

**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: Электротехника и электрификация

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>6 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>6 семестр - 28 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>6 семестр - 87,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Индивидуальный проект</b> <b>Проверочная работа</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>6 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саможей О.С.
	Идентификатор	R058c8cab-SamozheyOS-273aedb

О.С. Саможей

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Глушенков В.А.
	Идентификатор	R5e5809b4-GlushenkovVA-5aef358

В.А. Глушенков

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Погребисский М.Я.
	Идентификатор	Rccf62952-PogrebisskiyMY-d58a694

М.Я.  
Погребисский

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** приобретение навыков проектирования систем тягового электроснабжения и обоснования принимаемых технических решений при создании систем с учетом современных направлений развития электротехнического и транспортного оборудования

### Задачи дисциплины

- овладение навыками применения современных методов автоматизированного моделирования и проектирования при разработке систем электроснабжения;
- освоение методов проектирования систем внешнего и тягового электроснабжения;
- знание современного электротехнического оборудования.

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-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-3ПК-3 Знает основную нормативно-техническую документацию, технические и технологические требования, предъявляемые к разработке электротехнического оборудования, электромеханических и электротехнологических систем	знать: - современные методы исследования, оценки и представления результатов выполнения работы; - методы расчета и оценки режимов работы проектируемых транспортных систем.
ПК-3 Способен принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические и технологические требования	ИД-4ПК-3 Выбирает и обосновывает конкурентоспособные варианты электрооборудования и проектных технических решений при разработке систем электроснабжения и управления объектами профессиональной деятельности	знать: - режимы и параметры технологического процесса изготовления основных элементов, применяемых в устройствах внешнего и тягового электроснабжения; - методы проектирования, анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электротехника и электрификация (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
- знать Общая энергетика
- уметь Пользоваться графическими инструментами
- уметь Выполнять расчеты, используя ПК

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	Электроснабжение электрического транспорта. Системы и схемы электроснабжения	40	6	8	-	8	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 228-233, 334-340 [3], 65-113	
1.1	Общая характеристика электрического транспорта. Системы внешнего электроснабжения	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-		
1.2	Структурные схемы тяговых подстанций постоянного и переменного тока, основное оборудование	20		4	-	4	-	-	-	-	-	12	-		
2	Оборудование электротяговых подстанций	52		10	-	10	-	-	-	-	-	32	-		<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 286-333 [2], 6-58 [3], 139-204 [4], 7-16, 21-29, 35-41, 47-50, 57-69, 85-90, 92-100, 112-120, 128-137, 154-176
2.1	Короткие замыкания в трехфазных электрических системах. Расчет токов короткого замыкания	32		6	-	6	-	-	-	-	-	20	-		
2.2	Силовые, коммутационные и	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-			

	защитные устройства и аппараты												
3	Распределительные и тяговые сети	51.7	10	-	10	-	-	-	-	-	31.7	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 340-459 [3], 205-264
3.1	Распределительные и тяговые сети. Электрические расчеты распределительных и тяговых сетей.	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
3.2	Расчет потерь мощности в распределительных сетях и трансформаторах	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
3.3	Качество электрической энергии в распределительных и тяговых сетях	11.7	2	-	2	-	-	-	-	-	7.7	-	
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>87.7</b>	<b>-</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>0.3</b>	<b>87.7</b>	<b>-</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. Электроснабжение электрического транспорта. Системы и схемы электроснабжения

1.1. Общая характеристика электрического транспорта. Системы внешнего электроснабжения

Электрический транспорт: этапы развития, общая характеристика. Классификация электрического транспорта. Типы и особенности магистрального, городского, промышленного транспорта. Структурные схемы электроснабжения и преобразования энергии на электрическом транспорте. Системы тягового электроснабжения и бортовые источники питания. Параметры электрического транспорта. Существующие ограничения и критерии выбора систем тягового электропривода. Энергетические и экологические проблемы электрического транспорта. Общие сведения о системах внешнего электроснабжения. Общие сведения внешнего электроснабжения. Тяговая подстанция – элемент системы электроснабжения электрического транспорта. Структурные связи с источниками и потребителями..

1.2. Структурные схемы тяговых подстанций постоянного и переменного тока, основное оборудование

Особенности схем тяговых подстанций переменного тока. Структурные схемы тяговых подстанций магистрального транспорта постоянного тока, метрополитена и городского электрического транспорта. Основное оборудование: трансформаторы, преобразовательные агрегаты, коммутационные и защитные аппараты – общие сведения..

#### 2. Оборудование электротяговых подстанций

2.1. Короткие замыкания в трехфазных электрических системах. Расчет токов короткого замыкания

Короткие замыкания в трехфазных сетях внешнего электроснабжения и на тяговых подстанциях. Виды, причины и последствия коротких замыканий. Переходные процессы при коротких замыканиях. Методы расчетов токов короткого замыкания: относительных и именованных единиц, практические и упрощенный метод расчета. Расчет токов короткого замыкания в установках до 1000 В..

2.2. Силовые, коммутационные и защитные устройства и аппараты

Трансформаторы, выпрямители, инверторы тяговых подстанций: основные технические, конструкционные и электрические характеристики и параметры. Распределительные устройства высокого напряжения: закрытые, комплектные, открытые. Расчетные условия для выбора проводников и аппаратов по продолжительным режимам работы; проверка по режиму короткого замыкания. Коммутационные аппараты выше 1 кВ: выключатели высокого напряжения, короткозамыкатели, разъединители, измерительные трансформаторы тока и напряжения..

#### 3. Распределительные и тяговые сети

3.1. Распределительные и тяговые сети. Электрические расчеты распределительных и тяговых сетей.

Классификация распределительных и тяговых сетей. Материалы, используемые в тяговых сетях, их механические и электрические параметры. Механические расчеты контактных проводов и тросов. Уравнение состояния контактных подвесок. Эластичность

контактной сети. Условия скоростного токосъема. Расчет сети на потерю напряжения. Определение минимально допустимых сечений проводов и кабелей по потере напряжения..

### 3.2. Расчет потерь мощности в распределительных сетях и трансформаторах

Методы расчета потерь энергии в распределительных сетях. Особенности расчета потерь мощности и энергии в тяговой сети. Мероприятия и технические решения по снижению потерь энергии в тяговых сетях. Выбор сечений проводов и кабелей по условиям нагревания..

### 3.3. Качество электрической энергии в распределительных и тяговых сетях

Мероприятия и технические решения по снижению уровней высших гармонических и асимметрии в тяговых сетях. Компенсация реактивной мощности. Комбинированные устройства симметрирования и компенсации с микропроцессорными системами управления.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Составление структурных схем участков транспортной системы;
2. Определение нагрузок на тяговые подстанции с учетом подвижного состава и пассажиропотоков;
3. Расчет сечения токоведущих проводников (шин, проводов, кабелей), электродинамическая и термическая устойчивость;
4. Особенности распределительных и тяговых сетей;
5. Составление расчетной схемы для определения токов короткого замыкания;
6. Выбор силового и коммутационного оборудования, основные условия выбора.

### 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	
<b>Знать:</b>					
методы расчета и оценки режимов работы проектируемых транспортных систем	ИД-3ПК-3			+	Индивидуальный проект/КМ1
современные методы исследования, оценки и представления результатов выполнения работы	ИД-3ПК-3	+			Проверочная работа/КМ2
методы проектирования, анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений	ИД-4ПК-3	+	+		Расчетно-графическая работа/КМ4
режимы и параметры технологического процесса изготовления основных элементов, применяемых в устройствах внешнего и тягового электроснабжения	ИД-4ПК-3		+	+	Контрольная работа/КМ3

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**6 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ1 (Индивидуальный проект)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ2 (Проверочная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ4 (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Смешанная форма

1. КМ3 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №6)*

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

В диплом выставляется оценка за 6 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 электрического транспорта : учебник для вузов по специальности "Электрический транспорт" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. А. Слепцов, [и др.] ; общ. ред. М. А. Слепцов . – М. : Академия, 2006 . – 464 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-2279-8 .;

2. Осипов, В. Е. Энергоэффективное оборудование тяговых подстанций : учебное пособие по курсу "Тяговые подстанции" по направлению "Мехатроника", "Робототехника" / В. Е. Осипов, Т. И. Савина, М. А. Слепцов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 60 с. - ISBN 978-5-7046-1724-2 .  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=8201>;

3. Сопов, В. И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе: [ в 2 ч. ]. Ч. 1 : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика и электротехника" модуль "Электротехника" / В. И. Сопов, Н. И. Щуров, Новосибирский государственный технический ун-т (НГТУ) . – Москва : Юрайт, 2020 . – 400 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-04833-9 .;

4. "Аппаратура тяговых и трансформаторных подстанций", Издательство: "ИрГУПС", Иркутск, 2017 - (180 с.)

<https://e.lanbook.com/book/134713>.

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. Scilab;
6. 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. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
7. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
8. 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	М-606, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-606, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-120а, Лаборатория каф. "ЭКАОиЭТ"	стеллаж для хранения инвентаря, стол, стул, шкаф
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-606, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, наборы демонстрационного оборудования, учебно-наглядное пособие
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Т-203а, Кабинет сотрудников	стол, стул, шкаф, шкаф для одежды, тумба, компьютерная сеть с выходом в Интернет, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	М-608/1, Аудитория каф. "ЭКАОиЭТ"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды, тумба,

		компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, кондиционер, 3D- принтер
--	--	--

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Основы электрического транспорта

(название дисциплины)

## 6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ1 (Индивидуальный проект)  
 КМ-2 КМ2 (Проверочная работа)  
 КМ-3 КМ3 (Контрольная работа)  
 КМ-4 КМ4 (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Электроснабжение электрического транспорта. Системы и схемы электроснабжения					
1.1	Общая характеристика электрического транспорта. Системы внешнего электроснабжения			+		
1.2	Структурные схемы тяговых подстанций постоянного и переменного тока, основное оборудование					+
2	Оборудование электротяговых подстанций					
2.1	Короткие замыкания в трехфазных электрических системах. Расчет токов короткого замыкания					+
2.2	Силовые, коммутационные и защитные устройства и аппараты				+	
3	Распределительные и тяговые сети					
3.1	Распределительные и тяговые сети. Электрические расчеты распределительных и тяговых сетей.		+			
3.2	Расчет потерь мощности в распределительных сетях и трансформаторах		+			
3.3	Качество электрической энергии в распределительных и тяговых сетях				+	
Вес КМ, %:			15	25	30	30