

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 магистратуры
по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические схемы торможения электроподвижного состава

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль): Электрический транспорт

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: 04.06.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины "Электрические схемы торможения электроподвижного состава" является:

- формирование у студентов понятий о процессе управления электроподвижным составом в режиме торможения.

Задачами освоения учебной дисциплины "Электрические схемы торможения электроподвижного состава" являются:

- освоение структуры, принципа действия, особенностей конструктивного исполнения, условий эксплуатации и ремонта электрических схем торможения электроподвижного состава;

- освоение назначения, условия эксплуатации, функциональных и структурных схемы;

- освоение электротяговых и тяговых характеристик электроподвижного состава;

- освоение расчетных соотношений для определения параметров элементов, узлов и блоков электрических схем торможения электроподвижного состава;

- освоение методами рациональной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования электрических схем торможения электроподвижного состава.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен осуществлять испытания, техническое обслуживание и ремонт основных элементов и устройств электроподвижного состава;

ПК-4 - Способен проводить экспертизу и разрабатывать проекты узлов и устройств, технологических процессов эксплуатации, технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.

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

Знать:

Современные схемы электрического торможения электроподвижного состава,

Владеть:

критериями оценки эффективности применения систем электрического торможения подвижного состава

Уметь:

выбирать наиболее подходящий способ реализации системы исходя из технических требований к подвижному составу и условий безопасности движения

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	16	16
Занятия семинарского типа	32	32

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 132 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	Виды систем управления. СУ ЭПС являются одной из важнейших составных частей, предназначенной для регулирования скорости движения подвижного состава в режимах тяги и электрического торможения. Рассмотрены виды неавтоматизированных систем управления: с непосредственным и с косвенным управлением. А также СУ ЭПС с использованием индивидуальных или групповых контакторов.
2	Бесконтактные системы управления. БСУ позволяют осуществлять бесступенчатый пуск, плавное регулирование сил в режимах тяги и торможения. Рассмотрены схемы фазового регулирования напряжения на ЭПС переменного тока и импульсного регулирования напряжения на ЭПС постоянного тока.
3	Основные операции управления. К ним относятся: подключение ЭПС к источнику электрической энергии и отключение от него с помощью токоприемников, включение вспомогательных машин и аппаратов защиты, управление ЭПС в режимах тяги и электрического торможения, реверсирование.
4	Закон изменения величины пускового резистора при постоянстве пускового тока. При неизменности пускового тока и, следовательно, тягового усилия улучшается плавность пуска ЭПС. Определены зависимости между такими параметрами как скорость, величина пускового сопротивления и пусковой ток. При увеличении скорости движения ЭПС пусковое сопротивление уменьшается линейно.
5	Расчетные режимы пусковых реостатов. Эти режимы необходимо учитывать при выборе пусковых реостатов. К ним относятся: пуск при минимальном ускорении, длительная работа с половинным часовым током на любой реостатной позиции, работа в течении 5 минут на маневровых позициях, движение на расчетном подъеме на 2-3 предшествующих ходовой позициях.
6	Расчет пусковых (тормозных) реостатов. Рассматриваются вопросы расчета эффективного тока для секций пускового реостата. Как определяется наиболее тяжелый режим для них. Аналогично рассчитываются и тормозные реостаты.
7	Проверка по нагреванию пусковых (тормозных) реостатов. Выбор резисторов для расчетных режимов может быть выполнен по кривым нагревания или по уравнению нагревания. Приводятся характеристики и конструктивные особенности реостата типа КФ.
8	Компоновка пусковых (тормозных) реостатов. Схемы соединений секций пусковых (тормозных) реостатов составляют с учетом определенных условий. Для увеличения числа реостатных позиций применяют параллельное включение секций пусковых (тормозных) реостатов. Схемы соединений секций пусковых (тормозных) реостатов составляют с учетом определенных условий. Для увеличения числа реостатных позиций применяют параллельное включение секций пусковых (тормозных) реостатов.
9	Расчет дополнительных ступеней. При переходе с ходовой позиции на первую реостатную позицию следующего соединения ТЭД используются дополнительные ступени. Их

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	количество определяется типом ЭПС. Назначение данных ступеней заключается в ограничении тока при перегруппировках ТЭД.
10	Перегруппировки коротким замыканием и шунтированием резистором части ТЭД. Для увеличения скорости ЭПС необходимо применять перегруппировки ТЭД. Перегруппировка коротким замыканием части ТЭД имеет существенный недостаток - провал силы тяги. Во втором способе перегруппировки ТЭД этого недостатка нет из-за отсутствия генераторного тока во время переключений.
11	Перегруппировки коротким замыканием и шунтированием резистором части ТЭД. В третьем методе перегруппировки ТЭД (вентильный переход) использование силовых диодов сокращает количество переходных позиций с пяти до двух. А применение перегруппировки по схеме моста на мотор-вагонном подвижном составе уменьшает до одной переходной позиции.
12	Регулирование скорости движения путём изменения величины магнитного потока. Уменьшение магнитного потока главных полюсов ТЭД применяют для увеличения скорости движения ЭПС. Рассмотрены схемы шунтирования и секционирования обмоток возбуждения ТЭД. Уменьшение магнитного потока главных полюсов ТЭД применяют для увеличения скорости движения ЭПС. Рассмотрены схемы шунтирования и секционирования обмоток возбуждения ТЭД.
13	Регулирование скорости движения ЭПС однофазно-постоянного тока в тяговом режиме. На этом подвижном составе применяется регулирование напряжения на ТЭД с помощью встречно-согласованного включения обмоток на низкой стороне тягового трансформатора. Рассмотрен набор позиций в режиме тяги.
14	Электрическая устойчивость. Все системы электрического торможения должны удовлетворять требованиям электрической устойчивости. Разбираются электрические схемы для реостатного и рекуперативного торможений.
15	Реостатное торможение. Применяется для поддержания постоянной скорости на крутых спусках или снижения ее перед ограничениями по скорости. Выделяемая при этом энергия гасится на тормозном реостате. Анализируются характеристики реостатного торможения с ограничениями, а также используемые схемы включения ТЭД на подвижном составе.
16	Рекуперативное торможение. Использование рекуперативного торможения аналогично реостатному торможению, только выделяемая энергия отдается в контактную сеть. Также рассмотрены характеристики с возможными ограничениями и схемы включения ТЭД на ЭПС.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование работы электрической схемы торможения электроподвижного состава постоянного тока.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	Анализируется схема цепей управления на 1-ой позиции контроллера машиниста стенда физического моделирования ЭПС. А также, какие аппараты включаются в силовой цепи во время пуска. Моделируются некоторые возможные неисправности в цепях управления.
2	Исследование работы цепей управления аппаратов защиты электроподвижного состава Рассматривается процесс совместного включения аппарата непосредственной защиты (быстродействующий выключатель) и аппарата косвенной защиты (дифференциальное реле). Аналогично моделируются возможные неисправности в электрических цепях.
3	Исследование работы цепей управления ЭПС постоянного тока в режиме рекуперативного торможения. Из-за поляризованного быстродействующего выключателя приходится применять дополнительный аппарат защиты во время рекуперации (быстродействующий контактор). Рассматриваются процессы при нормальном режиме рекуперативного торможения и при аварийном - коротком замыкании в силовой цепи.
4	Исследование работы цепей управления при регулировании напряжения за счет встречно-согласного включения обмоток на низшей стороне тягового трансформатора На ЭПС однофазно-постоянного тока для регулирования напряжения на ТЭДах необходимо изменять коэффициент трансформации трансформатора путем изменения числа витков на первичной или на вторичной сторонах трансформатора. В этой лабораторной работе рассматривается регулирование напряжения на низшей стороне трансформатора.
5	Исследование работы ЭПС однофазно-постоянного тока в режиме реостатного торможения. Для снижения скорости движения на ЭПС применяются реостатное торможение. Рассматриваются электрические цепи при реостатном торможении. Дополнительно анализируется структурная схема блока управления реостатного торможения.
6	Работа цепей управления тяговыми двигателями в тяговом режиме. Рассматривается процесс управления ТЭДами в тяговом режиме. Анализируются электрические схемы цепей управления, а также силовые цепи.
7	ЭПС однофазно-постоянного тока с рекуперативным торможением. Для уменьшения скорости движения ЭПС применяют также рекуперативное торможение. Анализируется работа инвертора во всех 4-ех зонах регулирования. Рассматривается назначение аппаратов в силовой цепи электровоза в режиме рекуперативного торможения.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Проработка лекционного материала.
2	Подготовка к лабораторным работам
3	Подготовка к промежуточной аттестации.

4	Подготовка к текущему контролю.
---	---------------------------------

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Системы управления электрическим подвижным составом А.В. Плакс Однотомное издание Маршрут , 2005	НТБ (ЭЭ); НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
1	Подвижной состав электрифицированных железных дорог. Теория работы электрооборудования. Электрические схемы и аппараты Тихменев Борис Николаевич; Трахтман Леонид Миронович Однотомное издание Транспорт , 1980	НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (фб.)
2	Электровоз ВЛ80с Девятков; Кучеров Однотомное издание Транспорт , 1990	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.1); НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
3	Проектирование систем управления электроподвижным составом Ротанов Николай Алексеевич; Захарченко Дмитрий Дмитриевич; Плакс Алексей Владимирович; Некрасов Владимир Иванович; Иньков Юрий Моисеевич; Ротанов Николай Алексеевич Однотомное издание Транспорт , 1986	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
4	Правила тяговых расчетов для поездной работы Однотомное издание Транспорт , 1985	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.1); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2)
5	Электронная техника и преобразователи Бурков Анатолий Трофимович Однотомное издание Транспорт , 1999	Библиотека МКТ (Люблино); НТБ (уч.2); НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (фб.); НТБ (чз.1); НТБ (чз.2); НТБ (чз.4)

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

<http://library.mii.ru/> - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ.

<http://rzd.ru/> - сайт ОАО «РЖД».

<http://elibrary.ru/> - научная электронная библиотека.

Поисковые системы: Yandex, Rambler, Google, Mail.

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

Специализированного программного обеспечения не требуется

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

Для проведения лабораторных занятий необходимо иметь лаборатории с необходимым оборудованием для исследования систем управления электроподвижного состава постоянного и однофазно-постоянного тока. Для лекционных занятий необходимо компьютерное и мультимедийное оборудование (видео - аудиовизуальные средства обучения – видеопроекторы).

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

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

Авторы:

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

В.П. Обухов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭлЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин