

**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: Заочная

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: 167365  
Подписал: заведующий кафедрой Бугреев Виктор Алексеевич  
Дата: 04.05.2022

## 1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целью освоения учебной дисциплины «Электрические машины и электропривод» является формирование у обучающихся компетенций в соответствии с СУОС по специальности «Подвижной состав железных дорог» и приобретение ими:

- знаний о об устройстве, теории работы и характеристиках электрических машин и трансформаторов, конструкции, параметрах и типах электрических машин различного назначения, о направлениях совершенствования конструкции, технологии производства, а также эксплуатации и ремонта электрических машин и трансформаторов;

- умений с учетом характеристик, параметров и условий работы электрических машин и трансформаторов, применять и эксплуатировать их в системах обеспечения движения поездов, в электроприводах оборудования предприятий железнодорожного транспорта и промышленности;

- навыков экспериментального определения характеристик электрических машин и трансформаторов, расчета двигателей и трансформаторов, выбора типа и мощности трансформаторов и двигателей для устройства обеспечения движения поездов и оборудования предприятий железнодорожного транспорта (депо, ремонтных заводов и других).

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

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

**ПК-77** - Способен участвовать в подготовке проектов объектов подвижного состава и технологических процессов.

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

### **Уметь:**

- умений с учетом характеристик, параметров и условий работы электрических машин и трансформаторов, применять и эксплуатировать их в системах обеспечения движения поездов, в электроприводах оборудования предприятий железнодорожного транспорта и промышленности;

### **Знать:**

- знаний о об устройстве, теории работы и характеристиках электрических машин и трансформаторов, конструкции, параметрах и типах электрических машин различного назначения, о направлениях

совершенствования конструкции, технологии производства, а также эксплуатации и ремонта электрических машин и трансформаторов;

**Владеть:**

- навыков экспериментального определения характеристик электрических машин и трансформаторов, расчета двигателей и трансформаторов, выбора типа и мощности трансформаторов и двигателей для устройства обеспечения движения поездов и оборудования предприятий железнодорожного транспорта (депо, ремонтных заводов и других).

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 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            | Сем. №3 |
| Контактная работа при проведении учебных занятий (всего): | 20               | 20      |
| В том числе:  |                  |         |
| Занятия лекционного типа                                  | 12               | 12      |
| Занятия семинарского типа                                 | 8                | 8       |

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 160 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.

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|----------|--|
| 1        | <p>Раздел 1. Общие вопросы теории электрических машин</p> <p>Раздел 1. Общие вопросы теории электрических машин</p> <p>1.1. Классификация электрических машин, основные конструктивные исполнения. Принцип действия электрических машин. Электромеханическое преобразование энергии.</p> <p>1.2. Магнитное поле электрических машин. Расчет магнитной цепи явнополюсных и неявнополюсных электрических машин.</p> <p>1.3. Потери энергии в электрических машинах. Коэффициент полезного действия электрических машин и зависимость его от нагрузки.</p> <p>1.4. Нагревание и охлаждение электрических машин. Стандартные номинальные режимы работы. Номинальные технические данные электрических машин.</p>  |
| 2        | <p>Раздел 2. Электрические машины постоянного тока</p> <p>Раздел 2. Электрические машины постоянного тока</p> <p>2.1. Принцип действия и устройство машин постоянного тока. Достоинства и недостатки и области их применения. Назначение и свойства коллектора машины постоянного тока, как универсального механического преобразователя тока.</p> <p>2.2. Реакция якоря машины постоянного тока: искажение кривой распределения магнитной индукции при нагрузке, уменьшение магнитного потока и ЭДС из-за насыщения отдельных участков магнитной цепи.</p> <p>2.3. Основные электромагнитные соотношения в машинах постоянного тока: электродвижущая сила обмотки якоря, электромагнитный момент.</p> <p>2.4. Якорные обмотки машин постоянного тока: устройство, принцип образования, основные расчетные соотношения.</p> <p>2.5. Коммутация в машинах постоянного тока: сущность процесса коммутации, природа щеточного контакта. Общая характеристика причин искрения под щетками. Оценка степени искрения и настройка дополнительных полюсов.</p> <p>2.6. Характеристики генераторов с независимым, параллельным, последовательным и смешанным возбуждением. Процесс и условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.</p> <p>2.7. Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с параллельным возбуждением и их расчет. Электромеханические (токовые и механические) характеристики электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением и их расчет.</p> <p>2.8. Управление двигателями постоянного тока: пуск в ход и изменение направления вращения (реверсирование) двигателей. Торможение электродвигателей постоянного тока. Виды электрического торможения и их характерные особенности. Способы регулирования угловой скорости двигателей постоянного тока, их сравнительная оценка.</p> |
| 3        | <p>Раздел 3. Трансформаторы</p> <p>Раздел 3. Трансформаторы</p> <p>3.1. Назначение, принцип действия и устройство трансформаторов. Классификация трансформаторов по назначению, числу фаз, способу охлаждения. Номинальные величины.</p> <p>3.2. Теория рабочего процесса трансформатора, уравнение магнитодвижущих сил, уравнение электрического состояния.</p> <p>3.3. Приведение параметров вторичной обмотки трансформатора к числу витков первичной. Векторная диаграмма и Т-образная схема замещения трансформатора.</p> <p>3.4. Упрощенная схема замещения и соответствующая ей векторная диаграмма. Напряжение</p>   |

| №<br>п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание  |
|----------|---|
|          | <p>короткого замыкания. Внешняя характеристика трансформатора.</p> <p>3.5. Активные сопротивления и индуктивные сопротивления рассеяния трансформаторов, и их расчет. Активная и реактивная составляющие напряжения короткого замыкания трансформатора.</p> <p>3.6. Определение параметров схемы замещения трансформатора из опытов холостого хода и короткого замыкания.</p> <p>3.7. Потери мощности в трансформаторе, коэффициент полезного действия и его зависимость от тока нагрузки.</p> <p>3.8. Магнитные системы трехфазных трансформаторов, их особенности и области применения. Схемы и группы соединения трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов: условия включения, распределение нагрузки.</p> <p>3.9. Регулирование напряжения трансформаторов: способы регулирования, способы переключения ответвлений.</p> <p>3.10. Автотрансформаторы и области их применения.</p> <p>3.11. Измерительные трансформаторы: назначение, схемы включения, особенности эксплуатации. Специальные типы трансформаторов: сварочные трансформаторы, преобразовательные трансформаторы.</p>  |
| 4        | <p><b>Раздел 4. Вопросы теории электрических машин переменного тока</b></p> <p>Раздел 4. Вопросы теории электрических машин переменного тока</p> <p>4.1. Основные типы электрических машин переменного тока, конструктивные схемы, устройство и принцип действия. Вращающееся магнитное поле многофазной обмотки переменного тока: принцип образования, основные свойства.</p> <p>4.2. Основные принципы выполнения многофазных обмоток переменного тока. Схемы обмоток. Магнитодвижущие силы обмоток переменного тока.</p>   |
| 5        | <p><b>Раздел 5. Асинхронные машины</b></p> <p>Раздел 5. Асинхронные машины</p> <p>5.1. Устройство, принцип действия, классификация асинхронных машин, области применения. Теория рабочего процесса асинхронной машины: уравнение магнитодвижущих сил, уравнения электрического состояния обмоток статора и ротора, составленные на основе второго закона Кирхгофа.</p> <p>5.2. Приведение рабочего процесса асинхронной машины к рабочему процессу трансформатора, T – образная схема замещения, векторная диаграмма. Расчет токов статора и ротора асинхронного двигателя по T – образной схеме замещения. Зависимость токов от скольжения.</p> <p>5.3. Расчет механической мощности, полезной и подводимой мощности асинхронного двигателя. Коэффициент полезного действия асинхронного двигателя. Зависимость электромагнитного момента от скольжения, напряжения питающей сети, сопротивления цепи обмотки ротора.</p> <p>5.4. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Влияние вытеснения тока в обмотке ротора и насыщения магнитной цепи на величину пускового момента.</p> <p>5.5. Рабочие характеристики асинхронного двигателя и расчет их по T – образной схеме замещения.</p> <p>5.6. Пуск асинхронных двигателей: общая характеристика процесса пуска, способы пуска короткозамкнутых двигателей, пуск двигателей с фазным ротором, асинхронные короткозамкнутые двигатели с улучшенными пусковыми свойствами.</p> <p>5.7. Регулирование угловой скорости асинхронных двигателей, общая характеристика и сравнение способов регулирования. Частотное управление асинхронными двигателями: особенности частотного управления, законы одновременного регулирования частоты и напряжения питания, способы реализации. Электрическое торможение асинхронного двигателя.</p> <p>5.8. Однофазный асинхронный двигатель: принцип действия, характеристики, способы пуска</p> |
| 6        | <p><b>Раздел 6. Синхронные машины</b></p> <p>Раздел 6. Синхронные машины</p> <p>6.1. Принцип действия и устройство синхронных машин. Конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.</p> <p>6.2. Работа синхронного генератора при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря в</p>  |

| № п/п | Тематика лекционных занятий / краткое содержание   |
|-------|--|
|       | <p>неявнополюсной машине. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора при симметричной смешанной нагрузке.</p> <p>6.3. Теория рабочего процесса явнополюсной синхронной машины: метод двух реакций, разложение МДС якоря на продольную и поперечную составляющие, приведение МДС и токов к условиям возбуждения.</p> <p>6.4. Характеристики синхронных генераторов при автономной работе, а именно, характеристика холостого хода, установившегося короткого замыкания, внешняя, регулировочная.</p> <p>6.5. Параллельная работа синхронных генераторов: способы включения на параллельную работу с сетью, регулирование активной и реактивной нагрузки при параллельной работе.</p> <p>6.6. Электромагнитный момент синхронной машины. Угловая характеристика синхронной машины при параллельной работе с сетью большой мощности. Статическая устойчивость синхронных машин.</p> <p>6.7. Синхронный двигатель: векторные диаграммы, рабочие характеристики, способы пуска.</p> |
| 7     | <p><b>Раздел 7. Основы электропривода</b></p> <p>Раздел 7. Основы электропривода</p> <p>7.1. Основные понятия электропривода. Структурная схема электропривода. Механические характеристики производственных механизмов.</p> <p>7.2. Уравнение движения электропривода. Классификация режимов работы электроприводов. Выбор мощности и типа двигателей с учетом их режима работы.</p>  |
| 8     | Допуск к экзамену  |
| 9     | Экзамен  |

#### 4.2. Занятия семинарского типа.

##### Лабораторные работы

| № п/п | Наименование лабораторных работ / краткое содержание  |
|-------|---|
| 1     | <p>Проведение лабораторной работы на стендах согласно варианта</p> <p>Проведение лабораторной работы на стендах согласно варианта</p> |

#### 4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

| № п/п | Вид самостоятельной работы   |
|-------|--|
| 1     | <p><b>Раздел 1. Общие вопросы теории электрических машин</b></p> <p>Раздел 1. Общие вопросы теории электрических машин</p> <p>Самостоятельное изучение отдельных тем разделов учебной дисциплины. [1] стр.5-54 [6] стр.3-32</p> <p>Подготовка к электронному тестированию.</p>   |
| 2     | <p><b>Раздел 2. Электрические машины постоянного тока</b></p> <p>Раздел 2. Электрические машины постоянного тока Работа с технической и справочной литературой, базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами. Работа на ПЗ. [1] стр.376-454 [6] стр.10-51 Подготовка к электронному тестированию.</p>                                       |
| 3     | <p><b>Раздел 3. Трансформаторы</b></p> <p>Раздел 3. Трансформаторы Выполнение курсовой работы. [1] стр.55-163 [6] стр.52-65 Подготовка к электронному тестированию.</p>  |
| 4     | <p><b>Раздел 4. Вопросы теории электрических машин переменного тока</b></p> <p>Раздел 4. Вопросы теории электрических машин переменного тока Самостоятельное изучение отдельных тем разделов учебной дисциплины. Работа с технической и справочной литературой, базами данных, информационно-справочными и поисковыми. Выполнение лабораторной работы. [1]</p> |

| № п/п | Вид самостоятельной работы  |
|-------|---|
|       | стр.5-54 [6] стр.3-18 Подготовка к электронному тестированию.   |
| 5     | Раздел 5. Асинхронные машины<br>Раздел 5. Асинхронные машины самостоятельное изучение и конспектирование отдельных тем учебной литературы, связанных с разделом, выполнение лабораторной работы [1] стр.183-277 [6] стр.19-42 Подготовка к электронному тестированию.             |
| 6     | Раздел 7. Основы электропривода<br>Раздел 7. Основы электропривода Работа с технической и справочной литературой, базами данных, информационно-справочными и поисковыми системами. Работа на ПЗ.[1] стр.183-277 [6] стр.3-32 [8] стр.5-72 Подготовка к электронному тестированию. |
| 7     | Подготовка к промежуточной аттестации.  |

#### 4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

Студентам требуется выполнить курсовую работу «Расчет маломощного трансформатора с воздушным охлаждением» по заданию в соответствии с методическими указаниями [3].

Курсовая работа должна быть оформлена в виде расчетной записки, выполненной на листах бумаги формата А4, сброшюрованной и снабженной титульным листом. Эскизы, графики и диаграммы выполняются на миллиметровой бумаге также формата А4.

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

| № п/п | Библиографическое описание   | Место доступа         |
|-------|--|-----------------------|
| 1     | Электрические машины Л.А. Встовский Учебник 2013 г. Красноярск, Сибирский федеральный университет. , 2013  | ЭБС "Айбукс" (ibooks) |
| 2     | Основы электротехники. П.А. Бутырин, О.В. Толчеев Учебник 2014г. Изд. дом. МЭИ, Москва. , 2014   | ЭБС "Айбукс" (ibooks) |
| 3     | Электрические машины и электропривод. Бугреев В.А., Новиков Е.В., Сальников И.А. Учебное пособие М. – МИИТ, 2014. (Библиоэека РОАТ) , 2014               | Библиотека РОАТ       |
| 4     | Электротехника: Ю.М. Борисов, Д.Н. Липатов, Ю.Н. Зорин. Учебник 2012г. СПб., БХВ-Петербург. ЭБС "Айбукс" (ibooks) , 2012                                 | ЭБС "Айбукс" (ibooks) |
| 5     | Электрические машины. Копылов И.П. Учебник М., - Высшая школа. – 2009. (Библиотека РОАТ) , 2009  | Библиотека РОАТ       |
| 1     | Электрические машины. Часть I. Машины постоянного тока, трансформаторы. Орлов В.В., Шумейко В.В., Седов В.И. М.: РГОТУПС, 2009. (Библиотека РОАТ) , 2009 | Библиотека РОАТ       |
| 2     | Электрические машины и электропривод. Уч. пос. Часть II.   |                       |

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|   | Машины переменного тока. Шумейко В.В., Орлов В.В., Седов В.И. Учебное пособие М.: РГОТУПС, 2010. (Библиотека РОАТ) , 2010  | Библиотека РОАТ |
| 3 | Электрические машины и электропривод. Часть III. Электропривод и специальные электрические машины: Конспект лекций. Седов В.И., Орлов В.В., Шумейко В.В. Учебно-методическое издание 2010г. РОАТ, Москва. (Библиотека РОАТ) , 2010 | Библиотека РОАТ |
| 4 | MATHECAD и решение задач электротехники: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта. Серебряков А.С., Шумейко В.В. Учебно-методическое издание М.: Маршрут, 2005. (Библиотека РОАТ) , 2005   | Библиотека РОАТ |
| 5 | Электрический привод. Москаленко В.В. Учебно-методическое издание М : Высшая школа, 2001. (Библиотека РОАТ) , 2001   | Библиотека РОАТ |
| 6 | Основы электропривода. Ильинский Н.Ф. Учебно-методическое издание М.: Издательство МЭИ, 2003. (Библиотека РОАТ) , 2003   | Библиотека РОАТ |
| 7 | Проектирование электрических машин. Под.ред. И,П,Копылова Учебник М. Энергия. – 2002,г. (Библиотека РОАТ) , 2002   | Библиотека РОАТ |

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

**ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО - ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ "ИНТЕРНЕТ", НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

1. Официальный сайт РУТ (МИИТ) – <http://miit.ru/>
2. Электронно-библиотечная система РОАТ – <http://biblioteka.rgotups.ru/>
3. Электронно-библиотечная система Научно-технической библиотеки МИИТ - <http://library.miit.ru/>
4. Поисковые системы «Яндекс», «Google» для доступа к тематическим информационным ресурсам
5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com/>
6. Электронно-библиотечная система ibooks.ru – <http://ibooks.ru/>
7. Электронно-библиотечная система «УМЦ» – <http://www.umczdt.ru/>
8. Электронно-библиотечная система «Intermedia» – <http://www.intermedia-publishing.ru/>
9. Электронно-библиотечная система «BOOK.ru» – <http://www.book.ru/>
10. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» –



<http://www.znaniium.com/>

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

ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

- Программное обеспечение для подготовки отчетов включает в себя программное обеспечение, а также программные продукты общего применения

- Программное обеспечение для проведения лекций, демонстрации презентаций и ведения интерактивных занятий: Microsoft Office 2003 и выше.

- Программное обеспечение, необходимое для оформления отчетов и иной документации: Microsoft Office 2003 и выше.

- Программное обеспечение для выполнения текущего контроля успеваемости: Браузер Internet Explorer 6.0 и выше.

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

Учебная аудитория для проведения занятий должна соответствовать требованиям охраны труда по освещенности, количеству рабочих (посадочных) мест студентов и качеству учебной (аудиторной) доски, а также соответствовать условиям пожарной безопасности. Освещённость рабочих мест должна соответствовать действующим СНиПам.

9. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен в 3 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

доцент, доцент, к.н. кафедры  
«Электрификация и  
электрообеспечение»

А.П. Чехов

Согласовано:

Заведующий кафедрой ТПС РОАТ

А.С.

Космодамианский

Заведующий кафедрой ЭЭ РОАТ

В.А. Бугреев

Председатель учебно-методической  
комиссии

С.Н. Климов