

**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**  
**ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ**  
**ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

|  |  |
|--|--|
| <b>Блок:</b>                             | Блок 1 «Дисциплины (модули)»                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | Часть, формируемая участниками образовательных отношений |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | Б1.Ч.06  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | 2 семестр - 5;   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | 180 часов  |
| <b>Лекции</b>                            | 2 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Практические занятия</b>              | 2 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Лабораторные работы</b>               | 2 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Консультации</b>                      | 2 семестр - 18 часов;                                    |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | 2 семестр - 109,2 часов;                                 |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | 2 семестр - 16 часов;                                    |
| <b>Иная контактная работа</b>            | 2 семестр - 4 часа;                                      |
| <b>включая:</b>                          |  |
| <b>Контрольная работа</b>                |  |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |  |
| <b>Защита курсового проекта</b>          | 2 семестр - 0,3 часа;                                    |
| <b>Экзамен</b>                           | 2 семестр - 0,5 часа;                                    |
|  | всего - 0,8 часа   |

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Комаров В.Г.                 |
|  | Идентификатор                                      | Rbfa2851c-KomarovVG-b07f6fea |

В.Г. Комаров

**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:** изучение элементов электрооборудования подвижного состава электрического транспорта и основ управления тяговым электроприводом транспортных средств, оптимизация электрооборудования и алгоритмов управления тяговым электроприводом для последующего использования их при выборе электрооборудования и расчетов (например, в процессе подготовки выпускных квалификационных работ).

### Задачи дисциплины

- изучение основных элементов электрооборудования подвижного состава электрического транспорта и основ управления тяговым электроприводом транспортных средств постоянного и переменного тока с различными способами питания обмоток возбуждения с использованием для регулирования подведенного к ним напряжения и его преобразования импульсных преобразователей и преобразователей постоянного напряжения в трехфазное с регулируемой величиной и частотой;
- освоение студентами построения схем силовых цепей и устройств управления ЭПС и расчёта его тяговых и тормозных характеристик и энергетической эффективности с обоснованием способов их улучшения;
- приобретение навыков анализа работы тяговых электроприводов электрического транспорта с различными способами питания обмоток возбуждения;
- приобретение навыков принятия и обоснования конкретных решений 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  |
|---|---|--|
| ПК-7 Способен создавать и анализировать модели для прогнозирования свойств основных элементов электрического транспорта | ИД-1ПК-7 Демонстрирует знания методов создания компьютерных моделей для устройств электрической тяги и тяговых подстанций | знать:<br>- основы моделирования систем управления электрооборудования.  |
| ПК-7 Способен создавать и анализировать модели для прогнозирования свойств основных элементов электрического транспорта | ИД-2ПК-7 Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги   | знать:<br>- основные источники научно-технической информации в области электрического оборудования транспортных средств;<br>- основы инженерного проектирования технических объектов.<br><br>уметь:<br>- применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты, оценивать результаты выполненной работы. |
| ПК-8 Способен реализовывать мероприятия по обеспечению  | ИД-2ПК-8 Демонстрирует знание алгоритмов энергоэффективных режимов работы тягового  | знать:<br>- алгоритмы энерго-эффективных режимов работы тягового электрооборудования.  |

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Запланированные результаты обучения  |
|---|---|--|
| энергетической эффективности на электрическом транспорте                                      | электрооборудования   | уметь:<br>- рассчитывать элементы тягового электрооборудования.  |
| ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования | ИД-1ПК9 Демонстрирует знание ограничений допустимых режимов работы электроподвижного состава и способы их обеспечения | знать:<br>- допустимые режимы работы ЭПС;<br>- источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет), освещающие современные тенденции в области совершенствования тягового электропривода.<br><br>уметь:<br>- использовать знания ограничений допустимых режимов работы подвижного состава. |
| ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования | ИД-2ПК9 Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования            | знать:<br>- методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений.<br><br>уметь:<br>- принимать решения в области электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения.   |
| ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования | ИД-3ПК9 Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования                           | знать:<br>- материалы и элементную базу, используемые в устройствах тягового привода ЭПС.<br><br>уметь:<br>- самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения их для решения поставленной задачи.   |

## 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     | Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития.                                    | 8                     | 2       | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 | <p><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>                     Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br/> <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br/>                     [2], 518-525<br/>                     [4], 9-14<br/>                     [5], 103-132</p> |  |
| 1.1   | Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития.                                    | 8                     |         | 2  | -   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 4                 | -                                 |  |  |
| 2     | Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование | 18                    |         | 4  | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 |  | <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br/>                     Повторение материала по разделу "Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование"<br/> <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 "Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование" материалу.<br/> <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br/>                     Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы</p> |
| 2.1   | Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование | 18                    |         | 4  | 4   | 2  | -            | - | -   | -  | -  | 8                 | -                                 |  |  |

|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   |   |
|-----|--|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|
|     |  |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |   | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 526529<br>[6], 3-48  |
| 3   | Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция.           | 25 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 13 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция."<br><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 электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция." материалу. |
| 3.1 | Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция.           | 25 | 4 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 13 | - | <b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 413-473<br>[4], 227-266  |
| 4   | Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 13 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция"<br><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 "Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования   |
| 4.1 | Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы.                                     | 21 | 2 | 4 | 2 | - | - | - | - | - | 13 | - |   |

|     |   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   |  |
|-----|---|------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|---|---|--|
|     | Расчёт, моделирование и конструкция   |      |   |   |   |   |   |   |   |   |      |   |   | и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция" материалу.<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 192-213<br>[4], 81-108 |
| 5   | Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция | 23.7 | 2 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 13.7 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция"<br><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 "Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция" материалу.<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 131-227<br>[5], 241-272 |  |
| 5.1 | Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция | 23.7 | 2 | 4 | 4 | - | - | - | - | - | 13.7 | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция."<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и  |  |
| 6   | Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция.         | 12   | 2 | - | 2 | - | - | - | - | - | 8    | - | <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b><br>Повторение материала по разделу "Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция."<br><b><u>Подготовка к лабораторной работе:</u></b> Для выполнения заданий по лабораторной работе необходимо предварительно изучить тему и  |  |

|     |   |              |           |           |           |           |          |            |          |              |             |             |  |
|-----|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|------------|----------|--------------|-------------|-------------|--|
| 6.1 | Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция. | 12           | 2         | -         | 2         | -         | -        | -          | -        | -            | 8           | -           | задачи выполнения лабораторной работы, а так же изучить вопросы вариантов обработки результатов по изученному в разделе "Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция." материалу.<br><b><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u></b><br>Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы<br><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 79-91 |
|     | Экзамен   | 36.0         | -         | -         | -         | -         | 2        | -          | -        | 0.5          | -           | 33.5        |  |
|     | Курсовой проект (КП)  | 36.3         | -         | -         | -         | 16        | -        | 4          | -        | 0.3          | 16          | -           |  |
|     | <b>Всего за семестр</b>   | <b>180.0</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>2</b> | <b>4</b>   | <b>-</b> | <b>0.8</b>   | <b>75.7</b> | <b>33.5</b> |  |
|     | <b>Итого за семестр</b>   | <b>180.0</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>4</b> | <b>0.8</b> |          | <b>109.2</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. Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития.

1.1. Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития.

Рассмотрение основных видов и состава ЭО и его взаимодействия в общей структуре ТС. Обзор ретроспективного и современного ЭО и СУ ЭПС и перспектив развития..

#### 2. Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование

2.1. Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование

Раскрытие функциональной схемы ТС исходя из его основной целевой функции и задач по её реализации. Раскрытие сути технического задания, как содержательного описания способов реализации технических параметров, обеспечивающих эффективное выполнение целевой функции ТС. Технические требования, как конкретизация заданных технических параметров и ограничений.. Основные составляющие сопротивления движению, способы его определения, количественного описания и моделирования. Тягово-тормозные характеристики ТС, способы их определения, количественного описания и моделирования.. Основные режимы работы ТС. Виды процессов, протекающих в ТС и существенно влияющих на выполнение основной задачи и функций ТС: механические, электрические, магнитные, тепловые, звуковые, энергетические и информационные. Расчётная модель, как взаимосвязь существенных процессов в ТС. Структура и блок-схема расчётной модели. Определение основных параметров расчётной модели..

#### 3. Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция.

3.1. Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция.

Определение технических параметров ТЭП и ТЭМ, необходимых для их технической реализации исходя из технического задания и технических требований. Основные расчётные соотношения. Общие закономерности электромеханического преобразования энергии, как основа обобщённого моделирования тяговых электрических машин и обобщённых расчётных выражений. Главные (обобщённые) конструктивные параметры и размеры ТЭМ и их связь с остальными физическими параметрами. Определение с помощью обобщённых параметров возможности реализации заданных техническим заданием параметров и путей их реализации.. Функциональная структура ТЭМ, раскрывающая суть электромеханического преобразования и взаимосвязь электрических, магнитных и механических процессов и способов воздействия на них с целью управления. Энергетические процессы в ТЭМ и их обратимость. Суть тяговых и тормозных режимов, как двигательного и генераторного. Способы реализации этих режимов..

#### 4. Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция

4.1. Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция

Регулирование тока в обмотках тяговых электрических машин путём изменения активного сопротивления в их электрической цепи. Регулирование тока в обмотках тяговых электрических машин путём периодического замыкания и размыкания электрической цепи с

помощью импульсных ключей. Процессы в электрической цепи и расчётные соотношения.. Периодическая коммутация (инвертирование) тока в обмотках электрических машин для обеспечения постоянства вращающего момента в процессе относительного вращения якоря и индуктора. Способы коммутации тока. Процессы в электрических цепях и расчётные соотношения..

### 5. Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция

5.1. Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция

Задачи системы управления и её структура. Содержательное описание и формализация задач управления. Способы описания и моделирования процессов управления. Синтез устройств систем управления.. Критерии качества регулирования и устойчивости. Расчёт параметров, обеспечивающих устойчивость и требуемое качество регулирования. Способы коррекции и наладки систем управления..

### 6. Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция.

6.1. Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция.

Выбор коммутационных аппаратов исходя из рабочего напряжения, характера нагрузки, условий эксплуатации, номинальных и аварийных токов. Расчёт сечений соединительных проводников, исходя из их допустимого нагрева. Выбор типа проводов исходя из рабочего напряжения, требований пожаробезопасности и механических нагрузок.. Рассмотрение аварийных режимов и вызываемых ими процессов в ЭО ЭПС. Способы защиты ЭО от аварийных режимов и перегрузок. Выбор и расчёт устройств и аппаратов защиты.. Выбор типов и параметров СПП для импульсных преобразователей ЭПС по напряжению, току и частоте преобразования и их тепловой расчёт в номинальном и предельном режимах..

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

1. Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция;
2. Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция;
3. Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция;
4. Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция;
5. Расчёт и моделирование статических и динамических тягово-тормозных и энергетических параметров ТС.

### **3.4. Темы лабораторных работ**

1. Система автоматического пуска тягового электродвигателя смешанного возбуждения;
2. Тяговый электропривод с асинхронной машиной;
3. Обобщённая компьютерная модель транспортного средства;
4. Изучение схем силовых цепей управления ЭПС с перегруппировками тяговых машин;

5. Импульсное тиристорное неавтоматическое управление ЭПС постоянного тока (2 часа).;
6. Автоматическое управление при резисторно-контакторном управлении с клавишным реостатным контроллером.

### 3.5 Консультации

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

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития."
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция."
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция."

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития."
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция."
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция."

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ 2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Расчет тягового электропривода транспортного средства

**График выполнения курсового проекта**

|  |    |       |        |                                |
|--|----|-------|--------|--------------------------------|
| Неделя   | 1  | 2 - 8 | 9 - 16 | Зачетная                       |
| Раздел<br>курсового<br>проекта                   | 1  | 2     | 3, 4   | Защита<br>курсового<br>проекта |
| Объем<br>раздела, %                              | 10 | 40    | 50     | -                              |
| Выполненный<br>объем<br>нарастающим<br>итогом, % | 10 | 50    | 100    | -                              |

|               |  |
|---------------|--|
| Номер раздела | Раздел курсового проекта                             |
| 1             | Проверка оформленного задания                        |
| 2             | Тяговый расчет                                       |
| 3             | Тепловой расчет                                      |
| 4             | Выбор оборудования. Оформление пояснительной записки |

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)  | Коды<br>индикаторов | Номер раздела<br>дисциплины (в<br>соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   | Оценочное средство<br>(тип и наименование)   |
|---|---------------------|---|---|---|---|---|---|--|
|   |                     | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |  |
| <b>Знать:</b>   |                     |   |   |   |   |   |   |  |
| основы моделирования систем управления электрооборудования  | ИД-1ПК-7            |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Структура ЭО и СУ ТС, тяговотормозные и энергетические параметры ТС             |
| основы инженерного проектирования технических объектов  | ИД-2ПК-7            |   |   | + |   | + |   | Контрольная работа/Силовые импульсные преобразователи.   |
| основные источники научно-технической информации в области электрического оборудования транспортных средств   | ИД-2ПК-7            | +   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты.                                |
| алгоритмы энерго-эффективных режимов работы тягового электрооборудования  | ИД-2ПК-8            |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Системы управления ТС   |
| источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет), освещающие современные тенденции в области совершенствования тягового электропривода | ИД-1ПК9             |   |   | + |   |   |   | Контрольная работа/Системы управления ТС   |
| допустимые режимы работы ЭПС  | ИД-1ПК9             |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Структура ЭО и СУ ТС, тяговотормозные и энергетические параметры ТС             |
| методы анализа вариантов, разработки и поиска компромиссных решений   | ИД-2ПК9             |   |   |   | + |   |   | Контрольная работа/Силовые импульсные преобразователи.<br>Контрольная работа/Системы управления ТС |
| материалы и элементную базу, используемые в устройствах тягового привода ЭПС  | ИД-3ПК9             |   |   |   |   | + |   | Контрольная работа/Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты.                                |
| <b>Уметь:</b>   |                     |   |   |   |   |   |   |  |
| применять современные методы исследования, проводить технические испытания и научные эксперименты,  | ИД-2ПК-7            |   |   |   |   |   | + | Контрольная работа/Тяговые электропривода ТС и их силовые  |

|  |          |   |  |   |  |  |  |
|--|----------|---|--|---|--|--|--|
| оценивать результаты выполненной работы  |          |   |  |   |  |  | агрегаты.  |
| рассчитывать элементы тягового электрооборудования   | ИД-2ПК-8 |   |  | + |  |  | Контрольная работа/Силовые импульсные преобразователи.<br>Контрольная работа/Системы управления ТС |
| использовать знания ограничений допустимых режимов работы подвижного состава   | ИД-1ПК9  |   |  | + |  |  | Контрольная работа/Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты.                                |
| принимать решения в области электротехники с учетом энерго- и ресурсосбережения  | ИД-2ПК9  | + |  |   |  |  | Контрольная работа/Структура ЭО и СУ ТС, тяговотормозные и энергетические параметры ТС             |
| самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения их для решения поставленной задачи | ИД-3ПК9  |   |  | + |  |  | Контрольная работа/Системы управления ТС   |

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

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

**2 семестр**

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Силовые импульсные преобразователи. (Контрольная работа)
2. Системы управления ТС (Контрольная работа)
3. Структура ЭО и СУ ТС, тяговотормозные и энергетические параметры ТС (Контрольная работа)
4. Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

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

Экзамен (Семестр №2)

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

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

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

1. 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. Электротехнический справочник. В 4 т. Т.2. Электротехнические изделия и устройства / Общ. ред. В. Г. Герасимов, и др. ; Гл. ред. И. Н. Орлов . – 10-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2007 . – 518 с. - ISBN 978-5-383-00083-0 .;
3. 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.;
4. Бирюков, В. В. Тяговый электрический привод : учебное пособие / В. В. Бирюков, Е. Г. Порсев, М-во образования и науки Рос. Федерации, Новосибирский государственный технический ун-т (НГТУ), Фак. мехатроники и автоматизации . – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2013 . – 314 с. - ISBN 978-5-7782-2263-2 .;
5. Бирюков В. В.- "Автоматизированный тяговый электропривод", Издательство: "НГТУ", Новосибирск, 2019 - (323 с.)  
<https://e.lanbook.com/book/152145>;
6. Глушеников, В. А. Конструкция и расчет механической и электрической части электрического транспорта - проектирование и расчет. Лабораторные работы №1-4 :

методическое пособие по курсу "Конструкция и расчет механической и электрической части электрического транспорта" по специальности "Электрический транспорт" направления "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. А. Глушенков, В. С. Гарбузюк, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 49 с.  
<http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4098>.

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

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Scilab;
3. Python;
4. ОС Linux;
5. Jupyter.

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

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование                                  | Оснащение   |
|---|--|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | Т-402, Учебная аудитория                                       | стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, указка лазерная, компьютер персональный |
| 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-204, Учебная лаборатория "Системы управления ЭПС"            | стол, стул, шкаф, стенд учебный   |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | Т-204, Учебная лаборатория "Системы управления ЭПС"            | стол, стул, шкаф, стенд учебный   |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой | стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный   |
| Помещения для консультирования  | Т-403, Учебная аудитория                                       | стол, стул, трибуна, вешалка для одежды, доска меловая, мультимедийный проектор, ноутбук, стенд информационный                  |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | Т-122, Кладовая  | стеллаж, шкаф, шкаф для документов  |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Электрооборудование и системы управления электроподвижного состава

(название дисциплины)

#### 2 семестр

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

- КМ-1 Структура ЭО и СУ ТС, тяговотормозные и энергетические параметры ТС (Контрольная работа)  
 КМ-2 Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. (Контрольная работа)  
 КМ-3 Силовые импульсные преобразователи. (Контрольная работа)  
 КМ-4 Системы управления ТС (Контрольная работа)

#### Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

| Номер раздела | Раздел дисциплины   | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|---|------------|------|------|------|------|
|               |   | Неделя КМ: | 4    | 8    | 12   | 16   |
| 1             | Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития.  |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Общий состав и структура ЭО и СУ ТС, обзор и перспективы развития.  |            | +    | +    |      |      |
| 2             | Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование                   |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Статические и динамические тягово-тормозные и энергетические параметры ТС, их расчёты и моделирование                   |            |      |      |      | +    |
| 3             | Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция.              |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Тяговые электропривода ТС и их силовые агрегаты. Электрические схемы, расчёт, моделирование и конструкция.              |            |      | +    | +    | +    |
| 4             | Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция    |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Силовые импульсные преобразователи. Топология преобразования и алгоритмы работы. Расчёт, моделирование и конструкция    |            |      |      | +    | +    |
| 5             | Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция |            |      |      |      |      |
| 5.1           | Системы управления ТС. Аппаратная и программная реализация, интерфейс и сетевое управление. Моделирование и конструкция |            | +    | +    | +    | +    |
| 6             | Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и                      |            |      |      |      |      |

|            |   |    |    |    |    |
|------------|---|----|----|----|----|
|            | конструкция.  |    |    |    |    |
| 6.1        | Устройства токосъёма, электрических соединений, коммутации и защиты силовых цепей. Выбор, расчёт и конструкция. |    | +  |    |    |
| Вес КМ, %: |   | 25 | 25 | 25 | 25 |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Электрооборудование и системы управления электроподвижного состава

(название дисциплины)

2 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- КМ-1 получение задания
- КМ-2 контроль выполнения задания
- КМ-3 Подготовка к защите

**Вид промежуточной аттестации – защита КП.**

| Номер раздела | Раздел курсового проекта/курсовой работы             | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 |
|---------------|--|------------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 1    | 8    | 16   |
| 1             | Проверка оформленного задания                        |            | +    |      |      |
| 2             | Тяговый расчет                                       |            |      | +    |      |
| 3             | Тепловой расчет                                      |            |      |      | +    |
| 4             | Выбор оборудования. Оформление пояснительной записки |            |      |      | +    |
| Вес КМ, %:    |  |            | 10   | 40   | 50   |