

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)

**Тяговые электрические машины высокоскоростного подвижного
состава**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Высокоскоростной наземный 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: 03.05.2025

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения дисциплины «Тяговые электрические машины высокоскоростного подвижного состава» является:

- освоить конструкции тяговых двигателей и тяговых передач, режимов работы, способов управления тяговых коллекторных и бесколлекторных двигателей в режимах эксплуатации, методов испытаний и обслуживания.

Задачей освоения дисциплины «Тяговые электрические машины высокоскоростного подвижного состава» является:

- освоение студентами конструкции, проектирования, технологии изготовления, испытания, а также систем управления тяговыми двигателями высокоскоростного транспорта.

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 подвижного состава высокоскоростного наземного транспорта.

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

Знать:

особенности конструкций тяговых электрических машин и тяговых передач высокоскоростного транспорта, способы регулирования скорости двигателей постоянного, пульсирующего и переменного тока, управление асинхронным и синхронным тяговым электроприводом, методы испытаний и обслуживания тяговых двигателей

Уметь:

спроектировать тяговый двигатель высокоскоростного транспорта, формировать модели, производить настройку и отладку систем управления тяговым электроприводом переменного тока

Владеть:

расчетным и конструкторским прикладным программным обеспечением, программами для построения систем управления электроприводами постоянного и переменного тока, методиками испытаний высокоскоростных тяговых двигателей

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 №8
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
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 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	Тяговые электрические машины. Общие требования.
2	Тяговые передачи высокоскоростного транспорта. Особенности конструкции и требования к тяговым двигателям.
3	Коллекторные тяговые электрические машины.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Конструкции, принцип действия, математическое представление. Способы управления и регулирование скорости электрических машин.
4	Электротяговые характеристики электрического подвижного состава. Способы регулирования скорости коллекторных тяговых двигателей.
5	Коллекторные тяговые двигатели. В режимах электрического торможения.
6	Тяговые двигатели пульсирующего тока. Способы управления.
7	КПД коллекторных тяговых двигателей. Нагревание, охлаждение, потери.
8	Бесколлекторные тяговые двигатели. Пространственное представление векторов. Преобразование координат и фаз. Системы дифференциальных уравнений асинхронной машины в неподвижной и вращающейся системах координат.
9	Асинхронный электропривод. Скалярный и векторный способы управления. Основные законы управления асинхронной машины.
10	Общие требования к тяговому электроприводу. Передаточная функция тягового электропривода. Технический оптимум.
11	Управление асинхронным тяговым приводом с ориентацией по полю ротора. Математическое представление. Структурная схема.
12	Прямое управление моментом. Математическое представление. Структурная схема.
13	Четырехквadrантные ШИП. Автономные инверторы для питания тяговых двигателей переменного тока.
14	Синхронные тяговые двигатели с постоянными магнитами. Математическое описание. Структурные схемы векторного управления.
15	Испытания тяговых двигателей. Основные методы испытания тяговых двигателей.
16	Высокоскоростные поезда с тяговыми двигателями переменного тока. Тяговый привод поезда САПСАН.
17	Обслуживание и тяговых двигателей высокоскоростного подвижного состава. Ремонт тяговых двигателей высокоскоростного подвижного состава.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Методы и способы испытания тяговых электродвигателей. Рассматриваются виды (контрольные и типовые) испытания ТЭД. Разбираются принципы работы испытательных стендов с непосредственной и взаимной нагрузок.
2	Определение скоростных и моментных характеристик. Расчет характеристики КПД. На испытательном стенде взаимных нагрузок снимаются электромеханические характеристики и далее расчетным путем определяются зависимости момента на валу ТЭДа и коэффициента полезного действия от тока двигателя.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
3	Определение нагрузочной характеристики. Рассматривается процесс возникновения реакции якоря ТЭД. Снимаются на стенде нагрузочные характеристики. Рассчитывается коэффициент размагничивания и по нему оценивается степень размагничивающего влияния реакции якоря на магнитный поток главных полюсов электрической машины.
4	Оценка уровня коммутации. На стенде с помощью режимов отпитки и подпитки определяют границы интенсивности коммутационного искрения. Строится средняя линия, равноудаленная от этих границ, и по ней определяют качество компенсации реактивной эдс.
5	Исследование процессов нагрева и охлаждения обмоток тяговых двигателей. Нагрев и охлаждение обмотки возбуждения ТЭД определяют по изменению сопротивления. Сопротивление же обмотки возбуждения рассчитывают по закону Ома, предварительно сняв показания амперметра и вольтметра через определенные промежутки времени.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Конструкции тяговых электрических машин Магнитная цепь, сердечник якоря, виды обмоток якоря, конструкция коллектора, главные и дополнительные полюса, щеточно-контактный узел, силовые конструктивные элементы, электрические схемы соединения, вентиляция. Особенности конструкции асинхронных тяговых двигателей.
2	ГОСТ 2582-2013 Машины электрические вращающиеся тяговые Краткое содержание. Основные требования. Методы испытаний.
3	Краткий курс технологии изготовления тяговых электрических машин: Особенности изготовления и контроля обмоток якорей тяговых машин постоянного тока, коллекторной системы, главных и дополнительных полюсов, настройка коммутации при изготовлении тяговых машин, методы контроля качества.
4	Виды подвески тягового двигателя в тягово-моторном блоке. Опорно-осевое и опорно-рамное подвешивание. Влияние вида подвешивания на конструкцию тягового двигателя.
5	Расчет активного слоя коллекторного тягового двигателя. Расчет и построение схем якорных обмоток тяговых двигателей постоянного тока. Расчет и построение схем статорных обмоток асинхронных двигателей.
6	Особенности реакции якоря в тяговой машине постоянного тока. Расчет компенсационной обмотки.
7	Расчет магнитной цепи и МДС главных полюсов. Расчет обмоток главных полюсов. Особенности коммутации в тяговых машинах постоянного и пульсирующего тока. Дополнительные полюса.
8	Общая методика расчета тяговых асинхронных двигателей. Обмотка статора. Обмотка ротора. Параметры схемы замещения. Круговая диаграмма и построение рабочих характеристик.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам
2	Работа с лекционным материалом
3	Выполнение курсового проекта.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов

Проектирование тягового двигателя высокоскоростного транспорта

Варианты

1* 2 3* 4 5 6 7* 8 9 10

Номинальная мощность

- в часовом режиме

- - 1000 800 750 800 1100 460 900 850

- в продолжительном режиме

510 1000 940 750 700 750 1000 - 850 795

Номинальное напряжение питания двигателя

2300 1000 2300 1000 1000 1500 2180 1500 1000 1500

Напряжение изоляции относительно корпуса

3000 1000 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000 3000

Номинальная скорость движения локомотива

250 110 160 110 80 90 140 100 120 110

Конструкционная скорость локомотива

300 130 180 130 120 110 160 120 140 130

Диаметр бандажей ведущих колес

- нового

- 1250 1250 1250 1250 1250 1250 1250 1250 1250

- среднеизношенного

920 1200 1200 1200 1200 1200 1200 1200 1200 1200

Номинальный коэффициент регулирования возбуждения

- 1 - 1 1 1 - 1 1 1

Диаметр оси колесной пары

200 225 205 205 205 205 205 205 205 205

Класс нагревостойкости изоляции

Н Н F F Н F F F F F

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Проектирование тяговых электрических машин Ред. М.Д. Находкин; Под Ред. М.Д. Находкин Однотомное издание Транспорт , 1976	НТБ (уч.3); НТБ (фб.)
2	Проектирование тяговых электрических машин М.Д. Находкин, Г.В. Василенко, М.А. Козорезов, Д.М. Лупкин; Ред. М.Д. Находкин; Под Ред. М.Д. Находкин Однотомное издание Транспорт , 1967	НТБ (фб.)
3	Проектирование тяговых электродвигателей А.С. Курбасов, В.И. Седов, Л.Н. Сорин; Ред. А.С. Курбасов; Под Ред. А.В. Курбасов Однотомное издание Транспорт , 1987	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
4	Справочник по электроподвижному составу, тепловозам и дизель-поездам Ред. А.И. Тищенко Однотомное издание Транспорт , 1976	НТБ (уч.3); НТБ (чз.4)
5	Электрические машины. В 2-х частях М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский Однотомное издание Энергия, Ленингр. отд-ние , 1972	НТБ (фб.)
6	Тяговые электрические машины Д.Д. Захарченко, Н.А. Ротанов Однотомное издание Транспорт , 1991	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)
7	Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором Т.А. Тараканова; МИИТ. Каф. "Электрические машины" Однотомное издание МИИТ , 1985	НТБ (уч.3); НТБ (уч.6)
8	Линьков, А. О. Расчет тяговых электрических машин пульсирующего тока : учебно-методическое пособие / А. О. Линьков, О. В. Мельниченко, Д. А. Яговкин. — Иркутск : ИрГУПС, 2024. — 56 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: https://e.lanbook.com/book/458144 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

9	Бакланов, А. А. Проектирование тягового электродвигателя постоянного и пульсирующего тока. Часть 1 : учебно-методическое пособие / А. А. Бакланов, Е. А. Третьяков. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 1 — 2022. — 34 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	URL: https://e.lanbook.com/book/264347 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Бакланов, А. А. Проектирование тягового электродвигателя постоянного и пульсирующего тока : учебно-методическое пособие / А. А. Бакланов, Е. А. Третьяков. — Омск : ОмГУПС, 2022 — Часть 2 — 2022. — 46 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система	URL: https://e.lanbook.com/book/264353 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

Информационный портал Экспонента (<https://exponenta.ru/>);

научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (www.elibrary.ru)

Научно-техническая библиотека РУТ (МИИТ) (<http://library.miit.ru>)

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

Требуется лицензионное программное обеспечение MATLAB 2020 с полным комплектом приложений Simulink, Simscape, а также полный комплект MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint, Visio, MSProject)

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

Лабораторный стенд по испытаниям тяговых двигателей методом взаимной нагрузки.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 8 семестре.

Курсовой проект в 8 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.Н. Фиронов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭлЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин