

**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 ТЯГОВОГО ПРИВОДА С ГИБРИДНЫМИ**  
**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ УСТАНОВКАМИ**

<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.10.02.01</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 5;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>180 часов</b>
<b>Лекции</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 131,7 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>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**


Преподаватель

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

В.А. Глушенков


**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

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

О.С. Саможей

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:** Целью дисциплины является изучение основ управления тяговым электроприводом транспортных средств с гибридными энергоустановками, оптимизация электрооборудования и алгоритмов управления тяговым электроприводом и гибридной энергоустановкой для последующего использования их при выборе электрооборудования и расчетов (например, в процессе подготовки выпускных квалификационных работ).

### Задачи дисциплины

- познакомить обучающихся с основами отличиями систем тягового электропривода (ТЭП) ЭПС с питанием от гибридных энергоустановок 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 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;

- познакомить обучающихся с основными отличиями работы гибридных энергоустановок с приводом от двигателя внутреннего сгорания (ДВС), дизеля и газотурбинной установки, а также электрохимического генератора;

- научить принимать и обосновывать конкретные решения в процессе эксплуатационной деятельности на предприятии 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
ПК3 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок	ИД-2 <sub>ПК3</sub> Критически анализирует свойства современных средств в области электромеханических преобразователей энергии и возможности методов их исследования и разработки	знать: - типы и характеристики тяговых двигателей переменного тока.  уметь: - производить тяговые расчеты на стандартном перегоне.
ПК3 Способен ставить задачи и планировать исследования и разработки, выбирать методы экспериментальной и проектной деятельности, интерпретировать и представлять результаты научных исследований и разработок	ИД-4 <sub>ПК3</sub> Оформляет техническую документацию по результатам исследования и обсуждать полученные результаты	знать: - технические характеристики тяговых приводов.  уметь: - выбирать по требуемым параметрам аппараты для тягового электропривода.
ПК4 Способен	ИД-1 <sub>ПК4</sub> Выбирает критерии	знать: - требования по оформлению

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	оптимальности показателей качества объекта проектирования	<p>технической документации на тяговые привода.</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять техническую документацию по результатам исследования.</li> </ul>
ПК4 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-2ПК4 Проводит многокритериальную оценку качества проектных решений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы и характеристики тяговых двигателей постоянного тока.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать по требуемым параметрам тяговые машины.</li> </ul>
ПК4 Способен оптимально выбирать наиболее эффективные из известных и проектировать новые технические решения в области профессиональной деятельности в рамках сформулированной задачи	ИД-4ПК4 Проводит технико-экономическое обоснование проектных решений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- типы и характеристики накопителей энергии.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать по требуемым параметрам накопители энергии.</li> </ul>
ПК5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-1ПК5 Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристики и режимы работы основного оборудования тяговых энергоустановок.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- рассчитывать и строить электромеханические характеристики двигателя.</li> </ul>
ПК5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения	ИД-2ПК5 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Принципы построения систем тягового электроснабжения автономных транспортных средств.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбрать структуру энергоустановки тягового электроснабжения автономного транспортного средства.</li> </ul>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-1 <sub>ПК9</sub> Демонстрирует знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы исследования, оценки и предоставления результатов выполненной работы.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства.</li> </ul>
ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-2 <sub>ПК9</sub> Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы управления разработками объектов профессиональной деятельности.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности.</li> </ul>
ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования	ИД-3 <sub>ПК9</sub> Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности.</li> </ul>

## 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.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой	6	1	-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 4-7 [4], 25-72</p>
1.1	Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой	6		-	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2	Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой	12		-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	
2.1	Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой	12		-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	

													дополнительного материала по разделу "Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 192-213 [3], 231-270 [5], 227-266
3	Приводные двигатели гибридных энергоустановок	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Приводные двигатели гибридных энергоустановок"
3.1	Приводные двигатели гибридных энергоустановок	12	-	-	4	-	-	-	-	-	8	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Приводные двигатели гибридных энергоустановок" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 8-36 [2], 133-148
4	Накопители энергии для транспортных средств	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Накопители энергии для транспортных средств и подготовка к контрольной работе
4.1	Накопители энергии для транспортных средств	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Накопители энергии для транспортных средств"
5	Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления.	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления."
5.1	Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления.	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления." подготовка к выполнению

														заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 133-148
6	Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления.	22	-	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления." материалу.	
6.1	Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления.	22	-	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 59-84 [5], 219-226	
7	Коммутационная аппаратура для транспортных средств	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Коммутационная аппаратура для	



7.1	Коммутационная аппаратура для транспортных средств	14	-	-	4	-	-	-	-	-	10	-	транспортных средств" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Коммутационная аппаратура для транспортных средств" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 132-165 [2], 50-65
8	Тяговые преобразователи для транспортных средств	24	-	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Тяговые преобразователи для транспортных средств" материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Тяговые преобразователи для транспортных средств и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тяговые преобразователи для транспортных средств" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 85-112 [5], 81-108
8.1	Тяговые преобразователи для транспортных средств	24	-	4	4	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Аварийные режимы работы и аппараты защиты" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аварийные
9	Аварийные режимы работы и аппараты защиты	22	-	4	2	-	-	-	-	-	16	-	
9.1	Аварийные режимы работы и аппараты защиты	22	-	4	2	-	-	-	-	-	16	-	

													режимы работы и аппараты защиты" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение</u></b> <b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Аварийные режимы работы и аппараты защиты" <b><u>Изучение материалов литературных</u></b> <b><u>источников:</u></b> [2], 182-191 [3], 207-230
10	Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств	22	-	4	2	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств" материалу. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение</u></b> <b><u>теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств" <b><u>Изучение материалов литературных</u></b> <b><u>источников:</u></b> [3], 153-206 [5], 266-296
10.1	Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств	22	-	4	2	-	-	-	-	-	16	-	
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	180.0	-	16	32	-	-	-	-	0.3	114	17.7	
	Итого за семестр	180.0	-	16	32	-	-	-	-	0.3	131.7		

**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. Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой

#### 1.1. Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой

Введение, общая классификация ЭТС и гибридных энергоустановок, основные параметры ЭТС и гибридных энергоустановок, основные направления технического развития, состав, классификация и основные требования к тяговому электрооборудованию с гибридными энергоустановками..

### 2. Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой

#### 2.1. Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой

Системы управления электрическими транспортными средствами с гибридной энергоустановкой. Общие принципы построения. Структура и иерархия. Операционные системы и интерфейсы. Алгоритмы управления, схемная и программная реализация..

### 3. Приводные двигатели гибридных энергоустановок

#### 3.1. Приводные двигатели гибридных энергоустановок

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС), дизель, газовая турбина. Основные параметры и характеристики. Способы и алгоритмы управления..

### 4. Накопители энергии для транспортных средств

#### 4.1. Накопители энергии для транспортных средств

Автономные тяговые энергоисточники, их классификация и сравнительные параметры. Теплоэлектрические генераторы, электрохимические генераторы и аккумуляторы, конденсаторы. Основные параметры и характеристики..

### 5. Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления.

#### 5.1. Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления.

Генераторы для гибридных энергетических установок. Основные требования, параметры и характеристики. Способы и алгоритмы управления..

### 6. Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления.

#### 6.1. Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления.

Ознакомление с компьютерной средой MatLab Simulink, определение основных параметров тяговых машин (ТМ), исходя из заданных тяговых и тормозных показателей транспортного средства (ТС), и построение тяговых и тормозных характеристик (ТТХ), исходя из модели ТМ.. Вентильные электрические машины постоянного тока, их статические и динамические характеристики и модели. Управление вентильными электрическими машинами постоянного тока. Реализация тяговых и тормозных режимов вентильных электрических машин.. Асинхронные электрические машины, способы управления и характеристики. Реализация тяговых и тормозных режимов асинхронных электрических машин..

### 7. Коммутационная аппаратура для транспортных средств

#### 7.1. Коммутационная аппаратура для транспортных средств

Элементы конструкций тяговых электрических аппаратов. Электрические контакты, дугогасительные устройства, приводы аппаратов. Тяговые электрические аппараты. Токоприёмники. Разъединители. Контактторы. Резисторы и реакторы..

### 8. Тяговые преобразователи для транспортных средств

#### 8.1. Тяговые преобразователи для транспортных средств

Выбрать параметры мотор-генератора и накопителя энергии таким образом, чтобы они обеспечивали движение транспортного средства при предельных условиях движения ( заданную скорость сообщения в условном цикле движения, разгон до максимальной скорости, движение на руководящем подъеме, торможение с максимальной скорости и на руководящем спуске).. Тяговые полупроводниковые регуляторы и преобразователи. Структурные схемы и принципы работы. Технические требования к преобразователям..

### 9. Аварийные режимы работы и аппараты защиты

#### 9.1. Аварийные режимы работы и аппараты защиты

Аварийные режимы работы электрооборудования и способы его защиты. Плавкие предохранители и разрядники. Быстродействующие выключатели. Дифференциальная защита и защита от токов утечки..

### 10. Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств

#### 10.1. Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств

Выбрать параметры тяговой машины переменного тока, чтобы они обеспечивали движение транспортного средства при предельных условиях движения ( заданную скорость сообщения в условном цикле движения, разгон до максимальной скорости, движение на руководящем подъеме, торможение с максимальной скорости и на руководящем спуске).. Автоматизация исследовательских испытаний с помощью современных измерительно-вычислительных комплексов на примере комплекса  $\tau$ -LAB. Автоматизированные стенды для тяговых и тормозных испытаний транспортных средств. Устройство и способы проведения испытаний..

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

1. Исследования режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий;
2. Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов;
3. Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства;
4. Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств;
5. Тяговые преобразователи для транспортных средств;
6. Накопители энергии для транспортных средств;
7. Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Исследование режимов движения транспортных средств в условиях и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий;

2. Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов;
3. Исследование тепловых процессов в электрооборудовании транспортного средства;
4. Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства.

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Приводные двигатели гибридных энергоустановок"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Накопители энергии для транспортных средств"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления."
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления."
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Коммутационная аппаратура для транспортных средств"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тяговые преобразователи для транспортных средств"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Аварийные режимы работы и аппараты защиты"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Накопители энергии для транспортных средств"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тяговые преобразователи для транспортных средств"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств"

### 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	7	8	9	10		
<b>Знать:</b>													
типы и характеристики тяговых двигателей переменного тока	ИД-2ПК3			+		+						+	Лабораторная работа/Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов
технические характеристики тяговых приводов	ИД-4ПК3			+		+							Лабораторная работа/Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов
требования по оформлению технической документации на тяговые приводы	ИД-1ПК4											+	Контрольная работа/Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств
типы и характеристики тяговых двигателей постоянного тока	ИД-2ПК4											+	Лабораторная работа/Исследование режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий Лабораторная работа/Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства Контрольная работа/принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой Контрольная работа/Тяговые

												преобразователи для транспортных средств
типы и характеристики накопителей энергии	ИД-4ПК4				+							Лабораторная работа/Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов Контрольная работа/Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств
характеристики и режимы работы основного оборудования тяговых энергоустановок	ИД-1ПК5		+					+				Лабораторная работа/Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства
Принципы построения систем тягового электроснабжения автономных транспортных средств	ИД-2ПК5		+									Лабораторная работа/Исследование режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий
современные методы исследования, оценки и предоставления результатов выполненной работы	ИД-1ПК9								+	+	+	Лабораторная работа/Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов
способы управления разработками объектов профессиональной деятельности	ИД-2ПК9	+	+					+				Контрольная работа/принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой
методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	ИД-3ПК9	+	+									Лабораторная работа/Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства
<b>Уметь:</b>												
производить тяговые расчеты на	ИД-2ПК3										+	Лабораторная работа/Исследование



стандартном перегоне												процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов  Лабораторная работа/Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства
выбирать по требуемым параметрам аппараты для тягового электропривода	ИД-4ПК3	+								+		Контрольная работа/Тяговые преобразователи для транспортных средств
оформлять техническую документацию по результатам исследования	ИД-1ПК4	+								+		Контрольная работа/Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств
выбирать по требуемым параметрам тяговые машины	ИД-2ПК4										+	Лабораторная работа/Исследование режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий  Контрольная работа/принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой  Контрольная работа/Тяговые преобразователи для транспортных средств
выбирать по требуемым параметрам накопители энергии	ИД-4ПК4				+						+	Контрольная работа/Накопители энергии для транспортных средств
рассчитывать и строить электромеханические характеристики двигателя	ИД-1ПК5		+									Контрольная работа/Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств
выбрать структуру энергоустановки тягового электроснабжения автономного транспортного средства	ИД-2ПК5	+	+									Лабораторная работа/Исследование режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе

											компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий
формировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства	ИД-1ПК9			+					+		Лабораторная работа/Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов Лабораторная работа/Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства
выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	ИД-2ПК9							+		+	Контрольная работа/Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств Контрольная работа/Накопители энергии для транспортных средств Контрольная работа/Тяговые преобразователи для транспортных средств

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

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

#### **1 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства (Лабораторная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Исследование режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств (Контрольная работа)
2. Накопители энергии для транспортных средств (Контрольная работа)
3. принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой (Контрольная работа)
4. Тяговые преобразователи для транспортных средств (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов (Лабораторная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

*Зачет с оценкой (Семестр №1)*

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 1 семестр.

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

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

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

1. Ефремов, И. С. Теория и расчет троллейбусов (электрическое оборудование). Ч.1. : учебное пособие для вузов по специальности "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев . – М. : Высшая школа, 1981 . – 293 с.;
2. Ефремов, И. С. Теория и расчет электрооборудования подвижного состава городского электрического транспорта : Учебник для вузов по специальности "Городской электрический транспорт" / И. С. Ефремов, Г. В. Косарев . – М. : Высшая школа, 1976 . – 480 с.;

3. Бирюков, В. В. Тяговый электрический привод : учебное пособие для вузов / В. В. Бирюков, Е. Г. Порсев, Новосибирский государственный технический ун-т (НГТУ) . – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2022 . – 315 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-04376-1 .;
4. 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 .;
5. В. В. Бирюков, Е. Г. Порсев- "Тяговый электрический привод", (2-е изд.), Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2018 - (314 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574634>.

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

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Scilab;
3. Libre Office.

## **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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
13. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;> <http://docs.cntd.ru/>
14. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
15. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
16. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
17. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>
18. Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки - <https://obrnadzor>
19. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>
20. Информιο - <https://www.informio.ru/>
21. АНО «Россия – страна возможностей» - <https://rsv.ru/education/>

## 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 практических занятий, КР и КП	Т-403, Учебная аудитория	стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, ноутбук, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Т-406, Вычислительный центр	стол, стол компьютерный, стул, шкаф, доска маркерная, компьютер персональный, кондиционер
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-124а, Кабинет сотрудников	стул, шкаф для документов, стол письменный
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	Т-122, Кладовая	стеллаж, шкаф, шкаф для документов

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Системы тягового привода с гибридными энергетическими установками

(название дисциплины)

#### 1 семестр

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

- КМ-1 принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой (Контрольная работа)
- КМ-2 Накопители энергии для транспортных средств (Контрольная работа)
- КМ-3 Тяговые преобразователи для транспортных средств (Контрольная работа)
- КМ-4 Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств (Контрольная работа)
- КМ-5 Исследование электромеханических характеристик тяговых электроприводов и их влияния на качества транспортного средства (Лабораторная работа)
- КМ-6 Исследование процессов импульсного регулирования и модуляции с использованием идеальных силовых ключей и моделей силовых полупроводниковых приборов (Лабораторная работа)
- КМ-7 Исследование режимов движения транспортных средств в условных и реальных циклах на основе компьютерных моделей транспортных средств и внешних воздействий (Лабораторная работа)

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

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	3	7	13	16	7	14	16
1	Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой								
1.1	Общая характеристика транспортных средств с гибридной энергоустановкой		+		+	+	+		+
2	Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой								
2.1	Принципы управления транспортных средств с гибридной энергоустановкой		+			+	+		+
3	Приводные двигатели гибридных энергоустановок								
3.1	Приводные двигатели гибридных энергоустановок						+	+	
4	Накопители энергии для транспортных средств								
4.1	Накопители энергии для транспортных средств			+		+		+	

5	Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления.							
5.1	Генераторы для гибридных энергоустановок. Способы управления.						+	
6	Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления.							
6.1	Электрические машины переменного тока. Характеристики и способы управления.	+	+	+	+	+		+
7	Коммутационная аппаратура для транспортных средств							
7.1	Коммутационная аппаратура для транспортных средств						+	
8	Тяговые преобразователи для транспортных средств							
8.1	Тяговые преобразователи для транспортных средств					+	+	
9	Аварийные режимы работы и аппараты защиты							
9.1	Аварийные режимы работы и аппараты защиты		+	+	+		+	
10	Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств							
10.1	Исследования и испытания электрооборудования транспортных средств	+	+	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:		10	10	10	15	15	15	25