

**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: Электрооборудование автомобилей и тракторов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

<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.08.06</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>7 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>7 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>7 семестр - 16 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>7 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>7 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> <b>Домашнее задание</b> <b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>7 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Останин С.Ю.
	Идентификатор	Rb8b8c8f4-OstaninSY-0fc12b9b

С.Ю. Останин

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

М.Ю.  
Румянцев

Заведующий выпускающей  
кафедрой

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

М.Ю.  
Румянцев

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Изучение основных видов и классов электромеханических систем различного применения во всём их многообразии, их особенностей, структур, элементной и компонентной базы

### Задачи дисциплины

- – освоение общих вопросов построения, исследования и проектирования электромеханических систем;
- – приобретение навыков сравнения различных вариантов реализации электромеханических систем в конкретных областях применения;
- – формирование базовых знаний по электромеханическим системам, которые могут быть использованы как фундамент для постижения более сложных проблем системных исследований и разработок электротехнических комплексов автономных и стационарных объектов, в основе которых находятся электромеханические системы генерирования и (или) электроприводов;
- – формирование у студентов системного подхода к решению задач анализа и синтеза сложных технических систем, каковыми являются электромеханические системы, включая вопросы оценки их эффективности;
- – изучение особенностей электромеханических систем различного назначения;
- – обучение проведению анализа состояния и тенденции развития ЭМС конкретного назначения, позволяющие прийти к определенным обобщениям..

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-4 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования электромеханических систем и их элементов	знать: - – особенности электромеханических систем различного назначения, достигнутый технический уровень их развития.  уметь: - - составлять функциональные схемы электромеханических систем.
ПК-4 Способен понимать принципы основных видов преобразования энергии и общие принципы построения и функционирования электромеханических систем и их элементов, а также устройств силовой и цифровой электроники	ИД-5 <sub>ПК-4</sub> Выполняет анализ электромеханических систем и их элементов	знать: - - знать основные методы анализа электромеханических систем.  уметь: - - выполнять анализ электромеханических систем и их элементов.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электрооборудование автомобилей и тракторов (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать - принцип действия основных типов электрических машин и элементов статических преобразователей электроэнергии;

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 ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.	33	7	12	-	5	-	-	-	-	-	16	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Выполнение домашнего задания в рамках контрольного мероприятия 1. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
1.1	Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.	33		12	-	5	-	-	-	-	-	-	16	

														[1], с. 7-22
2	ЭМС, работающие в двигательном режиме.	18	5	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Выполнение домашнего задания в рамках контрольного мероприятия 2. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "ЭМС, работающие в двигательном режиме." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу ЭМС, работающие в двигательном режиме. и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "ЭМС, работающие в двигательном режиме."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[1], с. 48-61</p>
2.1	ЭМС, работающие в двигательном режиме.	18	5	-	3	-	-	-	-	-	-	10	-	
3	Тяговые электромеханические системы	17	5	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тяговые электромеханические системы"</p>
3.1	Тяговые электромеханические системы	17	5	-	2	-	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания в рамках контрольного мероприятия 2. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Тяговые электромеханические системы" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу/. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Тяговые электромеханические системы и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение</p>

													дополнительного материала по разделу "Тяговые электромеханические системы" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 35-36, с. 59-63	
4	Особенности элементов электромеханических систем.	20	6	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания в рамках контрольного мероприятия 2. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Особенности элементов электромеханических систем." материалу.
4.1	Особенности элементов электромеханических систем.	20	6	-	2	-	-	-	-	-	-	12	-	Дополнительно студенту необходимо изучить литературу/. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Особенности элементов электромеханических систем. и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности элементов электромеханических систем." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 201-211
5	Анализ и синтез ЭМС	20	4	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>
5.1	Анализ и синтез ЭМС	20	4	-	4	-	-	-	-	-	-	12	-	Подготовка домашнего задания в рамках контрольного мероприятия 2. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Анализ и синтез ЭМС." материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу/. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Анализ и

													синтез ЭМС и подготовка к контрольной работе <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], с. 269-297 [2], с.93-120
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	32	-	16	-	2	-	-	0.5	60	33.5	
	Итого за семестр	144.0	32	-	16		2		-	0.5		93.5	

**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 ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.

1.1. Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.

Обобщенная функциональная схема. Классификация ЭМС. ЭМС стационарных электростанций. Турбогенераторы и гидрогенераторы. Особенности конструкции, параметры и показатели генераторов: частота вращения, мощность, напряжение, коэффициент мощности, КПД, удельный расход материалов, размеры. Охлаждение. Управление генераторами. Дизель-генераторные и бензогенераторные установки. Ветроэнергетические установки (ВЭУ). Факторы, от которых зависит выходная мощность генератора. Функциональная схема ВЭУ. Особенности конструктивной части ВЭУ. Достоинства и недостатки ВЭУ. Параметры и показатели ВЭУ: частота вращения, мощность, напряжение. Управление ВЭУ. Генераторные установки (ГУ) для мобильной техники. Функциональная схема. Тип генератора и особенности конструкции. Параметры и показатели ГУ: частота вращения, мощность, напряжение, КПД, масса. Регулирование напряжения. ЭМС автономных электроэнергетических установок специального назначения. Бесконтактные авиационные генераторные ЭМС и турбогенераторные источники электрической энергии для изделий спецтехники. Основные типы, показатели и характеристики ЭМП, используемых в системах электроснабжения..

### 2. ЭМС, работающие в двигательном режиме.

2.1. ЭМС, работающие в двигательном режиме.

Варианты построения структур ЭМС электропривода. Шаговый электропривод. Вентильные двигатели. Линейные двигатели. Бытовой электропривод: Функциональные схемы. Принцип действия. Типы применяемых электромеханических преобразователей. Области применения..

### 3. Тяговые электромеханические системы

3.1. Тяговые электромеханические системы

Тяговые ЭМС. Параметры и показатели: частота вращения, мощность, напряжение. Электрический транспорт. Типы передач. Электрическая передача. Тяговая характеристика. Типы тяговых двигателей. Управление тяговыми ЭМС. ЭМС электромобиля и гибридного автомобиля..

### 4. Особенности элементов электромеханических систем.

4.1. Особенности элементов электромеханических систем.

Силовые электромеханические преобразователи, используемые в системах генерирования и системах электропривода. Силовые электронные преобразовательные устройства. Системы передачи механической энергии. Электромагнитные преобразователи (электромагниты, муфты) и редукторы. Характеристики элементов ЭМС..

### 5. Анализ и синтез ЭМС

5.1. Анализ и синтез ЭМС

Методы исследования ЭМС. Системный подход к исследованию ЭМС. Синтез ЭМС. Этапы проектирования электромеханических систем. Этапы проектирования

электромеханических систем. Основные этапы синтеза структуры ЭМС. Параметрический синтез элементов ЭМС. Общая структура алгоритма поиска оптимальных проектных решений. Оценка эффективности ЭМС. Обобщенные показатели эффективности, их классификация и сравнительная оценка. Методы и алгоритмы определения весовых коэффициентов частных показателей качества. Экономическая эффективность ЭМС. Примеры оценки эффективности ЭМС. Анализ ЭМС. Основные задачи анализа. Методы и средства, используемые при анализе ЭМС. Моделирование ЭМС..

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

1. Управление электромеханических систем;
2. Анализ и синтез ЭМС. Определение обобщенных показателей эффективности ЭМС. Сравнение различных вариантов ЭМС;
3. Статические характеристики элементов ЭМС и системы в целом, работающей в генераторном и в двигательном режиме. Примеры анализа статических характеристик;
4. Тяговые ЭМС. Функциональная схема, принцип действия и особенности тяговой ЭМС гибридного автомобиля;
5. Системы электропривода. Функциональная схема, принцип действия и особенности вентильного двигателя;
6. Электроэнергетические установки на базе ЭМС. Функциональная схема, принцип действия и особенности генераторной установки;
7. Общие сведения об ЭМС. Основные типы ЭМС. Функциональные схемы и задачи, выполняемые ЭМС.

### **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>							
– особенности электромеханических систем различного назначения, достигнутый технический уровень их развития	ИД-2ПК-4	+	+	+	+		Контрольная работа/Контрольная работа 1 Контрольная работа/Контрольная работа 2
- знать основные методы анализа электромеханических систем	ИД-5ПК-4					+	Домашнее задание/Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом.
<b>Уметь:</b>							
- составлять функциональные схемы электромеханических систем	ИД-2ПК-4	+					Домашнее задание/Задание 1. Формирование функциональной схемы заданной ЭМС
- выполнять анализ электромеханических систем и их элементов	ИД-5ПК-4					+	Домашнее задание/Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом.

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

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

**7 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Контрольная работа 1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 2 (Контрольная работа)

Форма реализации: Выполнение задания

1. Задание 1. Формирование функциональной схемы заданной ЭМС (Домашнее задание)
2. Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом. (Домашнее задание)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Экзамен (Семестр №7)*

Итоговая оценка по курсу выставляется с учетом семестровой оценки, сформированной за выполнение заданий текущего контроля, и оценки, полученной на экзамене

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

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

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

1. Липай, Б. Р. Электромеханические системы : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика, электромеханика и электротехнологии" / Б. Р. Липай, А. Н. Соломин, П. А. Тыричев ; Ред. С. И. Маслов . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 351 с. - ISBN 978-5-383-00243-8 .;
2. В. А. Тюков- "Электромеханические системы", Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2015 - (92 с.)  
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438454>.

##### **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).

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

1. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

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

Тип помещения	Номер аудитории,	Оснащение
---------------	------------------	-----------

	<b>наименование</b>	
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-416, Учебная аудитория	тумба, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	М-602, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	М-602, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
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	М-602, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный
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****Электромеханические системы**

(название дисциплины)

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

- КМ-1 Задание 1. Формирование функциональной схемы заданной ЭМС (Домашнее задание)  
 КМ-2 Контрольная работа 1 (Контрольная работа)  
 КМ-3 Контрольная работа 2 (Контрольная работа)  
 КМ-4 Задание 2. Описание особенностей заданной ЭМС. Анализ заданной ЭМС. Достоинства и недостатки по сравнению с аналогом. (Домашнее задание)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	15	15
1	Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.					
1.1	Общие сведения о ЭМС. Обобщенная функциональная схема ЭМС. Основные типы ЭМС. ЭМС, работающие в генераторном режиме.		+	+	+	
2	ЭМС, работающие в двигательном режиме.					
2.1	ЭМС, работающие в двигательном режиме.			+	+	
3	Тяговые электромеханические системы					
3.1	Тяговые электромеханические системы			+	+	
4	Особенности элементов электромеханических систем.					
4.1	Особенности элементов электромеханических систем.			+	+	
5	Анализ и синтез ЭМС					
5.1	Анализ и синтез ЭМС					+
Вес КМ, %:			15	25	30	30