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

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Инжиниринг подвижного состава высокоскоростных железнодорожных магистралей

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: 10.11.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины "Электрические машины" 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" 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 в области 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 узлов и систем подвижного состава ВСМ.

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:

Владетьприкладным 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):	144	80	64
В том числе:			
Занятия лекционного типа	64	32	32
Занятия семинарского типа	80	48	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 72 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	Классификация электрических машин. Принцип действия и конструкция машины постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - Материалы, применяемые в электрических машинах; - основные законы электромеханики; - назначение и принцип работы коллектора; - элементы конструкции:

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	- пакеты якоря, обмотка якоря, коллектор, статор, полюсная система, главные и дополнительные полюса, компенсационная обмотка.
2	Обмотки якоря машин постоянного тока. Магнитное поле машины постоянного тока. Реакция якоря. Рассматриваемые вопросы: - Петлевые и волновые обмотки, условия симметрии обмоток, уравнительные соединения; - расчёт и построение характеристики холостого хода; - реакция якоря и её влияние на работу машины, способы борьбы с реакцией якоря.
3	Коммутация в машинах постоянного тока. Рассматрвиаемые вопросы: - Напряжение между коллекторными пластинами; - замедленная и ускоренная коммутация; - искрение на коллекторе; - способы улучшения коммутации; - ограничения для общепромышленных и тяговых электрических машин.
4	Генераторы и двигатели постоянного тока, их характеристики. Рассматриваемые вопросы: - Генераторы с независимым, параллельным и смешанным возбуждением, характеристики и способы управления напряжением; - электромагнитный момент; - характеристики двигателей с параллельным и последовательным возбуждением; - способы управления скоростью вращения.
5	Способы пуска в ход двигателей постоянного тока. Переходные процессы. Полупроводниковые преобразователи в системах электропривода постоянного тока. Рассматриваемые вопросы: - Переходные процессы в ДПТ; - управляемые выпрямители и широтно-импульсные преобразователи; - построение моделей электропривода постоянного тока.
6	Трансформаторы. Рассматриваемые вопросы: - Назначение, конструкция, принцип действия; - холостой ход идеального трансформатора; - работа под нагрузкой, приведение параметров вторичной обмотки, схема замещения; - определение параметров опытным путём и из паспортных данных; - трёхфазные трансформаторы, особенности работы на выпрямительную нагрузку.
7	Электрические машины переменного тока. Асинхронные машины. Рассматриваемые вопросы: - Образование вращающегося магнитного поля; - конструкции и принцип действия асинхронных и синхронных машин; - машины переменного тока в тяговых электроприводах.
8	Асинхронная машина при неподвижном и вращающемся роторе. Схема замещения и электромагнитный момент. Рассматриваемы вопросы: - приведение параметров роторной обмотки к статорной; - схема замещения, расчёт по паспортным данным; - электромагнитный момент и механическая характеристика.
9	Способы регулирования скорости вращения асинхронных машин. Асинхронные машины в системах электропривода.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	Рассматриваемы вопросы: - Способы пуска и регулирования скорости; асинхронные машины в системах электропривода.
10	Математическое описание и моделирование машин переменного тока. Законы управления асинхронными машинами при питании от полупроводниковых преобразователей. Рассматриваемые вопросы: - Пространственное преобразование координат, математическое описание АД в неподвижной и вращающейся системах координат; - автономные инверторы, широтно-импульсные транзисторные преобразователи, векторная ШИМ; - управление при постоянстве потокосцепления ротора, полеориентированное управление, прямое управление моментом.
11	Синхронные машины. Рассматриваемые вопросы: - Холостой ход и работа под нагрузкой, реакция якоря, опытное определение продольного индуктивного сопротивления; угловая характеристика, статическая и динамическая перегружаемость, способы сохранения синхронизма; - способы управления напряжением синхронных генераторов; - особенности конструкции магнитоэлектрических синхронных машин и машин с постоянными магнитами в тяговом электроприводе.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	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.
2	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.
3	5 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.

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
4	6 семестрТехника безопасности. Изучение конструкций машин переменного тока. Образование вращающегося магнитного поля. Рассматриваемые вопросы: - занятия проводятся в лаборатории электрических машин переменного тока.
5	6 семестр Исследование асинхронной машины с короткозамкнутым ротором. Рассматриваемые вопросы: - снятие и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
6	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.

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.
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

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
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.
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

Расчет трехфазного силового трансформатора

Варианты заданий для курсового проекта:

№ п/п S, кВА Uвн, кВ Uнн, кВ Соединение

обмоток Uкз, % Рк, кВт ?

1 50 6,9 3,15 Д/Д 4 0,6 2,1

2 50 6 3,3 Д/У 4 0,88 2,2

3 50 5 0,69 У/Д 4 0,6 2,3

4 50 3 0,4 У/У 4 0,88 2,4

5 75 6,3 3,15 Д/Д 4 1,28 2,5

6 75 5 3,3 Д/У 4,5 0,88 2,6

7 75 3,3 0,4 У/Д 4 1,28 2,7

8 75 3 0,69 У/У 4,5 0,88 2,8

9 100 11 6,9 Д/Д 4,5 2,65 2,9

10 100 6,9 3,3 Д/У 4 1,28 3

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	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.
2	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.

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).

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и наборами
демонстрационного оборудования.
2. Помещения для проведения лабораторных работ, оснащенные следующим оборудованием: лабораторные стенды по исследованию электрических машин постоянного и переменного тока.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовой проект в 5 семестре.
Экзамен в 5, 6 семестрах.

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» » Института
железнодорожного транспорта А.Н. Фиронов

Согласовано:

Директор О.Н. Покусаев

Заведующий кафедрой ТПСЖД О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Д.В. Паринов