МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические машины и электропривод

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 ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 08.10.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Электрические машины и электропривод" являются:

- формирование у обучающихся определенного состава компетенций, которые базируются на характеристиках будущей профессиональной деятельности: дать необходимый объем современных знаний о конструкциях и принципах действия электрических машин постоянного и переменного тока, параметрах и характеристиках, способах управления, применения в различных промышленных и транспортных установках;

- изучение конструкций генераторов и двигателей постоянного и переменного тока, трансформаторов, асинхронных и синхронных машин с различным способом возбуждения и регулирования, а также применения различных типов электрических машин в системах электропривода.

Задачами освоения учебной дисциплины "Электрические машины и электропривод" являются:

- освоение конструкций и принципа действия;

- освоение обмоток машин постоянного и переменного тока, расчета магнитной цепи, реакции якоря, процессов коммутации в коллекторных машинах;

- освоение характеристик генераторов и двигателей постоянного и переменного тока, регулирования скорости вращения;

- освоение в области применения двигателей в системах электропривода;

- освоение конструкций и методов расчета, характеристик и свойств трансформаторов;

- освоение конструкций, принципа действия, методов расчета, способов регулирования скорости вращения асинхронных и синхронных машин переменного тока;

- освоение и моделирование систем электропривода для различных типов электрических машин.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-3 - Способен участвовать в подготовке проектов объектов подвижного состава и технологических процессов.

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

Знать:

основные виды, конструкции принцип действия и способы регулирования различных типов электрических машин;

• методы расчета и характеристики машин постоянного и переменного тока;

• реакцию якоря, коммутацию в машинах постоянного тока, способы борьбы с реакцией якоря и улучшением условий коммутации;

• способы пуска в ход и регулирования скорости вращения;

• математическое описание всех видов электрических машин и способов их моделирования;

• конструкции, математическое описание, характеристики, типы и области использования трансформаторов;

• конструкции, методы расчета и характеристики машин переменного тока;

• способы управления электрических машин переменного тока при питании от полупроводниковых преобразователей в системах электропривода;

• способы повышения энергетической эффективности транспортных электрических машин и электроприводов;

Уметь:

• выбрать и рассчитать электрическую машину постоянного и переменного тока;

• определить способы пуска и управления скоростью вращения двигателя в промышленном и транспортном электроприводе;

• моделировать электромеханические процессы в системах электропривода с машинами постоянного и переменного тока при питании от полупроводниковых преобразователей;

• оценить энергетическую эффективность систем электропривода;

Владеть:

Владеть прикладным программным обеспечением для построения систем управления электрическими машинами и электроприводом, модельно-ориентированным подходом к проектированию электроприводов и систем управления

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 6 з.е. (216 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	
		№5	№6
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	128	64	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	64	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 88 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	5 семестр Классификация электрических машин. Рассматриваемые вопросы: - материалы, применяемые в электрических машинах; - основные законы электромеханики.
2	5 семестр Принцип действия и конструкция машины постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - петлевые и волновые обмотки;

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- условия симметрии обмоток; - уравнительные соединения.
3	5 семестр Магнитная цепь машины постоянного тока и ее расчет. Рассматриваемые вопросы: - характеристика холостого хода; - коэффициент насыщения.
4	5 семестр ЭДС якоря и электромагнитный момент. Рассматрвиаемые вопросы: - реакция якоря в машине постоянного тока; - магнитное поле при работе под нагрузкой; - способы борьбы с реакцией якоря.
5	5 семестр Коммутация в машинах постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - напряжение между коллекторными пластинами; - ускоренная и замедленная; - искрение на коллекторе; - способы улучшения коммутации.
6	5 семестр Схемы включения машин постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - генераторы, основные характеристики.
7	5 семестр Двигатели постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - электромагнитный момент; - характеристики двигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.
8	5 семестр Способы пуска в ход двигателей постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - переходные процессы в двигателях постоянного тока; - полупроводниковые преобразователи в системах электропривода постоянного тока.
9	5 семестр Потери и КПД в двигателях постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - нагревание и охлаждение электрических машин; - режимы работы.
10	5 семестр Математическое описание электрических машин постоянного тока в системах автоматического управления. Рассматриваемые вопросы: - аналитическое описание машин постояннного тока.
11	5 семестр Модели двигателей постоянного тока при различных способах управления. Рассматриваемые вопросы: - модели систем электропривода с двигателями постоянного тока.
12	5 семестр Трансформаторы. Рассматриваемые вопросы: - назначение, конструкция, принцип действия; - холостой ход идеального трансформатора.
13	5 семестр Работа трансформатора под нагрузкой. Рассматриваемые вопросы: - уравнения равновесия ЭДС, напряжений и токов трансформатора; - векторная диаграмма и схема замещения трансформатора.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
14	5 семестр Опытное определение параметров схемы замещения трансформатора. Рассматриваемые вопросы: - внешняя характеристика, потери и КПД трансформатора.
15	5 семестр Трехфазный трансформатор. Группы соединения трехфазного трансформатора. Трехфазный трансформатор. Рассматриваемые вопросы: - группы соединения трехфазного трансформатора; - трехфазный трансформатор; - условия включения на параллельную работу.
16	5 семестр Специальные трансформаторы. Рассматриваемые вопросы: - автотрансформаторы; - работа трансформаторов с выпрямительными устройствами.
17	5 семестр Специальные и измерительные трансформаторы. Рассматриваемые вопросы: - трансформаторы в устройствах АТС на железнодорожном транспорте; - модели трансформаторов.
18	6 семестр Электрические машины переменного тока. Рассматриваемые вопросы: - общие вопросы; - образование вращающегося магнитного поля; - асинхронные и синхронные машины; - конструкции, принцип действия.
19	6 семестр Обмотки машин переменного тока. Рассматриваемые вопросы: - конструкции и схемы; - МДС обмоток переменного тока; - частота вращения магнитного поля; - ЭДС обмоток машин переменного тока.
20	6 семестр Асинхронные машины Рассматриваемые вопросы: - Асинхронная машина при неподвижном и вращающемся роторе; - Приведение параметров роторной обмотки к статорной.
21	6 семестр Схемы замещения асинхронной машины Рассматриваемые вопросы: - электромагнитный момент асинхронной машины.
22	6 семестр Способы регулирования скорости вращения асинхронной машины. Рассматриваемые вопросы: - асинхронные машины в системах электропривода.
23	6 семестр Пространственное преобразование векторов. Рассматриваемые вопросы: - преобразователи координат и фаз; - математическое описание асинхронной машины; - системы уравнений асинхронной машины в неподвижных и вращающихся осях.
24	6 семестр Моделирование асинхронных машин в системах электропривода. Рассматриваемые вопросы: - функциональные и виртуальные модели; - построение моделей при питании от автономных инверторов напряжений.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
25	6 семестр Современные алгоритмы управления асинхронным электроприводом Рассматриваемые вопросы - современные системы управления асинхронным электроприводом.
26	6 семестр Синхронные машины. Рассматриваемые вопросы: - холостой ход; - работа синхронной машины под нагрузкой; - реакция якоря.
27	6 семестр Определение синхронного индуктивного сопротивления. Рассматриваемые вопросы: - отношение короткого замыкания; - характеристики синхронных генераторов.
28	6 семестр Электромагнитный момент синхронной машины. Рассматриваемые вопросы: - перегрузочная способность; - параллельная работа синхронной машины с сетью; - угловые характеристики мощности.
29	6 семестр Регулирование реактивной мощности. Рассматриваемые вопросы: - статическая перегружаемость; - U-образные характеристики.
30	6 семестр Синхронные двигатели с электромагнитным возбуждением Рассматриваемые вопросы: - синхронные двигатели с и постоянными магнитами.
31	6 семестр Тяговые асинхронные и синхронные электрические машины Рассматриваемые вопросы: - конструкции; - общие принципы управления.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	5 семестр Ознакомление с техникой безопасности при работе в лаборатории. Изучение конструкций электрических машин и лабораторных стендов. Рассматриваемые вопросы: - занятия проводятся в лаборатории электрических машин постоянного тока.
2	5 семестр Исследование однофазного трансформатора Рассматриваемые вопросы: - Провести опыты: 1. Холостого хода. 2. Короткого замыкания; - снять внешнюю характеристику трансформатора при активной и активно-индуктивной нагрузке; - выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.
3	5 семестр Исследование трехфазного трансформатора Рассматриваемые вопросы: - провести измерения напряжений при схемах соединения «звезда» и «треугольник». Определить

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	группу соединения; - выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.
4	5 семестр Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением. Рассматриваемые вопросы: - снятие характеристик генератора постоянного тока с независимым возбуждением: 1. Холостой ход. 2. Нагрузочная. 3. Внешняя. 4. Регулировочная; - выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе
5	5 семестр Исследование генератора постоянного тока с параллельным возбуждением Рассматриваемые вопросы: - снятие характеристик генератора постоянного тока с параллельным возбуждением: 1. Внешняя. 2. Регулировочная; - выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.
6	5 семестр Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. Рассматриваемые вопросы: - снятие характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением: 1. Скоростная. 2. Механическая естественная. 3. Механическая при включении добавочного сопротивления в цепь якоря. 4. Механическая при изменении потока возбуждения; - выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.
7	5 семестр Исследование двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. Рассматриваемые вопросы: - снятие характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением: 1. Скоростная. 2. Механическая естественная. 3. Механическая при включении добавочного сопротивления в цепь якоря. 4. Механическая при изменении потока возбуждения; - выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.
8	6 семестр Моделирование электропривода с двигателем постоянного тока Рассматриваемые вопросы: - построить Simulink-модель двигателя постоянного тока по дифференциальным уравнениям; - провести моделирование пусковых и нагрузочных характеристик.
9	6 семестр Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением при питании от широтно-импульсного преобразователя. Рассматриваемые вопросы: - построить Simulink-модель двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением при питании от широтно-импульсного преобразователя; - снять пусковые и механическую характеристики при питании от ШИП.
10	6 семестр Техника безопасности. Изучение конструкций машин переменного тока. Образование вращающегося магнитного поля.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
	Рассматриваемые вопросы: - занятия проводятся в лаборатории электрических машин переменного тока.
11	6 семестр Исследование индукционного регулятора (фазорегулятора). Рассматриваемые вопросы: - снятие внешней характеристики асинхронного фазорегулятора.
12	6 семестр Исследование асинхронной машины с короткозамкнутым ротором. Рассматриваемые вопросы: - снятие и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором
13	6 семестр Исследование асинхронной машины с фазным ротором. Рассматриваемые вопросы: - снятие и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором при включении добавочных сопротивлений в цепь ротора.
14	6 семестр Исследование асинхронного электропривода со скалярным управлением Рассматриваемые вопросы: - снять пусковые и нагрузочные характеристики Simscape-модели асинхронного двигателя при управлении по закону U/f = const.
15	6 семестр Исследование синхронного генератора с электромагнитным возбуждением Рассматриваемые вопросы: - снять характеристики синхронного генератора: 1. Холостой ход. 2. Двух—и трехфазное короткое замыкание 3. Внешняя: - расчетным путем определить индуктивное сопротивление по продольной оси и ОКЗ.
16	6 семестр Параллельная работа синхронной машины с сетью. Рассматриваемые вопросы: - провести запуск и синхронизацию синхронной машины с сетью; - перевести синхронную машину в режим двигателя и генератора; - снять U-образные характеристики синхронной машины.
17	6 семестр Исследование синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением. Рассматриваемые вопросы: - провести запуск и синхронизацию синхронной машины с сетью; - перевести синхронную машину в режим двигателя; - снять рабочие характеристики синхронного двигателя.
18	6 семестр Моделирование асинхронного электропривода. Рассматриваемые вопросы: - провести плавный запуск асинхронного двигателя при питании от преобразователя напряжения и частоты; - снять нагрузочные характеристики.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Основные законы электротехники, применяемые в электрических машинах. Формулировки и правила. Принцип работы генератора и двигателя. Конструкции машин постоянного тока. Назначение и принцип работы коллектора. Элементы конструкции: пакеты якоря, обмотка якоря, коллектор, статор, полюсная система, главные, дополнительные полюса, компенсационная обмотка.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
2	Технология изготовления статоров и якорных обмоток машин постоянного тока. Расчет петлевых и волновых обмоток, особенности конструкции тяговых машин.
3	Магнитное поле машины постоянного тока. Расчет и построение характеристики холостого хода. Реакция якоря и ее влияние на работу машины постоянного тока.
4	Коммутация в машине постоянного тока. Замедленная и ускоренная. Напряжение между коллекторными пластинами. Ограничения для общепромышленных и тяговых электрических машин. Виды коммутации.
5	Генераторы постоянного тока с независимым, параллельным и смешанным возбуждением Особенности характеристик и способов управления напряжением генераторов.
6	Двигатель постоянного тока Основные характеристики и способы управления скоростью вращения. Управляемые выпрямители и широтно-импульсные преобразователи для питания двигателей постоянного тока. Построение моделей электропривода постоянного тока.
7	Конструкции силовых однофазных и трехфазных трансформаторов. Технология изготовления сердечников и обмоток трансформаторов. Работа трансформатора в режиме холостого хода и под нагрузкой. Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной. Схема замещения.
8	Определение параметров схемы замещения трансформатора опытным путем. Определение параметров схемы замещения из паспортных данных. Моделирование однофазного и трехфазного трансформатора при работе с разными характерами нагрузки. Особенности работы трансформаторов на выпрямительную нагрузку
9	Конструкции асинхронных и синхронных машин переменного тока Элементы конструкции: пакеты статора,виды обмоток статора, роторы асинхронной и синхронной машин. Расчет и схемы статорных обмоток. Источники магнитных полей для асинхронной и синхронной машин. Машины переменного тока в тяговых электроприводах.
10	Приведение параметров асинхронной машины от неподвижного к вращающемуся ротору. Схема замещения асинхронной машины. Расчет по паспортным данным. Механическая характеристика асинхронной машины. Способы управления скоростью вращения
11	Современное представление асинхронных машин при пространственном преобразовании координат. Математическое описание асинхронного двигателя в неподвижной и вращающейся системах координат.
12	Системы питания электрических машин в электроприводах переменного тока. Автономные инверторы. Широтно-импульсные транзисторные преобразователи. Векторная ШИМ.
13	Законы управления асинхронными машинами. Управление асинхронным электроприводом при постоянстве потокосцепления ротора. Принципы полеориентированного управления и прямого управления моментом асинхронного электропривода.
14	Холостой ход и работа под нагрузкой. Реакция якоря в синхронной машине. Опытное определение продольного индуктивного сопротивления. Характеристики и способы управления напряжением синхронных генераторов.
15	Угловая характеристика синхронной машины. Статическая и динамическая перегружаемость. Способы сохранения синхронизма при набросах нагрузки. Особенности конструкций магнитоэлектрических синхронных машин.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
16	Особенности конструкции и способов управления асинхронных машин и синхронных машин с постоянными магнитами в тяговом электроприводе Моделирование полеориентированного управления в тяговом электроприводе.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам.
2	Работа с лекционным материалом.
3	Освоение программного комплекса для моделирования электрических машин
4	Выполнение курсового проекта.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов
Проектирование тягового двигателя

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

H H F F H F F F F F

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Терехин, В. Б. Компьютерное моделирование систем электропривода постоянного и переменного тока в Simulink : учебное пособие / В. Б. Терехин, Ю. Н. Дементьев. — Томск : ТПУ, 2015. — 307 с. — ISBN 978-5-4387-0558-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: https://e.lanbook.com/book/82848 (дата обращения: 30.04.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Герман-Галкин, С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде Matlab-Simulink : учебник для вузов / С. Г. Герман-Галкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 444 с. — ISBN 978-5-507-50698-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: https://e.lanbook.com/book/457226 (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 полны 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).

Лабораторные стенды по исследованию электрических машин постоянного и переменного тока.

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 5 семестре.
Курсовой проект в 6 семестре.
Экзамен в 6 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
«Тяговый подвижной состав
железных дорог» А.Н. Фиронов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТПСЖД О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова