

**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**  
**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**  
**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.03.02.07
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:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	9 семестр - 0,3 часа;

Москва 2026

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Девликамов Р.М.
	Идентификатор	R220836e3-DevlikamovRM-de4b9a5

Р.М. Девликамов

**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 методов проектирования электромеханических преобразователей (тяговых электрических машин) для электрического транспорта с применением программ автоматизированного проектирования и расчетов на персональных компьютерах.

### Задачи дисциплины

- Познакомить обучающихся с основами проектирования электромеханических преобразователей и инструментами компьютерного проектирования;
- Обеспечить изучение физических процессов в тяговых электрических машинах в разных режимах работы электроподвижного состава;
- Научить принимать и обосновывать конкретные решения в процессе проектирования электромеханических преобразователей для электрического транспорта.

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-1 <sub>ПК-1</sub> знает характеристики элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов	знать: - Основные источники научно-технической информации по конструкциям и стандартам защиты электромеханических преобразователей; - Информационные технологии и современные средства компьютерной графики при проектировании тяговых машин.  уметь: - Составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований; - Применять современные методы и технологии при проектировании тяговых машин.

## 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.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Основы электрического транспорта
- знать Теорию электрической тяги
- знать Тяговые электрические машины
- уметь Оформлять, представлять и докладывать результаты выполненной работы
- уметь Составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований
- уметь Оценивать инновационные качества новой продукции

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	Условия работы и нагрузки тяговых машин	28.8	9	2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	25	-	<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> [2], с.6 - 9 <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], стр. 502-513 [2], стр. 100-116		
1.1	Условия работы и нагрузки тяговых машин	28.8		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	25	-			
2	Электромагнитные расчеты	28.8		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	25	-		<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> [1] <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [3], стр. 19-25	
2.1	Электромагнитные расчеты	28.8		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	25	-			
3	Алгоритмы автоматизированного проектирования	39.6		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	35.8	-		<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> [1] <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [5], стр. 12-19	
3.1	Алгоритмы автоматизированного проектирования	39.6		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	35.8	-			
4	Тепловые расчеты и охлаждение машин	28.8		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	25	-		<i><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></i> [1] <i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [4], стр. 350-359	
4.1	Задача теплового расчета и определения	28.8		2	-	1	-	0.5	-	0.3	-	25	-			
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-		17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>8</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>110.8</b>	<b>17.7</b>			
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>8</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>2.0</b>	<b>-</b>	<b>1.2</b>	<b>0.3</b>	<b>128.5</b>					

**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. Условия работы и нагрузки тяговых машин

#### 1.1. Условия работы и нагрузки тяговых машин

Условия работы тяговых электрических машин, их нагрузки. Элементы теории магнитного поля, используемые при проектировании тяговых электродвигателей. Основные программы расчета поля ТЭД методом конечных элементов. Математическая модель поиска приемлемого варианта ТЭД при заданных условиях и ограничениях проектирования.

### 2. Электромагнитные расчеты

#### 2.1. Электромагнитные расчеты

Расчет диаметра якоря и коллектора, расчет активной длины якоря. Выбор типа обмотки. Определение числа пазов и параметров обмотки якоря. Выбор уравнивающих соединений. Расчет лобовых частей ТЭД. Выбор формы и размеров паза якоря. Расчет магнитной цепи ТЭД, межламельная ЭДС. Расчет реакции якоря. Расчет МДС и выбор числа пазов компенсационной обмотки, выбор сечения проводников. Типы катушек главного полюса. Выбор катушки главного полюса, ее расчет.

### 3. Алгоритмы автоматизированного проектирования

#### 3.1. Алгоритмы автоматизированного проектирования

Алгоритм автоматизированного размещения катушек главного и добавочного полюсов. Расчет добавочных потерь от коммутации и поперечного пазового поля. Алгоритмы электромеханических характеристик ТЭД. Особенности электромагнитного расчета ТЭД метрополитена, электропоездов, троллейбусов, мотор-колесных машин, тепловозов и электромобилей. Коррекция электромагнитного расчета ТЭД. Особенности расчета ТЭД с беспазовым якорем. Переходные процессы в ТЭД, влияние колебания напряжения в контактной сети на проектирование главных и добавочных полюсов. Круговой огонь на коллекторе и способы борьбы с ним.

### 4. Тепловые расчеты и охлаждение машин

#### 4.1. Задача теплового расчета и определения

Виды вентиляции ТЭД и расчет аэродинамического сопротивления воздуховода. Применение независимой вентиляции. Расчет вентилятора ТЭД с самовентиляцией. Упрощенный тепловой расчет ТЭД, тепловые расчеты ТЭД с использованием эквивалентных тепловых схем, особенности применения ПЭВМ при тепловых расчетах. Автоматизированный расчет механических узлов ТЭД, выбор типа подшипников. Проектирование асинхронных тяговых двигателей. Коэффициент мощности и искажения. Оптимальное векторное регулирование АД.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Нагревание тяговой машины с самовентиляцией;
2. Определение характеристик тяговой машины смешанного возбуждения методом возвратной работы;
3. Определение характеристик тяговой машины последовательного возбуждения методом возвратной работы.

**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	
<b>Знать:</b>						
Информационные технологии и современные средства компьютерной графики при проектировании тяговых машин	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>	+				Контрольная работа/Алгоритмы автоматизированного проектирования
Основные источники научно-технической информации по конструкциям и стандартам защиты электромеханических преобразователей	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+			Контрольная работа/Тепловые расчеты и охлаждение тяговых машин
<b>Уметь:</b>						
Применять современные методы и технологии при проектировании тяговых машин	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>			+		Контрольная работа/Условия работы и нагрузки тяговых машин
Составлять практические рекомендации по использованию результатов научных исследований	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>				+	Контрольная работа/Применение компьютерной техники для проектирования

## **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: Проверка задания

1. Алгоритмы автоматизированного проектирования (Контрольная работа)
2. Применение компьютерной техники для проектирования (Контрольная работа)
3. Тепловые расчеты и охлаждение тяговых машин (Контрольная работа)
4. Условия работы и нагрузки тяговых машин (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (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. Чуприн, А. И. AutoCAD 2000 : Лекции и упражнения / А. И. Чуприн. – СПб. : ДиаСофтЮП, 2000. – 784 с. – ISBN 5-937720-03-2.;
2. Захарченко, Д. Д. Тяговые электрические машины : учебник для вузов по специальностям железнодорожного транспорта / Д. Д. Захарченко. – М. : Транспорт, 1991. – 343 с. – ISBN 5-277-01514-0.;
3. Автоматизированное проектирование электрических машин на ПЭВМ : Учебное пособие по курсу "Инженерное проектирование и САПР электрических машин" / Е. М. Лопухина, Моск. энерг. ин-т (МЭИ), и др. – 1992. – 95 : 2.50.;
4. Копылов, И. П. Электрические машины : учебник для электромеханических и электроэнергетических специальностей вузов / И. П. Копылов. – 5-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2006. – 607 с. – ISBN 5-06-003841-6.;
5. В. С. Епифанов- "Энергоустановки машин наземного транспорта", Издательство: "Альтаир|МГАВТ", Москва, 2007 - (56 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430946>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Компас 3D;
2. Scilab;
3. 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](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. База данных IEL издательства IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.) - <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp?reload=true>
8. База данных Computers & Applied Sciences Complete (CASC) - <http://search.ebscohost.com>
9. Журнал Science - <https://www.sciencemag.org/>
10. Журналы издательства Wiley - <https://onlinelibrary.wiley.com/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
12. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
16. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
17. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
18. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;http://docs.cntd.ru/>
19. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
20. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
21. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
22. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
23. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
24. 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

Автоматизированное проектирование электромеханических преобразователей

(название дисциплины)

### 9 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Алгоритмы автоматизированного проектирования (Контрольная работа)

КМ-2 Тепловые расчеты и охлаждение тяговых машин (Контрольная работа)

КМ-3 Условия работы и нагрузки тяговых машин (Контрольная работа)

КМ-4 Применение компьютерной техники для проектирования (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Условия работы и нагрузки тяговых машин					
1.1	Условия работы и нагрузки тяговых машин		+			
2	Электромагнитные расчеты					
2.1	Электромагнитные расчеты			+		
3	Алгоритмы автоматизированного проектирования					
3.1	Алгоритмы автоматизированного проектирования				+	
4	Тепловые расчеты и охлаждение машин					
4.1	Задача теплового расчета и определения					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25