

**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  
СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ, ЗАЩИТЫ И ДИАГНОСТИКИ ТЯГОВЫХ  
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**


<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.Ч.10.03.02
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	2 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Практические занятия</b>	2 семестр - 32 часа;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>Самостоятельная работа</b>	2 семестр - 111,7 часов;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	2 семестр - 0,3 часа;

**Москва 2021**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	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)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины является изучение и освоение современных коммутационных защитных устройств, микроэлектронных систем управления, защиты и диагностики оборудования тягового электроснабжения с применением программ автоматизированного проектирования и моделирования. По завершению освоения дисциплины студент должен применять полученные знания в подготовке выпускной квалификационной работы.

### Задачи дисциплины

- • освоение обучающимися методов расчета основных параметров оборудования тяговых подстанций и проверки его работоспособности при коротких замыканиях и перегрузках с использованием инструментов компьютерного проектирования;;
- • обеспечение изучения современных защитных устройств систем управления и диагностики;;
- • овладение навыками принятия и обоснования конкретных решений в процессе проектирования систем тягового электроснабжения..

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-2ПК-2 Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	уметь: - - проектировать структуры систем управления и защиты тяговых преобразователей;.
ПК-2 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-3ПК-2 Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	знать: - - методы расчёта уставок электрических и электронных аппаратов защиты;.
ПК-7 Способен создавать и анализировать модели для прогнозирования свойств основных элементов электрического транспорта	ИД-1ПК-7 Демонстрирует знания методов создания компьютерных моделей для устройств электрической тяги и тяговых подстанций	знать: - - структуры и характеристики систем автоматического управления;.
ПК-7 Способен создавать и анализировать модели для прогнозирования свойств основных элементов электрического транспорта	ИД-2ПК-7 Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги	уметь: - - разрабатывать алгоритмы и проектировать системы управления, защиты и диагностики преобразователей тяговых подстанций;.
ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на	ИД-1ПК-8 Демонстрирует знание методов экономии энергии при движении электроподвижного состава	знать: - - методы использования компьютерных технологий для поиска и анализа характеристик тяговых преобразователей;.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
электрическом транспорте		
ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на электрическом транспорте	ИД-2 <sub>ПК-8</sub> Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового электрооборудования	уметь: - - выбирать способы обеспечения селективности защит;
ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению энергетической эффективности на электрическом транспорте	ИД-3 <sub>ПК-8</sub> Демонстрирует способность производить расчет кривых движения с учетом требований по обеспечению энергетической эффективности	уметь: - - определять параметры диагностики тяговых преобразователей;

## 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 Курс " Силовая электроника"
- знать Курс «Электрические и электронные аппараты»
- знать Курс «Теория автоматического управления»
- знать Курс «Тяговые подстанции».
- уметь пользоваться вычислительными программами

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	Принципы управления преобразователями тяговых подстанций.	26	2	-	-	6	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 20-43 [4], 34-56
1.1	Функции и принципы управления преобразовательными агрегатами на тяговых подстанциях.	26		-	-	6	-	-	-	-	-	20	-	
2	Автоматика тяговых преобразователей	24		-	-	6	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 57-76 [5], 203-208 [6], 12-24
2.1	Автоматизация управления режимами работы преобразовательных трансформаторов.	24		-	-	6	-	-	-	-	-	18	-	
3	Защита преобразователей от аварийных режимов.	28		-	-	8	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 6-45 [5], 534-542
3.1	Расчет токов коротких замыканий в выпрямительных агрегатах.	28		-	-	8	-	-	-	-	-	20	-	
4	Надежность и диагностика автоматизированных систем управления.	24		-	-	6	-	-	-	-	-	18	-	
4.1	Надежность устройств	24		-	-	6	-	-	-	-	-	18	-	

	управления, автоматике и телемеханики и методы его оценки.												
5	Системы автоматического управления в тяговом электроснабжении	24	-	-	6	-	-	-	-	-	18	-	<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [1], 204-218
5.1	Автоматика выпрямителей тяговых подстанций и телемеханические системы их управления.	24	-	-	6	-	-	-	-	-	18	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>	-	-	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>94</b>	<b>17.7</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>	-	-	<b>32</b>	-	-	-	-	<b>0.3</b>	<b>111.7</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. Принципы управления преобразователями тяговых подстанций.

1.1. Функции и принципы управления преобразовательными агрегатами на тяговых подстанциях.

Задачи, решаемые автоматизированными системами. Автоматизация управления тяговыми преобразователями.. Аппараты защиты преобразователей от перенапряжений и коротких замыканий.. Использование микропроцессорной техники для систем управления, защиты и диагностики..

### 2. Автоматика тяговых преобразователей

2.1. Автоматизация управления режимами работы преобразовательных трансформаторов.

Переключающие устройства регулирования напряжения и алгоритмы автоматики.. Оперативное и автоматическое управление коммутационными аппаратами.. Автоматическое регулирование напряжения выпрямителей и устройства автоматического включения резерва, принципиальные схемы его осуществления...

### 3. Защита преобразователей от аварийных режимов.

3.1. Расчет токов коротких замыканий в выпрямительных агрегатах.

Выбор уставок аппаратов защиты от перегрузок и коротких замыканий. Электрические схемы защиты преобразователей, основные аппараты, принципы их работы. Максимальные, дифференциальные, тепловые защиты.. Автоматическое повторное включение и способы его реализации. Внешние и внутренние перенапряжения в преобразовательных агрегатах. Аппараты защиты от них и схемы их включения..

### 4. Надежность и диагностика автоматизированных систем управления.

4.1. Надежность устройств управления, автоматики и телемеханики и методы его оценки.

Эффективность внедрения автоматизированных систем и их обслуживания. Диагностика преобразовательных агрегатов, систем его управления и защиты.. Техническое обслуживание и ремонт устройств автоматики и телемеханики..

### 5. Системы автоматического управления в тяговом электроснабжении

5.1. Автоматика выпрямителей тяговых подстанций и телемеханические системы их управления.

Микропроцессорные системы контроля и диагностики полупроводниковых приборов выпрямителей. Микропроцессорная техника в системах автоматического управления и защиты преобразователей..

## **3.3. Темы практических занятий**

1. Принципы управления преобразователями тяговых подстанций.;
2. Автоматика тяговых преобразователей;
3. Защита преобразователей от аварийных режимов.;
4. Надежность и диагностика автоматизированных систем управления.;
5. Системы автоматического управления в тяговом электроснабжении.

**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	5	
<b>Знать:</b>							
- методы расчёта уставок электрических и электронных аппаратов защиты;	ИД-3ПК-2			+			Тестирование/КМ 1
- структуры и характеристики систем автоматического управления;	ИД-1ПК-7		+				Тестирование/КМ 2.
-методы использования компьютерных технологий для поиска и анализа характеристик тяговых преобразователей;	ИД-1ПК-8		+				Тестирование/КМ 1
<b>Уметь:</b>							
- проектировать структуры систем управления и защиты тяговых преобразователей;	ИД-2ПК-2	+					Тестирование/КМ 2.
- разрабатывать алгоритмы и проектировать системы управления, защиты и диагностики преобразователей тяговых подстанций;	ИД-2ПК-7					+	Контрольная работа/КМ 3
- выбирать способы обеспечения селективности защит;	ИД-2ПК-8			+	+		Контрольная работа/КМ4
- определять параметры диагностики тяговых преобразователей;	ИД-3ПК-8				+		Контрольная работа/КМ 3

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ 2. (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ 1 (Тестирование)
2. КМ 3 (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ4 (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №2)*

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 2 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. 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 .;

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/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8201](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8201);

3. Осипов, В. Е. Учебное пособие по курсу "Тяговые подстанции": Управление преобразователями тяговых подстанций ГЭТ / В. Е. Осипов, Т. И. Савина ; Ред. Г. П. Долаберидзе ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1990 . – 115 с.;

4. 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 .;

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;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436278)

6. А. В. Богданов, А. В. Бондарев- "Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматизации в электроэнергетических системах", Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2016 - (82 с.)

[https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481747.](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481747)

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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Acrobat Reader;
3. Scilab;
4. MPLab.

## **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. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
6. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Т-402, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Т-402, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, компьютер персональный
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

### Системы управления, защиты и диагностики тяговых преобразователей

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 КМ 1 (Тестирование)
- КМ-2 КМ 2. (Тестирование)
- КМ-3 КМ 3 (Контрольная работа)
- КМ-4 КМ4 (Контрольная 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	16
1	Принципы управления преобразователями тяговых подстанций.					
1.1	Функции и принципы управления преобразовательными агрегатами на тяговых подстанциях.			+		
2	Автоматика тяговых преобразователей					
2.1	Автоматизация управления режимами работы преобразовательных трансформаторов.		+	+		
3	Защита преобразователей от аварийных режимов.					
3.1	Расчет токов коротких замыканий в выпрямительных агрегатах.		+			+
4	Надежность и диагностика автоматизированных систем управления.					
4.1	Надежность устройств управления, автоматики и телемеханики и методы его оценки.				+	+
5	Системы автоматического управления в тяговом электроснабжении					
5.1	Автоматика выпрямителей тяговых подстанций и телемеханические системы их управления.				+	
Вес КМ, %:			25	25	25	25