

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
23.05.05 Системы обеспечения движения поездов,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Электрические машины и трансформаторы

Специальность: 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов

Специализация: Электроснабжение 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 РУТ (МИИТ)
ID подписи: 5214
Подписал: заведующий кафедрой Пудовиков Олег Евгеньевич
Дата: 02.06.2026

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

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

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

Задачами освоения учебной дисциплины (модуля) «Электрические машины и трансформаторы» 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-5 - Способен решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности с использованием знаний в области электротехники, электроники, электротехнических цепей и машин.

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

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 электрические машины

- Уметь производить выбор электрических машин.

Владеть:

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

- Владеть методами расчета, проектирования и конструирования электроэнергетического и электротехнического оборудования и систем.

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 №3
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	48	48
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	16	16

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 60 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.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
2	<p>Механизм электромашинного преобразования энергии. Механизм электромашинного преобразования энергии. Условие однонаправленного преобразования энергии. Фундаментальные принципы функционирования электрических машин.</p> <p>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 энергоотток. Принцип обратимости машины. Принцип саморегулирования.</p>
3	<p>Устройство и конструктивная структура электрических машин постоянного тока.</p> <p>Принцип действия</p> <p>Упрощенная структура электрической машины постоянного тока – описание конструкции.</p> <p>Генераторный режим работы</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 <p>Двигательный режим работы</p> <ul style="list-style-type: none"> – схема, электромагнитные силы и моменты – ЭДС якоря – уравнение напряжения якоря – моменты, действующие на якорь, баланс моментов – схема моментов и ЭДС – электромагнитная мощность <p>Параллельное рассмотрение двух режимов</p> <ul style="list-style-type: none"> – связь электромагнитной мощностью с электрическими мощностями цепи якоря – переход от уравнений моментов к уравнениям мощностей – вывод уравнений баланса мощностей <p>Потери энергии и КПД машин постоянного тока</p> <p>Механическая мощность – определяющий фактор преобразования</p>
4	<p>Генераторы постоянного тока</p> <p>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 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).</p>
5	<p>Двигатели постоянного тока</p> <p>Общие сведения о двигателях постоянного тока. Основные параметры и характеристики двигателей</p>

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	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 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

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
	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.

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

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

4.4. Примерный перечень тем курсовых проектов
Расчет трехфазного силового трансформатора
Варианты заданий для курсового проекта:

№ п/п S, кВА $U_{вн}$, кВ $U_{нн}$, кВ Соединение
обмоток $U_{кз}$, % R_k , 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	Ионов, А. А. Электрические машины. Машины постоянного и переменного тока : учебное пособие / А. А. Ионов. — Самара : СамГУПС, 2017. — 183 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	— URL: https://e.lanbook.com/book/130306 (дата обращения: 06.11.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Тяговые электрические машины : учебное пособие / составители Ю. А. Давыдов, А. К. Пляскин. — Хабаровск : ДВГУПС, 2024. — 167 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система.	URL: https://e.lanbook.com/book/506870 (дата обращения: 03.12.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

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

<http://library.miiit.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 сетям INTERNET

9. Форма промежуточной аттестации:

Зачет в 3 семестре.

Курсовой проект 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 «Тяговый
подвижной состав железных дорог»

И.И. Гарбузов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭЭТ

М.В. Шевлюгин

Заведующий кафедрой ЭлЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической
комиссии

С.В. Володин