

**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**  
**ТЯГОВЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД АВТОМОБИЛЕЙ И ТРАКТОРОВ**

<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.08.09</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>8 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>8 семестр - 14 часов;</b>
<b>Консультации</b>	<b>8 семестр - 2 часа;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>8 семестр - 99,5 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>Контрольная работа</b> <b>Лабораторная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>8 семестр - 0,5 часа;</b>

**Москва 2018**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

В.А. Глушенков

(расшифровка подписи)

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe309

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(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-eafe309

(подпись)

М.Ю.

Румянцев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** Цель освоения дисциплины состоит в формировании у студентов технической грамотного отношения к задаче создания и использования тягового электропривода подвижного автономного объекта и обеспечения требуемого качества электромеханического преобразования энергии в системах тягового электропривода. Поставленная цель достигается на основе анализа современных технических решений в области тягового электропривода, генезиса их становления, достоинств и недостатков, выявленных в процессе их практического использования. Перспективы развития систем тягового электропривода раскрываются с позиций целесообразности поиска рациональных технических решений для конкретных эксплуатационных требований к подвижному автономному объекту, что обеспечивает комплексный подход к разработке всех систем автономного объекта.

### Задачи дисциплины

- ознакомление студентов с современным состоянием использования тягового электропривода на борту подвижного автономного объекта, с особенностями реализации проектных решений при производстве тягового электропривода для объектов с различными, в том числе и новыми, тактико-техническими характеристиками;
- формирование понимания особенностей развития тягового электропривода на пути продвижения к созданию электромобиля, освоение приемов формирования структуры силовых энергетических установок, в том числе комбинированных (гибридных), изучение технологий обеспечения качества электромеханического преобразования энергии в соответствии с требованиями к тактическим характеристикам автономного подвижного объекта;
- изучение особенностей электромеханических систем тягового электропривода, связанных с необходимостью оптимального сочетания использования тягового (двигательного) режима и режимов генерирования при торможении и рекуперации в движении;
- изучение приемов обеспечения надежного функционирования системы тягового электропривода, обоснования оптимального набора и взаимодействия средств защиты;
- формирование умения анализировать электрические и электромагнитные процессы в электромеханических системах и оптимизировать их ход при выполнении конструктивных технических решений.

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-5 Способен понимать общую структуру объектов профессиональной деятельности, место электрооборудования в их составе и общие принципы построения и функционирования электроприводов автотранспортных средств	ИД-2 <sub>ПК-5</sub> Демонстрирует понимание роли, места и выполняемых задач тягового электропривода транспортных средств	знать: - основы теории электромеханического преобразования энергии и физические принципы работы электрических машин.  уметь: - объективно оценивать результаты выполненных расчетов и разработок и ожидаемую эффективность их использования по назначению.
ПК-5 Способен понимать общую структуру объектов профессиональной деятельности, место	ИД-3 <sub>ПК-5</sub> Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем электропривода	знать: - способы регулирования координат электрических машин в системах электропривода и системах генерирования электроэнергии.

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
электрооборудования в их составе и общие принципы построения и функционирования электроприводов автотранспортных средств	автотранспортного средства и их элементов	<p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно сочетать принципы натурального и математического моделирования при выполнении технических заданий.</li> </ul>
ПК-9 Способен проводить расчеты и исследования электронных и электромеханических устройств	ИД-4 <sub>ПК-9</sub> Выполняет исследования переходных процессов в электроприводе, обрабатывает и анализирует результаты исследований	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета и проектирования электромеханических преобразователей энергии.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- грамотно пользоваться современными измерительными установками и регистрирующими комплексами, определять по их показаниям текущее состояние объекта при экспериментальных испытаниях.</li> </ul>
ПК-9 Способен проводить расчеты и исследования электронных и электромеханических устройств	ИД-5 <sub>ПК-9</sub> Выполняет исследования электромеханических процессов в тяговом электроприводе	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные физические процессы и явления, на которых основан принцип действия элементов и системы тягового электропривода.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- самостоятельно находить руководящие и методические материалы для эффективного выполнения технических заданий по разработке элементов и системы тягового электропривода.</li> </ul>

## 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.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Автономные подвижные объекты с механическим движителем	6	8	2	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Автономные подвижные объекты с механическим движителем"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Автономные подвижные объекты с механическим движителем"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 11-42</p>	
1.1	Автономные подвижные объекты с механическим движителем	6		2	-	-	-	-	-	-	-	4	-		
2	Схемы силовых установок автономных транспортных средств.	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Схемы силовых установок автономных транспортных средств."</p> <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Схемы силовых установок автономных транспортных средств."</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 219-226 [4], 3-15</p>
2.1	Схемы силовых установок автономных транспортных средств	6		2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	

3	Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств"
3.1	Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств	8	2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств и подготовка к контрольной работе
4	Тяговая характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения	22	2	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тяговая характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Тяговая характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
4.1	Тяговая характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения	22	2	4	4	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <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 "Тяговая характеристика электро- привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения" материалу. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тяговая

													характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 43-130
5	Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности	20	2	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<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 "Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности" материалу.
5.1	Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности	20	2	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 15-50, 247-252, 298-307
6	Механическая трансмиссия в ТЭП.	8	-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение

	Выбор коэффициентов передачи механического редуктора												дополнительного материала по разделу "Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 15-21
6.1	Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора	8	-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	Изучение материала по разделу "Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], 15-21
7	Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода	20	2	4	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и
7.1	Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода	20	2	4	2	-	-	-	-	-	12	-	Изучение материала по разделу "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и



														подготовка к защите лаб. работы <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 "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода" материалу. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода"
8	Тяговый электрический генератор и его особенности	18	2	2	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Тяговый электрический генератор и его особенности" <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 "Тяговый электрический генератор и его особенности" материалу.	
8.1	Тяговый электрический генератор и его особенности	18	2	2	2	-	-	-	-	-	12	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Тяговый электрический генератор и его особенности" <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Тяговый электрический генератор и его особенности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Тяговый электрический генератор и его особенности и подготовка к контрольной работе	

														<b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	-	<b>2</b>	-	-	<b>0.5</b>	<b>66</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>144.0</b>		<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>		<b>2</b>	-		<b>0.5</b>		<b>99.5</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. Автономные подвижные объекты с механическим движителем

#### 1.1. Автономные подвижные объекты с механическим движителем

Определение понятий автономный объект, электротехнические комплексы автономных объектов, электромеханическая система, электрический привод, тяговый электрический привод, силовая установка транспортного средства, комбинированная энергосиловая установка транспортного средства. Наземные автономные транспортные средства (колесные и гусеничные машины, наземные транспортные средства с воздушным винтом). Водные автономные транспортные средства (надводные плавучие средства, подводные корабли и лодки). Воздушные автономные транспортные средства с воздушным винтом (вертолеты, самолеты, беспилотные летательные аппараты)..

### 2. Схемы силовых установок автономных транспортных средств.

#### 2.1. Схемы силовых установок автономных транспортных средств

Первичные источники энергии на борту АТС. Энергосиловая установка с тепловым двигателем (обычный автомобиль либо трактор). Энергосиловая установка с мощным бортовым источником электроэнергии (электромобиль). Комбинированная энергосиловая установка (КЭСУ) с последовательным преобразованием энергии (с электротрансмиссией). Последовательная комбинированная схема энергосиловой установки (электротрансмиссия и накопители электроэнергии). Параллельные комбинированные схемы энергосиловой установки («легкий гибрид» и «тяжелый» гибрид)..

### 3. Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств

#### 3.1. Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств

Функциональная схема ТЭП электромобиля. Функциональная схема ТЭП для автономного транспортного средства с последовательной КЭСУ. Функциональная схема ТЭП для автономного транспортного средства с параллельной КЭСУ..

### 4. Тяговая характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения

#### 4.1. Тяговая характеристика электро-привода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения

Понятие предельной тяговой характеристики. Точка максимальной скорости движения АТС. Точка максимального крутящего момента тягового электродвигателя. Выбор требуемых от ТЭП основных свойств: полезной мощности, максимальной частоты вращения, максимального крутящего момента. Выбор механической трансмиссии для ТЭП. Выбор объема, необходимого для размещения тягового электродвигателя (ТЭД), и места для него на борту АТС..

### 5. Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности

#### 5.1. Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности

Классификация силовых электродвигателей. Коллекторный электродвигатель последовательного возбуждения. Синхронный двигатель с электромагнитным возбуждением (с контактными кольцами) и с жесткой ОС по положению ротора. Синхронные индукторный и реактивный двигатели с жесткой ОС по положению ротора. Синхронный магнитоэлектрический двигатель с жесткой ОС по положению ротора. Асинхронный

электродвигатель с короткозамкнутой обмоткой ротора при частотном и векторном управлении. 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..

#### 6. Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора

6.1. Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора

Колесный редуктор : назначение , достоинства, недостатки использования. Дифференциал и главная передача; сопоставление механического и электрического дифференциала. Редуктор ТЭП. Выбор количества передач редуктора ТЭП. Выбор коэффициента редукции для каждой передач.. 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)..

#### 7. Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода

7.1. Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода

Особенности обратимого силового преобразователя для ТЭП. Силовые инверторы напряжения и тока. Управляемый обратимый выпрямитель для тягового генератора. Система жидкостного охлаждения электронного силового преобразователя ТЭД и тягового генератора. Конструктивные особенности электронного блока, обусловленные условиями эксплуатации. Выводы и соединения силовых проводов. 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)..

#### 8. Тяговый электрический генератор и его особенности

8.1. Тяговый электрический генератор и его особенности

Задачи, возлагаемые на тяговый генератор в тяговом электроприводе. Сопоставление тяговых генераторов различного типа и критерии выбора. Выбор мощности тягового генератора для ТЭП. Работа тягового генератора в режиме двигателя при торможении АТС (торможение двигателем внутреннего сгорания, нагружаемым генератором, работающим в двигательном режиме). Особенности управления режимами работы тягового генератора. Определение параметров импульсного регулятора для выбора и теплового расчета силовых полупроводниковых приборов.

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

1. Тяговые характеристики различных АТС. Построение требуемой тяговой характеристики при заданных механических нагрузках на движитель АТС.;
2. Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора.;
3. Расчет и выбор силовых полупроводниковых приборов для силовых преобразователей.;

4. Расчет и построение механической характеристики тягового вентильного электродвигателя.;
5. Основное сопротивление движению транспортных средств.;
6. Реализация режима ограничения пускового тока. Примеры выбора силовых элементов для реверсивного трехфазного мостового инвертора.;
7. Изучение методов и средств регулирования напряжения тягового генератора..

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Построение тяговых и тормозных характеристик АТС посредством программы MATLAB SIMULINK ( 4 часов).;
2. Моделирование режимов движения АТС с комбинированной энергосиловой установкой (6 часов).;
3. Моделирование режимов движения АТС с тяговыми двигателями переменного тока (4 часов)..

### **3.5 Консультации**

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Автономные подвижные объекты с механическим движителем"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Схемы силовых установок автономных транспортных средств."
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тяговый электрический генератор и его особенности"

### **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		
<b>Знать:</b>											
основы теории электромеханического преобразования энергии и физические принципы работы электрических машин	ИД-2ПК-5			+					+	+	Контрольная работа/Схемы силовых установок автономных транспортных средств Контрольная работа/Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения.
способы регулирования координат электрических машин в системах электропривода и системах генерирования электроэнергии	ИД-3ПК-5				+				+	+	Контрольная работа/Моделирование движения автотранспортных средств с тяговыми двигателями переменного тока Контрольная работа/Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода
методы расчета и проектирования электромеханических преобразователей энергии	ИД-4ПК-9				+					+	Контрольная работа/Схемы силовых установок автономных транспортных средств
основные физические процессы и явления, на которых основан принцип действия элементов и системы тягового электропривода	ИД-5ПК-9	+			+						Лабораторная работа/Моделирование движения автотранспортных средств с гибридной энергоустановкой
<b>Уметь:</b>											
объективно оценивать результаты выполненных расчетов и разработок и ожидаемую эффективность их использования по назначению	ИД-2ПК-5				+	+					Лабораторная работа/Построение тяговых и тормозных характеристик АТС посредством программы MATLAB SIMULINK Контрольная работа/Схемы силовых установок автономных транспортных средств

										средств
грамотно сочетать принципы натурального и математического моделирования при выполнении технических заданий	ИД-3ПК-5		+	+						Контрольная работа/Моделирование движения автотранспортных средств с тяговыми двигателями переменного тока
грамотно пользоваться современными измерительными установками и регистрирующими комплексами, определять по их показаниям текущее состояние объекта при экспериментальных испытаниях	ИД-4ПК-9		+						+	Лабораторная работа/Моделирование движения автотранспортных средств с гибридной энергоустановкой  Лабораторная работа/Построение тяговых и тормозных характеристик АТС посредством программы MATLAB SIMULINK  Лабораторная работа/Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности
самостоятельно находить руководящие и методические материалы для эффективного выполнения технических заданий по разработке элементов и системы тягового электропривода	ИД-5ПК-9						+		+	Лабораторная работа/Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности  Контрольная работа/Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения.

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

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

**8 семестр**

Форма реализации: Защита задания

1. Моделирование движения автотранспортных средств с гибридной энергоустановкой (Лабораторная работа)
2. Построение тяговых и тормозных характеристик АТС посредством программы MATLAB SIMULINK (Лабораторная работа)
3. Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Моделирование движения автотранспортных средств с тяговыми двигателями переменного тока (Контрольная работа)
2. Схемы силовых установок автономных транспортных средств (Контрольная работа)
3. Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения. (Контрольная работа)
4. Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

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

Экзамен (Семестр №8)

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

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

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

1. Основы электрического транспорта : учебник для вузов по специальности "Электрический транспорт" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / М. А. Слепцов, [и др.] ; общ. ред. М. А. Слепцов . – М. : Академия, 2006 . – 464 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 5-7695-2279-8 .;
2. Анучин, А. С. Системы управления электроприводов : учебник по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / А. С. Анучин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2015 . – 373 с. - ISBN 978-5-383-00918-5 .;
3. 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>;
4. Бирюков В. В.- "Автономный электрический транспорт", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2019 - (302 с.) <https://e.lanbook.com/book/152144>.



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

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Scilab;
3. SemiSel.

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

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

<b>Тип помещения</b>	<b>Номер аудитории, наименование</b>	<b>Оснащение</b>
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	М-602, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска интерактивная, мультимедийный проектор, доска маркерная, компьютер персональный

Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	М-610, Учебная лаборатория микропроцессорной техники	кресло рабочее, стол преподавателя, стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, лабораторный стенд, компьютер персональный, кондиционер
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-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
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

### Тяговый электропривод автомобилей и тракторов

(название дисциплины)

#### 8 семестр

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

- КМ-1 Схемы силовых установок автономных транспортных средств (Контрольная работа)
- КМ-2 Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения. (Контрольная работа)
- КМ-3 Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности (Лабораторная работа)
- КМ-4 Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода (Контрольная работа)
- КМ-5 Построение тяговых и тормозных характеристик АТС посредством программы MATLAB SIMULINK (Лабораторная работа)
- КМ-6 Моделирование движения автотранспортных средств с гибридной энергоустановкой (Лабораторная работа)
- КМ-7 Моделирование движения автотранспортных средств с тяговыми двигателями переменного тока (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	4	8	12	14	10	12	14
1	Автономные подвижные объекты с механическим движителем								
1.1	Автономные подвижные объекты с механическим движителем							+	
2	Схемы силовых установок автономных транспортных средств.								
2.1	Схемы силовых установок автономных транспортных средств				+		+	+	+
3	Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств								
3.1	Функциональные схемы тягового электропривода автономных транспортных средств		+	+					+
4	Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения								
4.1	Тяговая характеристика электропривода. Согласование требований к тяговому электроприводу. Режимы торможения		+			+	+	+	+

5	Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности							
5.1	Типы применимых в тяговом электроприводе электродвигателей и их особенности	+	+	+		+		
6	Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора							
6.1	Механическая трансмиссия в ТЭП. Выбор коэффициентов передачи механического редуктора	+	+					
7	Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода							
7.1	Электронные силовые преобразователи энергии для тягового электропривода	+		+	+	+	+	+
8	Тяговый электрический генератор и его особенности							
8.1	Тяговый электрический генератор и его особенности	+	+	+	+			+
Вес КМ, %:		10	10	10	15	15	15	25