

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

---

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электродвижение и электроснабжение наземных транспортных средств

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ 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.08</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>3 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 93,5 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> Реферат Контрольная работа Расчетно-графическая работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2022**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


О.С. Саможей

(расшифровка  
подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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


(подпись)

О.С. Саможей

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	<b>Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»</b>	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Целью дисциплины является изучение элементов электрического оборудования электроподвижного состава (ЭПС) и системы электроснабжения городского и магистрального электрического транспорта, обеспечивающего его оптимальное регулирование сил тяги и электрического торможения.

### Задачи дисциплины

- Задачами дисциплины являются

- познакомить обучающихся с принципиальными отличиями систем тягового электропривода (ТЭП) ЭПС с питанием от контактной сети постоянного и переменного тока с тяговыми машинами (ТМ) коллекторными постоянного тока с различными способами питания обмоток возбуждения и асинхронными, вентильными и индукторными с использованием для регулирования, подведенного к ним напряжения и его преобразования контакторно-резисторного управления, импульсных преобразователей и преобразователей постоянного напряжения в трехфазное с регулируемой величиной и частотой;
- пояснение студентам влияние построения схем силовых цепей и устройств управления ЭПС на его тяговые и тормозные свойства и энергетическую эффективность с обоснованием основных способов их улучшения..

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 рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	уметь: - •использовать программы расчетов характеристик электрооборудования.
ПК-2 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-3 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	знать: - •способы организации схемы тягового электроснабжения.
ПК-4 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-3 <sub>ПК-4</sub> Применяет методы расчёта, проектирования и конструирования электромеханических систем и их элементов	уметь: - •самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи.
ПК-4 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области	ИД-4 <sub>ПК-4</sub> Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений	знать: - •основные источники научно-технической информации в области электрического оборудования электроподвижного состава городского наземного электрического транспорта, метрополитенов, магистрального

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи		транспорта постоянного и переменного тока, а также перспективных видов транспорта.
ПК-5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-1ПК-5 Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций	уметь: - •выбирать конструкционные материалы для изготовления основных элементов электрооборудования транспортных средств и систем электроснабжения в зависимости от условий работы.
ПК-5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-2ПК-5 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения	знать: - •материалы и элементную базу, используемые в устройствах тягового привода ЭПС.
ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на электрическом транспорте	ИД-2ПК-8 Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования	уметь: - •осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электродвижение и электроснабжение наземных транспортных средств (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основы теории движения
- знать электрические машины
- знать силовая электроника
- уметь строить токовые характеристики

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	Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического.	12	3	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 22-38		
1.1	1. Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического транспорта.	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-	
1.2	Общая характеристика энергосистем	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4		-	
2	Системы электроснабжения	24		8	-	-	-	-	-	-	-	-	16		-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 47-56 [5], 23-42
2.1	Принципы выполнения системы электроснабжения электрического транспорта.	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-	
2.2	Схемы и параметры внешнего электроснабжения	12		4	-	-	-	-	-	-	-	-	8		-	
3	Устройство и параметры тяговой	28	8	8	-	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>		

	сети												[4], 12-28 [5], 356-361
3.1	Параметры тяговой сети	28	8	8	-	-	-	-	-	-	12	-	
4	Организация движения	32	8	8	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
4.1	Описание движения поездов	32	8	8	-	-	-	-	-	-	16	-	[1], 300-322
5	Тяговые электрические нагрузки	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
5.1	Расходы электрической энергии	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	[3], 2-15
6	Выбор расчетных параметров элементов системы тягового электроснабжения	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
6.1	Методы технико-экономического расчета	6	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	[4], 2-20
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>60</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	-	<b>2</b>	-	-	-	<b>0.5</b>	<b>93.5</b>		

**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. Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического.

1.1. 1. Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического транспорта.

Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического. Этапы электрификации железных дорог СССР и РФ. Темпы внедрения электрификации и разработок новых типов ЭПС в прошедшее с начала электрификации время..

1.2. Общая характеристика энергосистем  
Понятия энергосистем.

#### 2. Системы электроснабжения

2.1. Принципы выполнения системы электроснабжения электрического транспорта.

Требования к системе. Структурные и функциональные схемы. Принципы выполнения систем тягового электроснабжения на постоянном токе. Принципы выполнения систем тягового электроснабжения на переменном токе.

2.2. Схемы и параметры внешнего электроснабжения  
Схемы питания, параметры электрических сетей..

#### 3. Устройство и параметры тяговой сети

3.1. Параметры тяговой сети

Рельсовые сети. Контактная сеть. Линейные устройства. Схемы питания и секционирования.

#### 4. Организация движения

4.1. Описание движения поездов

Характеристики и моделирование движения поездов.

#### 5. Тяговые электрические нагрузки

5.1. Расходы электрической энергии  
Тяговые нагрузки.

#### 6. Выбор расчетных параметров элементов системы тягового электроснабжения

6.1. Методы технико-экономического расчета

Расчеты приведенных затрат. Выбор вариантов размещения тяговых подстанций. Расчеты трансформаторной и вентильной мощности. Расчеты сечений контактной сети. Расчеты пропускной способности тяговой сети.

### **3.3. Темы практических занятий**

не предусмотрено

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Потенциальные диаграммы на рельсовых сетях. Защита подземных сооружений от блуждающих токов.;
2. Технико-экономическое обоснование выбора оборудования тяговой сети;
3. Проверка защиты тяговой сети от малых токов КЗ;
4. Определение нагрузок питающих линий методом имитационного моделирования;
5. Расчет тяговой сети.;
6. Аналитический метод расчета мгновенных схем.;
7. Тяговые сети постоянного тока..

### **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	5	6	
<b>Знать:</b>								
•способы организации схемы тягового электроснабжения	ИД-3ПК-2		+					Реферат/КМ-1.Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги.
•основные источники научно-технической информации в области электрического оборудования электроподвижного состава городского наземного электрического транспорта, метрополитенов, магистрального транспорта постоянного и переменного тока, а также перспективных видов транспорта	ИД-4ПК-4			+				Контрольная работа/КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения.
•материалы и элементную базу, используемые в устройствах тягового привода ЭПС	ИД-2ПК-5	+	+					Расчетно-графическая работа/КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания.
<b>Уметь:</b>								
•использовать программы расчетов характеристик электрооборудования	ИД-2ПК-2				+			Расчетно-графическая работа/КМ-3. Мгновенные схемы нагрузок в тяговых сетях, методы их расчета.
•самостоятельно разбираться в нормативных методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	ИД-3ПК-4	+						Расчетно-графическая работа/КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания.
•выбирать конструкционные материалы для изготовления основных элементов электрооборудования транспортных средств и систем электроснабжения в зависимости от условий работы	ИД-1ПК-5		+				+	Контрольная работа/КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь

								напряжения.
•осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые материалы	ИД-2ПК-8						+	Реферат/КМ-1.Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги.

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

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

#### **3 семестр**

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ-1. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги. (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения. (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. КМ-3. Мгновенные схемы нагрузок в тяговых сетях, методы их расчета. (Расчетно-графическая работа)
2. КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания. (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №3)*

Согласно Барс

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Сопов, В. И. Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе: [в 2 ч.]. Ч. 2 : 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 . – 326 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-04835-3 .;
2. Осипов, В. Е. Преобразовательные агрегаты тяговых подстанций : Учебное пособие по курсу "Тяговые подстанции" по направлению 654500 специальность "Электрический транспорт" / В. Е. Осипов, Т. И. Савина, М. А. Слепцов, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2003 . – 68 с. - ISBN 7-04-609897-X .;
3. Долаберидзе, Г. П. Исследование тяговых сетей электрического транспорта : Методическое пособие по курсу "Электроснабжение транспорта", для специальности "Электрический транспорт" / Г. П. Долаберидзе, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Изд-во МЭИ, 2001 . – 16 с.;
4. Долаберидзе, Г. П. Методические указания к типовому расчету по курсу "Контактная сеть" / Г. П. Долаберидзе ; Ред. И. К. Никольский ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – 1981 . – 34 с.;

5. В. И. Сопов, Н. И. Щуров- "Системы электроснабжения электрического транспорта на постоянном токе", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2013 - (728 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436278>.

### 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Acrobat Reader;
4. Scilab.

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
3. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
4. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Т-403, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, ноутбук, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-403, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, ноутбук, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-403, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, ноутбук, стенд информационный
Помещения для самостоятельной работы	Т-412, Учебная лаборатория вычислительной техники	стол преподавателя, стол учебный, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Т-001а, Лаборатория каф. "ЭКАОиЭТ"	стул, стол письменный
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Т-517, Помещение для инвентаря	стол, шкаф

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электроснабжение электрического транспорта

(название дисциплины)

#### 3 семестр

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

- КМ-1 КМ-1. Тяговые сети электрического транспорта. Системы электрической тяги. (Реферат)
- КМ-2 КМ-2. Электрические величины в тяговых сетях. Расчет потерь напряжения. (Контрольная работа)
- КМ-3 КМ-3. Мгновенные схемы нагрузок в тяговых сетях, методы их расчета. (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 КМ-4. Короткие замыкания в тяговых сетях. Защиты от токов короткого замыкания. (Расчетно-графическая работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического.					
1.1	1. Энергетические показатели основных видов транспорта. Обоснование преимуществ электрического транспорта.					+
1.2	Общая характеристика энергосистем					+
2	Системы электроснабжения					
2.1	Принципы выполнения системы электроснабжения электрического транспорта.			+		+
2.2	Схемы и параметры внешнего электроснабжения		+			
3	Устройство и параметры тяговой сети					
3.1	Параметры тяговой сети			+		
4	Организация движения					
4.1	Описание движения поездов				+	
5	Тяговые электрические нагрузки					
5.1	Расходы электрической энергии			+		
6	Выбор расчетных параметров элементов системы тягового электроснабжения					

6.1	Методы технико-экономического расчета	+			
Вес КМ, %:		15	25	30	30