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 - программа специалитета
по специальности
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором ФГАОУ ВО
РУТ (МИИТ) Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические машины

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Телекоммуникационные системы и сети железнодорожного транспорта

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: 01.09.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) «Электрические машины» являются:

- формирование у студентов знаний конструкции, принципа работы, процессов и характеристик, экспериментальных исследований и эксплуатаци электрических машин.

Задачами освоения учебной дисциплины (модуля) «Электрические машины» являются:

- освоение методов и способов проектирования электрических машин, которые необходимы для изучения специальных дисциплин.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

ПК-1 - Способен организовывать и выполнять работы (технологические процессы) по монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации объектов системы обеспечения движения поездов на основе знаний об особенностях функционирования её основных элементов и устройств, а так же правил технического обслуживания и ремонта;

ПК-4 - Способен разрабатывать проекты устройств и систем, технологических процессов производства, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта элементов, устройств и средств технологического оснащения системы обеспечения движения поездов.

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

Владеть:

Владеть методами анализа режимов работы электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем; методами расчета параметров электроэнергетических устройств и электроустановок; методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.

Знать:

Знать основы теории электромеханического преобразования энергии и физические основы работы электрических машин; виды электрических машин и их основные характеристики; эксплуатационные требования к различным видам электрических машин.

Уметь:

Уметь применять, эксплуатировать и производить выбор электрических машин.

Уметь рассчитывать основные параметры и характеристики эксплуатируемых электрических машин.

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 4 з.е. (144 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):	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 80 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	Физические основы электромеханического преобразования энергии Упрощенная модель индуктивной электрической машины. Основные элементы и принимаемые допущения. Электрическая машина – определение. Энергоносители. Закон электромагнитной индукции (по Фарадею). Правило правой руки. Формулировка для контура по Максвеллу. Закон электромагнитного взаимодействия. Правило левой руки. Формулировка для ферромагнитных тел. Упрощенная модель индуктивной электрической машины. Основные элементы и принимаемые допущения.
2	Механизм электромашинного преобразования энергии. Механизм электромашинного преобразования энергии. Условие однонаправленного преобразования энергии. Фундаментальные принципы функционирования электрических машин. Ток в обмотке возбуждения. Элементарная трубка магнитного потока. Распределение магнитной энергии. Распределение индукции по поверхности ротора. Понятие о северном и южном полюсах машины. Преобразование механической энергии в электрическую (кратко). Общая схема преобразования энергии. Механическая мощность, механический момент на валу. Энергия магнитного поля в зазоре. ЭДС обмоток якоря и возбуждения, ЭДС холостого хода якоря. Напряжения на зажимах обмоток. Суммарная мощность обмоток, ее разделение на мощность потерь, мощность изменения магнитного поля (реактивную) и электромагнитную мощность. Электромагнитный момент, его связь с механическим и частотой вращения. Условие однонаправленного преобразования энергии и средства его достижения. Энергоприток и энергооттток. Принцип обратимости машины. Принцип саморегулирования.
3	Устройство и конструктивная структура электрических машин постоянного тока. Принцип действия Упрощенная структура электрической машины постоянного тока – описание конструкции. Генераторный режим работы – Общая схема, взаимное расположения якоря и полюсов – ЭДС вращения – ЭДС якоря, ее направление, ЭДС на щетках, ее «выпрямление» – коммутация – схема моментов и ЭДС – уравнение напряжения якоря – силы, действующие на проводники обмотки якоря, электромагнитный момент – моменты, действующие на якорь, баланс моментов Двигательный режим работы – схема, электромагнитные силы и моменты – ЭДС якоря – уравнение напряжения якоря – моменты, действующие на якорь, баланс моментов – схема моментов и ЭДС – электромагнитная мощность Параллельное рассмотрение двух режимов – связь электромагнитной мощность с электрическими мощностями цепи якоря – переход от уравнений моментов к уравнениям мощностей – вывод уравнений баласна мощностей Потери энергии и КПД машин постоянного тока Механическая мощность – определяющий фактор преобразования
4	Генераторы постоянного тока Общие сведения о генераторах постоянного тока. Классификация генераторов по способу возбуждения. Основные параметры и характеристики генераторов постоянного тока. Генераторы независимого возбуждения (электрическая схема, характеристика холостого хода, внешняя и

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	регулировочная характеристики). Условия самовозбуждения генераторов. Генераторы параллельного возбуждения (электрическая схема, характеристика холостого хода, внешняя и регулировочная характеристики). Генераторы последовательного возбуждения (электрическая схема, внешняя характеристика). Генераторы смешанного возбуждения (электрическая схема, характеристика холостого хода, внешняя и регулировочная характеристики).
5	Двигатели постоянного тока Общие сведения о двигателях постоянного тока. Основные параметры и характеристики двигателей постоянного тока. Двигатели параллельного возбуждения (электрическая схема, рабочая, механическая и скоростная характеристики). Двигатели последовательного возбуждения (электрическая схема, рабочая, механическая и скоростная характеристики). Двигатели независимого возбуждения (кратко).
6	Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока Способы пуска двигателя постоянного тока в работу. Прямое включение двигателя в сеть. Реостатный пуск. Пуск при пониженном напряжении на якоре. Способы регулирования частоты вращения двигателя постоянного тока. Дополнительное сопротивление в цепи якоря. Регулирование магнитного потока. Регулирование напряжения на якоре (система генератор-двигатель; применение регулируемого трансформатора при питании от сети переменного тока; применение управляемого выпрямителя при питании от сети переменного тока; применение импульсного прерывателя постоянного напряжения)
7	Трансформаторы. Основные сведения Основные сведения о трансформаторах. Конструкция, принцип действия и электромагнитные процессы. Математическая модель электромагнитных процессов. Приведение вторичной обмотки к первичной. Математическая модель приведенного трансформатора)
8	Схема замещения и энергетические диаграммы трансформатора Определение вида и параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора. Опыты холостого хода и короткого замыкания (схемы замещения и определяемые параметры). Потери энергии в трансформаторе. Энергетические диаграммы. КПД трансформатора.
9	Работа трансформатора под нагрузкой Физические условия работы трансформатора. Векторные диаграммы трансформатора при активно-индуктивной и активно-емкостной нагрузках. Регулирование напряжения трансформатора.
10	Параллельная работа трансформаторов Параллельная работа двухобмоточных трансформаторов. Условия параллельной работы трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов неодинаковых групп соединения обмоток. Параллельная работа трансформаторов с неодинаковыми коэффициентами трансформации. Параллельная работа трансформаторов с неодинаковыми напряжениями короткого замыкания.
11	Асинхронные электрические машины. Основные сведения Основные сведения об асинхронных машинах. Конструкция, принцип действия и электромагнитные процессы. Скольжение асинхронной машины и зависимость режимов работы от него. Математическая модель электромагнитных процессов.
12	Схема замещения и энергетические диаграммы асинхронной электрической машины Приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора. Схема замещения асинхронной машины. Энергетические диаграммы асинхронной машины для двигательного и генераторного режимов. КПД асинхронной машины.
13	Основные параметры и характеристики асинхронных двигателей Электромагнитные моменты и характеристики асинхронной машины. Рабочие характеристики асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронного двигателя.
14	Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей Способы пуска асинхронного двигателя в работу. Прямое включение двигателя в сеть. Реакторный

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	пуск асинхронного двигателя. Автотрансформаторный пуск асинхронного двигателя. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Регулирование за счет изменения частоты питающего напряжения. Регулирование путем изменения числа пар полюсов. Регулирование за счет изменения напряжения. Импульсное регулирование.
15	Синхронные электрические машины. Основные сведения Основные сведения о синхронных машинах. Магнитное поле и электромагнитные поля обмоток возбуждения и якоря. Приведение электромагнитных величин и параметров обмоток синхронных машин.
16	Синхронные генераторы. Математическая модель процессов в синхронном генераторе. Векторные диаграммы синхронных генераторов. Характеристики синхронных генераторов (нагрузочные, внешние, регулировочные).
17	Синхронные двигатели. Математическая модель процессов в синхронном двигателе. Векторные диаграммы синхронного двигателя. Рабочие характеристики синхронного двигателя.

4.2. Занятия семинарского типа.

Лабораторные работы

№ п/п	Наименование лабораторных работ / краткое содержание
1	Исследование характеристик генератора независимого возбуждения. Сбор электрической схемы для исследования генератора с независимым возбуждением. Снятие характеристики холостого хода, регулировочной характеристики, внешней характеристики, определение коэффициент насыщения электрической машины.
2	Исследование генератора с параллельным возбуждением. Сбор электрической схемы для исследования генератора с параллельным возбуждением. Снятие характеристики холостого хода, внешней характеристики.
3	Исследование двигателя с параллельным возбуждением. Сбор электрической схемы для исследования двигателя с параллельным возбуждением. Снятие электромеханических характеристик двигателя при полном и ослабленном возбуждении, расчет рабочих характеристик.
4	Исследование двигателя с последовательным возбуждением. Сбор электрической схемы для исследования двигателя с последовательным возбуждением. Снятие электромеханических характеристик двигателя при полном и ослабленном возбуждении, расчет рабочих характеристик.
5	Исследование однофазного трансформатора. Сбор электрической схемы для исследования однофазного трансформатора. Опыт по определению коэффициента трансформации, опыт холостого хода и короткого замыкания. Снятие внешней характеристики. Расчет параметров схемы замещения трансформатора.
6	Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Сбор электрической схемы для исследования асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Снятие электромеханических характеристик двигателя, расчет рабочих характеристик.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Законы электромагнитной индукции и электромагнитного взаимодействия Решение задач по расчету ЭДС, индуцируемой в проводнике, а так же сил, действующих на проводник с током.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
2	Расчет параметров генераторов постоянного тока. Решение задач по расчету параметров генераторов постоянного тока (ЭДС якоря, ток якоря, напряжение на зажимах)
3	Расчет параметров двигателей постоянного тока. Решение задач по расчету параметров двигателей постоянного тока (ток якоря, момент на валу, частота вращения)
4	Расчет характеристик генераторов постоянного тока с независимым возбуждением. Решение задач по расчету и построению внешней и регулировочной характеристик генератора постоянного тока с независимым возбуждением.
5	Расчет характеристик генераторов постоянного тока с параллельным возбуждением. Решение задач по расчету и построению внешней и регулировочной характеристик генератора постоянного тока с параллельным возбуждением.
6	Расчет характеристик генераторов постоянного тока со смешанным возбуждением Решение задач по расчету и построению внешней и регулировочной характеристик генератора постоянного тока со смешанным возбуждением.
7	Расчет характеристик двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением. Решение задач по расчету и построению скоростной и механической характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.
8	Расчет характеристик двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением. Решение задач по расчету и построению скоростной и механической характеристик двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.
9	Пусковые диаграммы двигателя постоянного тока.Решение задач по расчету и построению пусковых диаграмм двигателя постоянного тока при реостатном пуске. Решение задач по расчету и построению пусковых диаграмм двигателя постоянного тока при реостатном пуске.
10	Определение основных параметров трансформатора. Решение задач по расчету параметров двухобмоточных трансформаторов (напряжения и токи обмоток, коэффициент трансформации)
11	Определение параметров схемы за1мещения трансформатора. Решение задач по расчету параметров схемы замещения двухобмоточного трансформатора на основе данных опытов холостого хода и короткого замыкания
12	Энергетические диаграммы трансформатора. Решение задач по построению энергетических диаграмм двухобмоточного трансформатора, а так же определению его КПД.
13	Работа трансформатора под нагрузкой. Решение задач по построению векторных диаграмм двухобмоточного трансформатора при работе с активно-индуктивной и активно-емкостной нагрузкой.
14	Определение основных параметров асинхронных электрических машин. Решение задач по расчету параметров асинхронных электрических машин (напряжения и токи обмоток ротора и статора, скольжение).
15	Определение параметров схемы асинхронных электрических машин. Решение задач по расчету параметров Т-образной схемы замещения асинхронных электрических машин.
16	Механические характеристики асинхронного двигателя Решение задач по расчету и построению механическмх характеристик асинхронного двигателя.

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
17	Определение основных параметров синхронных электрических машин. Решение задач по расчету и построению рабочих характеристик синхронных электрических машин.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к лабораторным работам.
2	Работа с литературой.
3	Самостоятельное изучение разделов (тем) дисциплины(модуля).
4	Выполнение курсовой работы.
5	Подготовка к промежуточной аттестации.
6	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Расчет трехфазного силового трансформатора

№ 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

11 100 5 3 У/Д 4,5 1,97 3,1

12 100 3,15 0,4 У/У 4 1,28 3,2

13 160 13,8 6 Д/Д 5 2,65 3,3

14 160 6,9 3 Д/У 4,5 1,97 3,4

15 160 5 3,15 У/Д 4,5 1,97 3,5

16 160 3,3 0,69 У/У 4 1,28 2,8

17 250 18 11 Д/Д 5,5 3,7 2,1

18 250 15 10 Д/У 5 2,65 2,2

19 250 10 6,6 У/Д 4,5 1,97 2,3

20 250 6,3 3,15 У/У 4 1,28 2,4

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

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы А.И. Вольдек, В.С. Попов Однотомное издание "Питер" , 2008	НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
2	Проектирование трансформаторов для питания устройств автоматики, телемеханики и микропроцессорных систем М.Д. Глущенко, Е.В. Васильев, А.А. Реморов, П.П. Смазнов; МИИТ. Каф. "Электрические машины" Однотомное издание МИИТ , 2004	НТБ (уч.3); НТБ (фб.); НТБ (чз.2)
3	Расчет трансформаторов П.М. Тихомиров Однотомное издание Энергия , 1976	НТБ (фб.)

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

http://library.miit.ru/ - электронно-библиотечная система научно-технической библиотеки МИИТ.

http://rzd.ru/ - сайт ОАО «РЖД».

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

Поисковые системы: Yandex, Rambler, Mail

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

Для выполнения расчетной части курсовой работы необходимы программы Microsoft Excel и/или MathCad.

Для создания эскизов устройства, рассчитанного в курсовой работе, требуется программа «Компас».

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

натурные образцы электрических машин
учебные плакаты электрических машин
чертежи серийно выпускаемых электрических машин
компьютерный класс с ЭВМ, подключенными к сети INTERNET

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.
Курсовая работа 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» И.И. Гарбузов

Согласовано:

Заведующий кафедрой АТСнаЖТ А.А. Антонов

Заведующий кафедрой ЭиЛ О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии Н.А. Андриянова