждение. Испарительное охлаждение • Особенности системы охлаждения ТП электровозов.

4. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей

4.1. Конструкция тягового преобразователя

• Состав и компоновка преобразователя • Оборудование, работающее в комплекте с преобразователем • Технические характеристики тяговых преобразователей на примере электровоза.

4.2. Вопросы эксплуатации преобразователей

• Общие вопросы эксплуатации и ремонта ЭПС. Периодичность ТОиР на примере электропоезда ЭС2Г «Ласточка» • Элементы преобразователя, нуждающиеся в ТОиР на примере электропоезда ЭС2Г «Ласточка» • Безопасность и технологические требования, предъявляемые к ТОиР.

4.3. Вопросы проектирования тяговых преобразователей

• Задачи и этапы проектирования • Методы расчёта и моделирование электромагнитных процессов • Принципы конструирования ЭП: конструкция, унификация, технологичность, надёжность, компоновка • Электромагнитная совместимость: помехопередающие связи, категорирование и укладка кабелей, экранирование заземление оборудования • Обоснование и выбор типа полупроводниковых приборов.

3.3. Темы практических занятий

1. Обеспечение теплового режима работы преобразователей;
2. Системы защиты преобразователей;
3. Импульсные преобразователи постоянного тока;
4. Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общие сведения о преобразователях"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Преобразователи различного назначения"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вспомогательные системы преобразователей"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общие сведения о преобразователях"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Преобразователи различного назначения"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вспомогательные системы преобразователей"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей"

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:						
методы расчета режимов работы электрооборудования тягового привода	ИД-3ПК-1	+				Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей
основные технические показатели преобразователей	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/Общие сведения об электронных преобразователях
основы конструктивного исполнения тяговых и вспомогательных преобразователей	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей
принципы управления тяговым приводом транспортного средства	ИД-3ПК-1				+	Контрольная работа/Преобразователи различного назначения
основные задачи проектирования электронных преобразователей	ИД-3ПК-1	+				Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей
Уметь:						
выбирать вентили по номинальным параметрам	ИД-3ПК-1		+	+		Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей
рассчитывать режимы работы электрооборудования тягового привода	ИД-3ПК-1			+	+	Контрольная работа/Преобразователи различного назначения
обоснованно выбирать алгоритмы управления вентилями	ИД-3ПК-1			+		Контрольная работа/Преобразователи различного назначения
рассчитывать параметры аппаратов защиты и охлаждения по различным критериям с учетом технических ограничений	ИД-3ПК-1			+		Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей

анализировать данные о работе электронных преобразователей	ИД-3ПК-1				+	Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей
рассчитывать тепловые режимы работы преобразователей	ИД-3ПК-1			+	+	Контрольная работа/Вспомогательные системы преобразователей Контрольная работа/Общие сведения об электронных преобразователях
обосновывать выбор рационального варианта схемы преобразователя	ИД-3ПК-1		+			Контрольная работа/Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

10 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)
2. Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)
3. Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)
4. Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №10)

В диплом выставляется оценка за 10 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Бурков, А. Т. Электронная техника и преобразователи : Учебник для вузов железнодорожного транспорта / А. Т. Бурков. – М. : Транспорт, 1999. – 464 с. – ISBN 5-277-02110-8 : 58.50.;
2. Тиристорное управление электрическим подвижным составом постоянного тока / В. Е. Розенфельд, и др. – М. : Транспорт, 1970. – 240 с.;
3. Попков О.З.- "Основы преобразовательной техники", Издательство: "МЭИ", Москва, 2017 <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011638.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Scilab;
3. SemiSel.

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/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>
13. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
14. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
15. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.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-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

Электронные преобразователи электромобилей и автомобилей с комбинированными энергоустановками

(название дисциплины)

10 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Общие сведения об электронных преобразователях (Контрольная работа)
- КМ-2 Преобразователи различного назначения (Контрольная работа)
- КМ-3 Вспомогательные системы преобразователей (Контрольная работа)
- КМ-4 Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	11	14
1	Общие сведения о преобразователях					
1.1	Вводная часть. Классификация преобразователей электрической энергии					+
1.2	Общие сведения об электронных преобразователях и элементной базе					+
2	Преобразователи различного назначения					
2.1	Выпрямители		+			
2.2	Импульсные преобразователи постоянного тока				+	
2.3	Автономные инверторы		+			
2.4	Преобразователи переменного тока в переменный ток других параметров				+	+
3	Вспомогательные системы преобразователей					
3.1	Системы защиты преобразователей			+	+	
3.2	Обеспечение теплового режима работы преобразователей		+	+	+	
4	Вопросы конструкции и проектирования и эксплуатации преобразователей					
4.1	Конструкция тягового преобразователя		+	+	+	
4.2	Вопросы эксплуатации преобразователей				+	

4.3	Вопросы проектирования тяговых преобразователей		+		
Вес КМ, %:		25	25	25	25