

**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)**

**Электрические машины и электропривод**

Специальность: 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Специализация: Локомотивы

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: 17.06.2025

## 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 7 з.е. (252 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 108 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.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- материалы, применяемые в электрических машинах;<br>- основные законы электромеханики. |
| 2     | 5 семестр Принцип действия и конструкция машины постоянного тока.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- петлевые и волновые обмотки;                                     |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- условия симметрии обмоток;</li> <li>- уравнильные соединения.</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |
| 3        | <p>5 семестр Магнитная цепь машины постоянного тока и ее расчет.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- характеристика холостого хода;</li> <li>- коэффициент насыщения.</li> </ul>                                                                               |
| 4        | <p>5 семестр ЭДС якоря и электромагнитный момент.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- реакция якоря в машине постоянного тока;</li> <li>- магнитное поле при работе под нагрузкой;</li> <li>- способы борьбы с реакцией якоря.</li> </ul>                      |
| 5        | <p>5 семестр Коммутация в машинах постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- напряжение между коллекторными пластинами;</li> <li>- ускоренная и замедленная;</li> <li>- искрение на коллекторе;</li> <li>- способы улучшения коммутации.</li> </ul> |
| 6        | <p>5 семестр Схемы включения машин постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- генераторы, основные характеристики.</li> </ul>                                                                                                                       |
| 7        | <p>5 семестр Двигатели постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- электромагнитный момент;</li> <li>- характеристики двигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением.</li> </ul>                                         |
| 8        | <p>5 семестр Способы пуска в ход двигателей постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- переходные процессы в двигателях постоянного тока;</li> <li>- полупроводниковые преобразователи в системах электропривода постоянного тока.</li> </ul>       |
| 9        | <p>5 семестр Потери и КПД в двигателях постоянного тока.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нагревание и охлаждение электрических машин;</li> <li>- режимы работы.</li> </ul>                                                                                 |
| 10       | <p>5 семестр Математическое описание электрических машин постоянного тока в системах автоматического управления.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитическое описание машин постоянного тока.</li> </ul>                                                 |
| 11       | <p>5 семестр Модели двигателей постоянного тока при различных способах управления.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- модели систем электропривода с двигателями постоянного тока.</li> </ul>                                                                 |
| 12       | <p>5 семестр Трансформаторы.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, конструкция, принцип действия;</li> <li>- холостой ход идеального трансформатора.</li> </ul>                                                                                      |
| 13       | <p>5 семестр Работа трансформатора под нагрузкой.</p> <p>Рассматриваемые вопросы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уравнения равновесия ЭДС, напряжений и токов трансформатора;</li> <li>- векторная диаграмма и схема замещения трансформатора.</li> </ul>                                 |

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

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

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | 5 семестр Ознакомление с техникой безопасности при работе в лаборатории.<br>Изучение конструкций электрических машин и лабораторных стендов.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- занятия проводятся в лаборатории электрических машин постоянного тока.                                                                            |
| 2        | 5 семестр Исследование однофазного трансформатора<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- Провести опыты:<br>1. Холостого хода.<br>2. Короткого замыкания;<br>- снять внешнюю характеристику трансформатора при активной и активно-индуктивной нагрузке;<br>- выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе. |
| 3        | 5 семестр Методы определения параметров схемы замещения по результатам опытов холостого хода и короткого замыкания однофазного трансформатора.<br>Рассматриваемые вопросы:                                                                                                                                                      |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | 1. Методы определения коэффициента трансформации<br>2. Методы определения магнитных и электрических потерь.<br>3. Методы определения параметров схемы замещения.<br>4. Расчет параметры схемы замещения трансформатора по индивидуальному заданию.                                                                                                                                                                                                                     |
| 4        | <b>5 семестр Изучение методов построения векторной диаграммы однофазного трансформатора.</b><br>Изучение методов построения векторной диаграммы однофазного трансформатора.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>1. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к параметрам первичной обмотки<br>2. Расчет параметров магнитной цепи (угол магнитных потерь)<br>3. Построение векторной диаграммы трансформатора по индивидуальному заданию.                     |
| 5        | <b>5 семестр Исследование трехфазного трансформатора</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- провести измерения напряжений при схемах соединения «звезда» и «треугольник». Определить группу соединения;<br>- выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.                                                                                                                                                                                    |
| 6        | <b>5 семестр Исследование генератора постоянного тока с независимым возбуждением.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие характеристик генератора постоянного тока с независимым возбуждением:<br>1. Холостой ход.<br>2. Нагрузочная.<br>3. Внешняя.<br>4. Регулировочная;<br>- выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе                                                                                                           |
| 7        | <b>5 семестр Исследование генератора постоянного тока с параллельным возбуждением</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие характеристик генератора постоянного тока с параллельным возбуждением:<br>1. Внешняя.<br>2. Регулировочная;<br>- выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.                                                                                                                                                |
| 8        | <b>5 семестр Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением:<br>1. Скоростная.<br>2. Механическая естественная.<br>3. Механическая при включении добавочного сопротивления в цепь якоря.<br>4. Механическая при изменении потока возбуждения;<br>- выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе.     |
| 9        | <b>5 семестр Исследование двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением.</b><br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие характеристик двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением:<br>1. Скоростная.<br>2. Механическая естественная.<br>3. Механическая при включении добавочного сопротивления в цепь якоря.<br>4. Механическая при изменении потока возбуждения;<br>- выполнение расчетного задания и оформление отчета по выполненной работе. |



| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10       | 6 семестр Моделирование электропривода с двигателем постоянного тока<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- построить Simulink-модель двигателя постоянного тока по дифференциальным уравнениям;<br>- провести моделирование пусковых и нагрузочных характеристик.                                                                                                                  |
| 11       | 6 семестр Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением при питании от широтно-импульсного преобразователя.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- построить Simulink-модель двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением при питании от широтно-импульсного преобразователя;<br>- снять пусковые и механические характеристики при питании от ШИП. |
| 12       | 6 семестр Техника безопасности. Изучение конструкций машин переменного тока.<br>Образование вращающегося магнитного поля.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- занятия проводятся в лаборатории электрических машин переменного тока.                                                                                                                                             |
| 13       | 6 семестр Исследование индукционного регулятора (фазорегулятора).<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие внешней характеристики асинхронного фазорегулятора.                                                                                                                                                                                                                 |
| 14       | 6 семестр Исследование асинхронной машины с короткозамкнутым ротором.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором                                                                                                                                                                            |
| 15       | 6 семестр Исследование асинхронной машины с фазным ротором.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снятие и построение рабочих характеристик асинхронного двигателя с фазным ротором при включении добавочных сопротивлений в цепь ротора.                                                                                                                                          |
| 16       | 6 семестр Исследование асинхронного электропривода со скалярным управлением<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снять пусковые и нагрузочные характеристики Simscape-модели асинхронного двигателя при управлении по закону $U/f = \text{const}$ .                                                                                                                               |
| 17       | 6 семестр Исследование синхронного генератора с электромагнитным возбуждением<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- снять характеристики синхронного генератора:<br>1. Холостой ход.<br>2. Двух—и трехфазное короткое замыкание<br>3. Внешняя:<br>- расчетным путем определить индуктивное сопротивление по продольной оси и ОКЗ.                                                  |
| 18       | 6 семестр Изучение методов построения векторной диаграммы синхронного генератора.<br>Построение векторной диаграммы синхронного генератора.                                                                                                                                                                                                                                   |
| 19       | 6 семестр Параллельная работа синхронной машины с сетью.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- провести запуск и синхронизацию синхронной машины с сетью;<br>- перевести синхронную машину в режим двигателя и генератора;<br>- снять U-образные характеристики синхронной машины.                                                                                                 |
| 20       | 6 семестр Исследование синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- провести запуск и синхронизацию синхронной машины с сетью;                                                                                                                                                                                                     |

| №<br>п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание                                                                                                                                                                                                           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          | - перевести синхронную машину в режим двигателя;<br>- снять рабочие характеристики синхронного двигателя.                                                                                                                                                      |
| 21       | 6 семестр Моделирование асинхронного электропривода.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- провести плавный запуск асинхронного двигателя при питании от преобразователя напряжения и частоты;<br>- снять нагрузочные характеристики.                               |
| 22       | 6 семестр Исследование механической характеристики асинхронного двигателя.<br>Рассматриваемые вопросы:<br>- провести запуск асинхронной машины;<br>- перевести асинхронную машину в режим двигателя;<br>- снять рабочие характеристики асинхронного двигателя. |
| 23       | 6 семестр Определение параметров схемы замещения асинхронного двигателя<br>Построение схемы замещения асинхронного двигателя.                                                                                                                                  |
| 24       | Изучение методов построения векторной диаграммы асинхронного двигателя<br>Основные принципы построения векторной диаграммы асинхронного двигателя                                                                                                              |

### Практические занятия

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Основные законы электротехники, применяемые в электрических машинах.<br>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.<br>Расчет петлевых и волновых обмоток, особенности конструкции тяговых машин.                                                                                                                                                                                                            |
| 3        | Магнитное поле машины постоянного тока. Расчет и построение характеристики холостого хода<br>Реакция якоря и ее влияние на работу машины постоянного тока.                                                                                                                                                                                                          |
| 4        | Коммутация в машине постоянного тока.<br>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.<br>Особенности характеристик и способов управления напряжением генераторов.                                                                                                                                                                                                       |
| 6        | Двигатель постоянного тока.<br>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.<br>Технология изготовления сердечников и обмоток трансформаторов.<br>Работа трансформатора в режиме холостого хода и под нагрузкой.<br>Приведение параметров вторичной обмотки к параметрам первичной.<br>Схема замещения.                                                                             |
| 8        | Определение параметров схемы замещения трансформатора опытным путем.<br>Определение параметров схемы замещения из паспортных данных. Моделирование однофазного и трехфазного трансформатора при работе с разными характерами нагрузки.<br>Особенности работы трансформаторов на выпрямительную нагрузку.                                                            |

| №<br>п/п | Тематика практических занятий/краткое содержание                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9        | Конструкции асинхронных и синхронных машин переменного тока.<br>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.<br>Машины переменного тока в тяговых электроприводах. |
| 10       | Приведение параметров асинхронной машины от неподвижного к вращающемуся ротору.<br>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.<br>Математическое описание асинхронного двигателя в неподвижной и вращающейся системах координат.                                                                                                                             |
| 12       | Системы питания электрических машин в электроприводах переменного тока<br>Автономные инверторы. Широтно-импульсные транзисторные преобразователи. Векторная ШИМ                                                                                                                                                          |
| 13       | Законы управления асинхронными машинами.<br>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.<br>Опытное определение продольного индуктивного сопротивления. Характеристики и способы управления напряжением синхронных генераторов                                                                                                            |
| 15       | Угловая характеристика синхронной машины.<br>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<br>Моделирование полеориентированного управления в тяговом электроприводе.                                                                                                           |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| №<br>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 электродвигателя постоянного тока

Варианты заданий для курсового проекта:

1 Мощность на валу  $P$ , кВт -150. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 18. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -80. Класс изоляции - F

2 Мощность на валу  $P$ , кВт -175. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 20. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -80. Класс изоляции - F

3 Мощность на валу  $P$ , кВт -200. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 20. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -80. Класс изоляции - F

4 Мощность на валу  $P$ , кВт -225. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 24. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -100. Класс изоляции - F

5 Мощность на валу  $P$ , кВт -250. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 20. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -100. Класс изоляции - F

6 Мощность на валу  $P$ , кВт -275. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 22. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -100. Класс изоляции - F

7 Мощность на валу  $P$ , кВт -300. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 24. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -120. Класс изоляции - F

8 Мощность на валу  $P$ , кВт -325. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 30. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -160. Класс изоляции - H

9 Мощность на валу  $P$ , кВт -350. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 35. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -160. Класс изоляции - Н

10 Мощность на валу  $P$ , кВт -375. Расчетная скорость движения локомотива  $V_p$ , км/ч- 40. Конструкционная скорость движения локомотива  $V_k$ , км/ч -160. Класс изоляции - Н

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

| № п/п | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Место доступа                                                                                                                                                |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Электрические машины железнодорожного транспорта В.А. Винокуров, Д.А. Попов<br>Однотомное издание Транспорт , 1986                                                                                                                                                                                                                                         | НТБ (уч.3); НТБ (уч.4); НТБ (уч.6); НТБ (фб.)                                                                                                                |
| 2     | Электрические машины А.И. Вольдек Однотомное издание Энергия, Ленингр. отд-ние , 1978                                                                                                                                                                                                                                                                      | НТБ (уч.6); НТБ (фб.)                                                                                                                                        |
| 3     | Зарандия, Ж. А. Электрические машины и основы электропривода. Задачи и примеры: практикум : учебное пособие / Ж. А. Зарандия, А. В. Кобелев. — Тамбов : ТГТУ, 2022. — 79 с. — ISBN 978-5-8265-2469-5. — Текст : электронный<br><a href="https://e.lanbook.com/book/355136">https://e.lanbook.com/book/355136</a> // Лань : электронно-библиотечная система | <a href="https://e.lanbook.com/book/355136">https://e.lanbook.com/book/355136</a> (дата обращения: 14.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 4     | Константинов, Г. Г. Синхронные машины и машины постоянного тока: курс лекций : учебное пособие / Г. Г. Константинов. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 136 с. — Текст : электронный<br><a href="https://e.lanbook.com/book/325376">https://e.lanbook.com/book/325376</a> // Лань : электронно-библиотечная система                                               | <a href="https://e.lanbook.com/book/325376">https://e.lanbook.com/book/325376</a> (дата обращения: 14.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |
| 5     | Константинов, Г. Г. Трансформаторы и асинхронные машины: курс лекций : учебное пособие / Г. Г. Константинов. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 140 с. — Текст : электронный                                                                                                                                                                                      | <a href="https://e.lanbook.com/book/325382">https://e.lanbook.com/book/325382</a> (дата обращения: 14.06.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. |

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

1. Электронно-библиотечная система Лань, 2011-2025.  
(<https://e.lanbook.com/>)

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ([www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru))

3. 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 компьютерный класс с :

1. системой компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования Mathcad 15
2. полным комплект MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint, Visio, MSProject)

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

1. Лабораторные стенды по исследованию электрических машин постоянного и переменного тока аудитории.
2. Требуется компьютерный класс с :
  - системой компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования Mathcad 15
  - полным комплект MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint, Visio, MSProject)

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:

профессор, профессор, д.н. кафедры  
«Электропоезда и локомотивы»

Е.Ю. Логинова

Согласовано:

Заведующий кафедрой ЭлЛ

О.Е. Пудовиков

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.В. Володин