

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**  
**(РУТ (МИИТ))**



Рабочая программа дисциплины (модуля),  
как компонент образовательной программы  
высшего образования - программы специалитета  
по специальности  
23.05.03 Подвижной состав железных дорог,  
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)  
Тимониным В.С.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Электрический тяговый подвижной состав**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Электрический транспорт железных дорог

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде  
электронного документа выгружена из единой  
корпоративной информационной системы управления  
университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)  
ID подписи: 5214  
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег  
Евгеньевич  
Дата: 28.05.2024

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Электрический тяговый подвижной состав" является:

- ознакомление студентов с основами устройства и принципом работы электрического транспорта железных дорог, подходами к его проектированию, с проблематикой специальности и кругом инженерных задач, решаемых на современном этапе развития.

Задачами освоения учебной дисциплины "Электрический тяговый подвижной состав" является:

- освоение общих понятий о назначении, классификации и принципе работы электрического подвижного состава (э.п.с.);
- освоение основ электрической тяги и тяговых расчетов;
- освоение устройства, упрощенных силовых электрических схем и способов регулирования э.п.с. постоянного и переменного тока с коллекторными и асинхронными тяговыми электродвигателями (т.э.д.).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

**ПК-9** - Имеет навык выполнять обоснование параметров конструкции конструкций и систем тягового подвижного состава.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

### **Знать:**

Основы конструкции, принцип действия электроподвижного состава постоянного тока

Принцип действия, основные конструктивные элементы электрического двигателя постоянного тока

### **Знать:**

Основы конструкции, принцип действия электроподвижного состава переменного тока

### **Знать:**

Системы электроснабжения электрифицированных железных дорог. Классификацию, основные признаки электроподвижного состава магистральных железных дорог. Основные элементы, принцип действия электрического двигателя переменного тока (асинхронного). Назначение,

устройство и основные контактной сети магистральных железных дорог. Способы регулирования скорости подвижного состава с коллекторными тяговыми двигателями, электротяговые и тяговые характеристики при различных способах регулирования скорости. Сила тяги и сила торможения. Понятие тяговой характеристики подвижного состава. Ограничения на тяговые характеристики. Способы увеличения силы тяги подвижного состава. Уравнение движения поезда. Основное и дополнительное сопротивления движению поезда

**Уметь:**

Производить расчет пусковых сопротивлений при регулировании скорости движения.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 з.е. (108 академических часа(ов)).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

| Тип учебных занятий                                       | Количество часов |            |
|---|------------------|------------|
|   | Всего            | Семестр №4 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 64               | 64         |
| В том числе:  |                  |            |
| Занятия лекционного типа                                  | 16               | 16         |
| Занятия семинарского типа                                 | 48               | 48         |

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 44 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных

условиях, при проведении промежуточной аттестации.

#### 4. Содержание дисциплины (модуля).

##### 4.1. Занятия лекционного типа.

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | Пути развития электрической тяги<br>История развития электрических железных дорог. Значение электрифицированных железных дорог. Сравнение эксплуатационных показателей электровоза и тепловоза.                                   |
| 2     | 2. Классификация электроподвижного состава.<br>Коллекторная электрическая машина. Принцип действия и элементы конструкции коллекторной электрической машины. Сила тяги. Сила сцепления колес с рельсами. Характеристики силы тяги |
| 3     | Принципы регулирования скорости ЭПС постоянного тока.<br>Регулирование скорости движения за счет изменения напряжения приложенного к тяговым двигателям. Характеристики при изменении соединений тяговых двигателей.              |
| 4     | Регулирование скорости движения ЭПС за счет изменения сопротивления пускового реостата.<br>Показатели пуска. Пусковая диаграмма. Построение реостатных характеристик.   |
| 5     | 5. Регулирование скорости движения ЭПС при регулировании магнитного потока тяговых двигателей.<br>Характеристики ЭПС при регулировании возбуждения двигателей.  |
| 6     | Изменение направления движения ЭПС<br>Энергетика пуска ЭПС постоянного тока.  |
| 7     | Особенности ЭПС переменного тока<br>Структурная схема ЭПС переменного тока. Принципы регулирования скорости движения ЭПС переменного тока.  |
| 8     | Понятия о силовых преобразователях.<br>Простейшие схемы выпрямления. Неуправляемые и управляемые выпрямители.   |

##### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | Изучение работы электропневматического контактора.<br>Назначение электропневматического контактора. Устройство электропневматического контактора. Принцип действия электропневматического контактора.<br>Изучение работы электромагнитного контактора<br>Назначение электромагнитного контактора. Устройство электромагнитного контактора. Принцип действия электромагнитного контактора. Исследование характеристик электромагнитного контактора<br>Назначение группового переключателя. Устройство группового переключателя. Принцип действия группового переключателя.<br>Назначение группового переключателя. Устройство группового переключателя. Принцип действия группового переключателя. |
| 2     | Изучение работы быстродействующего выключателя электровоза постоянного тока.  |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|----------|---|
|          | Назначение быстродействующего выключателя. Устройство быстродействующего выключателя. Принцип действия быстродействующего выключателя. Исследование характеристик быстродействующего выключателя  |
| 3        | Изучение работы коллекторного тягового электродвигателя.<br>Назначение тягового электродвигателя. Устройство коллекторного тягового электродвигателя. Принцип действия коллекторного тягового электродвигателя.   |
| 4        | Изучение работы дифференциального реле электровоза постоянного тока.<br>Назначение дифференциального реле. Устройство дифференциального реле. Принцип действия дифференциального реле. Исследование характеристик дифференциального реле  |
| 5        | Контроллер машиниста грузового электровоза постоянного тока.<br>Назначение контроллера машиниста. Устройство контроллера машиниста. Принцип действия контроллера машиниста. Назначение и функции главной рукоятки контроллера машиниста. Назначение и функции тормозной рукоятки контроллера машиниста. Назначение и функции реверсивно-селективной рукоятки контроллера машиниста.     |
| 6        | Изучение силовой схемы электровоза постоянного тока<br>Обозначение основных элементов электрической схемы. Расположение элементов на силовой схеме. Цепь протекания тока при последовательном соединении тяговых двигателей. Цепь протекания тока при последовательном-параллельном соединении тяговых двигателей. Цепь протекания тока при параллельном соединении тяговых двигателей. |
| 7        | Особенности регулирования скорости на ЭПС однофазно-постоянного тока<br>Изменение скорости движения ЭПС при изменении напряжения на тяговых двигателях. Изменение скорости движения ЭПС при изменении магнитного потока тяговых двигателей. Назначение трансформатора, выпрямителя, сглаживающего реактора.   |
| 8        | Регулирование напряжения на вторичной обмотке трансформатора<br>Принцип регулирования на вторичной обмотке трансформатора. Встречное включение вторичных обмоток трансформатора. Согласное включение вторичных обмоток трансформатора. Основные расчетные соотношения при регулировании на вторичной обмотке трансформатора.  |
| 9        | Диодные выпрямители.<br>Принцип действия выпрямителей. Принцип действия однополупериодного выпрямителя. Принцип действия двухполупериодного выпрямителя с нулевым выводом. Принцип действия мостового выпрямителя. Временные диаграммы работы выпрямителей.   |
| 10       | Цепи управления электровоза однофазно-постоянного тока<br>Устройство контроллера машиниста. Принцип действия контроллера машиниста. Назначение и функции рукояток контроллера машиниста. Схема силовых цепей электровоза. Принцип регулирования напряжения на тяговых двигателях  |

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | Классификация подвижного состава.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- классификация тягового подвижного состава железных дорог, применяемая на железных дорогах Российской Федерации                          |
| 2        | Система тягового электроснабжения железных дорог.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- система тягового электроснабжения постоянного тока 3 кВ. Система тягового электроснабжения переменного тока 25 кВ 50 Гц |
| 3        | Уравнение движения поезда и силы, действующие на поезд.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- режимы движения поезда  |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание   |
|----------|--|
|          | - уравнение движения при разных режимах движения поезда.   |
| 4        | <p>Электроподвижной состав железных дорог постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электроподвижной состав железных дорог постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями и релейно-контакторной системой управления.</li> </ul>   |
| 5        | <p>Коллекторный электрическая машина.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- конструкция и принцип действия электрической машины на примере коллекторного тягового электродвигателя постоянного тока.</li> </ul>   |
| 6        | <p>Бесколлекторная электрическая машина</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- устройство и принцип действия бесколлекторной электрической машины переменного тока.</li> </ul>   |
| 7        | <p>Способы регулирования скорости на ЭПС постоянного тока</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изменение скорости движения ЭПС при изменении напряжения на тяговых двигателях. Изменение скорости движения ЭПС при изменении магнитного потока тяговых двигателей;</li> <li>- изменение скорости движения ЭПС при изменении сопротивления пускового реостата.</li> </ul> |
| 8        | <p>Уравнение движения поезда</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- силы, действующие на поезд. Режимы движения поезда</li> </ul>  |
| 9        | <p>Профиль пути</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- спрямление профиля пути</li> </ul>  |
| 10       | <p>Сопротивление движению поезда</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Расчет основного и дополнительного сопротивления движению поезда</li> </ul>  |
| 11       | <p>с поезда</p> <p>Определение веса поезда</p> <p>Кривые движения поезда.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- построение кривой скорости от пути</li> </ul>   |
| 12       | <p>Силовая схема электровоза постоянного тока.</p> <p>Принцип регулирования напряжения. Обозначение основных элементов электрической схемы. Расположение элементов на силовой схеме. Цепь протекания тока на позициях регулирования</p>  |
| 13       | <p>Способы регулирования скорости на ЭПС однофазно-постоянного тока.</p> <p>Изменение скорости движения ЭПС при изменении напряжения на тяговых двигателях. Изменение скорости движения ЭПС при изменении магнитного потока тяговых двигателей.</p>  |
| 14       | <p>Регулирование напряжения трансформатора.</p> <p>Принцип регулирования на вторичной обмотке трансформатора. Встречное включение вторичных обмоток трансформатора. Согласно включение вторичных обмоток трансформатора. Принцип регулирования на первичной обмотке трансформатора. Особенности регулирования на первичной обмотке трансформатора</p>  |
| 15       | <p>Управляемые выпрямители</p> <p>Принцип действия управляемых выпрямителей. Принцип действия однополупериодного выпрямителя. Принцип действия двухполупериодного выпрямителя с нулевым выводом. Принцип действия мостового выпрямителя выпрямителя. Временные диаграммы работы выпрямителей.</p>  |
| 16       | <p>Силовая схема электровоза переменного тока с плавным регулированием напряжения</p>  |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание  |
|----------|---|
|          | серии 2ЭС5К.<br>Принцип регулирования напряжения. Обозначение основных элементов электрической схемы.<br>Расположение элементов на силовой схеме. Цепь протекания тока на позициях регулирования. |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы  |
|----------|---|
| 1        | Подготовка к лабораторным работам, оформление результатов экспериментов |
| 2        | Подготовка к практическим занятиям                                      |
| 3        | Выполнение курсовой работы.   |
| 4        | Подготовка к промежуточной аттестации.                                  |
| 5        | Подготовка к текущему контролю.   |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Проектирование силовых цепей тягового подвижного состава постоянного тока с коллекторными тяговыми двигателями

Содержание курсовой работы:

1. Расчет напряжения на токоприемнике электровоза с учетом влияния сопротивления контактной сети.

2. Расчет и построение электротяговых характеристик для заданных значений диаметра бандажа колесных пар и передаточного отношения зубчатой передачи

3. Расчет и построение электротяговых характеристик для заданных режимов ослабления возбуждения

4. Расчет и построение тяговых характеристик

5. Расчет и построение ограничений тягового режима

Варианты заданий

1. Назначение ЭПС - Грузовой электровоз Пассажирский электровоз Электропоезд

2. Тип тягового двигателя - ТЛ2К - AL4846eT - ДК106Б

3. Количество ТЭД пд - 8 -6-4

4. Диаметр бандажей колесной пары, мм Дб 1200 - 1220 - 1270 - 1030 -

1070

5. Вес, приходящийся на одну к.п., тс Р<sub>о</sub> - 23 -24 - 25 - 26 - 19 - 21 - 23 - 23 - 17 - 19

6. Передаточное отношение  $\eta$  3,7 - 3,8 - 3,9 - 4 - 1,6 - 1,7 - 1,8 - 3,2 - 3,4

7. Коэффициент регулирования возбуждения 0,8 - 0,79 - 0,78 - 0,77 - 0,8 - 0,6 - 0,5

8. Напряжение на шинах тяговой подстанции ТП1 - 3000 - 3100 - 3200 - 3300

9. Напряжение на шинах тяговой подстанции ТП2 -3000 - 3100 - 3200 - 3300

10. Ток ЭПС - 2000 - 2400 - 1800 - 1500- 1400 - 500 - 600

11. Расстояние между под-станциями, км - 8 - 9 - 10 - 11 - 12 - 8

12. Координата поста сек-ционирования, км - 3 - 4 - 5 - 6 -

13. Контактный провод МФ-85 - МФ-100 - МФ-120 - МФ-150

14. Несущий трос - М-95 М-12 М-150 ПБСМ-1-70 ПБСМ-1-95 М-95 М-120 М-150 ПБСМ-1-70 ПБСМ-1-95

15. Усиливающий провод А-120 А-150 А-185 А-120 А-150 А-185

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

| № п/п | Библиографическое описание  | Место доступа   |
|-------|---|---|
| 1     | Теория электрической тяги В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров; Под ред. И.П. Исаева<br>Однотомное издание Транспорт , 1995                                       | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3);<br>НТБ (фб.); НТБ (чз.1);<br>НТБ (чз.2); НТБ (чз.4) |
| 2     | Как устроен и работает электровоз Н.И. Сидоров, Н.Н. Сидорова<br>Однотомное издание Транспорт , 1988  | НТБ (уч.1); НТБ (уч.3);<br>НТБ (уч.4); НТБ (уч.6)                         |
| 3     | Электроподвижной состав с асинхронными тяговыми двигателями Н.А. Ротанов, А.С. Курбасов, Ю.Г. Быков, В.В. Литовченко; Под ред. Н.А. Ротанова<br>Однотомное издание Транспорт , 1991 | НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3);<br>НТБ (уч.6); НТБ (фб.)                            |
| 4     | Проектирование систем управления электроподвижным составом Н.А. Ротанов, Д.Д. Захарченко, А.В. Плакс и др.;<br>Под ред. Н.А. Ротанова<br>Однотомное издание Транспорт , 1986        | НТБ (уч.3); НТБ (уч.6);<br>НТБ (фб.)                                      |

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).



Информационный портал Научная электронная библиотека  
eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

<http://library.miit.ru/> - электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Программное обеспечение не требуется.

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Стенд для исследования быстродействующего выключателя,

Стенд для исследования быстродействующего контактора,

Стенд для исследования электромагнитного контактора,

Стенд для исследования дифференциального реле

Стенд для исследования пневматического контактора типа пк,

Стенд для исследования пневматического контактора типа svad,

Макетная секция электровоза вл-10,

Стенд для исследования переходного сопротивления электрических контактов,

Стенд для исследования распределения индукции в дугогасительной камере,

Стенд для исследования реле ускорения,

стенд для исследования электромагнитного датчика тока,

Стенд для исследования датчика тока на базе элемента холла,

Тренажёр машиниста электровоза вл-10,

Тренажёр машиниста электровоза вл-80

Тренажёр машиниста электровоза эп1м,

Стенд для исследования способов регулирования напряжения на э.п.с.

Переменного тока

Стенд «переходной реактор»

Стенд «вентильный переход»

Стенд физического моделирования механической части электроподвижного состава, с измерительной системой

Стенд для испытаний гидравлических гасителей колебаний

Станция испытаний тяговых электродвигателей

## Мультимедийное и презентационное оборудование

### 9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 4 семестре.

Курсовая работа в 4 семестре.

### 10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

А.А. Чучин

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭиЛ  
Председатель учебно-методической  
комиссии

О.Е. Пудовиков

С.В. Володин