

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Дальневосточный государственный университет путей сообщения"  
(ДВГУПС)

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой

(к602) Электротехника, электроника и  
электромеханика

Скорик В.Г., канд.  
техн. наук, доцент



26.05.2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины Электрические машины

для специальности 23.05.03 Подвижной состав железных дорог

Составитель(и): к.т.н., доцент, Сайфутдинов Р.Х.; ст.преподаватель, Ковалев В.А.

Обсуждена на заседании кафедры: (к602) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от 17.05.2023г. № 10

Обсуждена на заседании методической комиссии по родственным направлениям и специальностям: Протокол

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры (кб02) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от \_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры (кб02) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от \_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2026 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры (кб02) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от \_\_\_\_ 2026 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель МК РНС

\_\_ \_\_\_\_ 2027 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры (кб02) Электротехника, электроника и электромеханика

Протокол от \_\_\_\_ 2027 г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой Скорик В.Г., канд. техн. наук, доцент

Рабочая программа дисциплины **Электрические машины**

разработана в соответствии с ФГОС, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.03.2018 № 215

Квалификация **инженер путей сообщения**

Форма обучения **очная**

**ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Общая трудоемкость **3 ЗЕТ**

|                         |     |                            |
|-------------------------|-----|----------------------------|
| Часов по учебному плану | 108 | Виды контроля в семестрах: |
| в том числе:            |     | зачёты (семестр) 5         |
| контактная работа       | 50  |                            |
| самостоятельная работа  | 58  |                            |

#### **Распределение часов дисциплины по семестрам (курсам)**

| Семестр<br>(<Курс>.<Семес<br>тр на курсе>) | 5 (3.1) |     | Итого |     |
|--|---------|-----|-------|-----|
|  | 18      |     |       |     |
| Неделя                                     | 18      |     |       |     |
| Вид занятий                                | уп      | рп  | уп    | рп  |
| Лекции                                     | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Лабораторные                               | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Практические                               | 16      | 16  | 16    | 16  |
| Контроль<br>самостоятельно<br>й работы     | 2       | 2   | 2     | 2   |
| В том числе<br>инт.                        | 8       | 8   | 8     | 8   |
| Итого ауд.                                 | 48      | 48  | 48    | 48  |
| Контактная<br>работа                       | 50      | 50  | 50    | 50  |
| Сам. работа                                | 58      | 58  | 58    | 58  |
| Итого                                      | 108     | 108 | 108   | 108 |

### 1. АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

|     |  |
|-----|--|
| 1.1 | Общие сведения об электрических машинах. Общие вопросы электромеханического преобразования энергии. Магнитное поле электрических машин и его расчет. Электромагнитный момент электрических машин. Коэффициент полезного действия. Нагревание и охлаждение электрических машин. Общие вопросы теории электрических машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Трансформаторы. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока. Асинхронные машины. Синхронные машины. Актуальные проблемы электромеханики и тенденции развития электрических машин. |
|-----|--|

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|                 |  |
|-----------------|--|
| Код дисциплины: | Б1.О.23  |
| <b>2.1</b>      | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>   |
| 2.1.1           | Электротехника и электроника   |
| 2.1.2           | Материаловедение и технология конструкционных материалов   |
| 2.1.3           | Физика   |
| 2.1.4           | Общий курс железнодорожного транспорта   |
| <b>2.2</b>      | <b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b> |
| 2.2.1           | Производство и ремонт подвижного состава   |
| 2.2.2           | Теория автоматического управления подвижным составом   |
| 2.2.3           | Теория и конструкция локомотивов   |
| 2.2.4           | Системы автоматизированного проектирования подвижного состава  |
| 2.2.5           | Автоматические системы управления локомотивов  |
| 2.2.6           | Тяговые электрические машины   |

### 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

#### ОПК-4: Способен выполнять проектирование и расчет транспортных объектов в соответствии с требованиями нормативных документов

##### **Знать:**

Конструкторскую документацию, особенности и характеристики конструкционных материалов, применяемых при производстве подвижного состава железных дорог; основные виды механизмов, типовые методы анализа напряженного и деформированного состояния элементов конструкций при различных видах нагружения; теоретические основы стандартизации; основные элементы и детали машин и способы их соединения; теорию работы и конструкцию узлов, агрегатов, оборудования, средств автоматизации и защиты объектов подвижного состава; основные положения теории надежности при проектировании объектов подвижного состава железных дорог; характеристики типовых динамических звеньев, методы оценки устойчивости и качества переходных процессов в линейных САР и метод синтеза последовательного корректирующего устройства линейных систем.

##### **Уметь:**

Анализировать кинематические схемы механизмов машин и обоснованно выбирать параметры их приводов; обоснованно выбирать конструкционные материалы для изготовления деталей машин; выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость элементов машин и механизмов при различных видах нагружения; использовать машиностроительные стандарты при проектировании узлов механизмов и машин; применять типовые методы расчета передач, пружин, болтов, винтов, сварных и резьбовых соединений, обоснованно выбирать параметры типовых передаточных механизмов к конкретным машинам; применять основные положения теории надежности при проектировании объектов подвижного состава железных дорог; строить характеристики типовых динамических звеньев, оценивать устойчивость, качество переходных процессов в линейных САР и синтезировать корректирующие устройства линейных систем.

##### **Владеть:**

Навыками выбора технических параметров, проектирования и расчета характеристик новых образцов объектов подвижного состава (в соответствии со специализацией обучения), его узлов, агрегатов, оборудования, средств автоматизации и защиты; методами выбора электрических аппаратов для типовых электрических схем систем управления; методами чтения электрических схем систем управления исполнительными машинами; методами оценки свойств конструкционных материалов, способами подбора материалов для проектируемых деталей машин и подвижного состава; методами производства деталей подвижного состава и машин; методами анализа кинематических схем и типовыми методами расчета узлов и механизмов машин; навыками выбора наиболее эффективного метода повышения надёжности конструкций подвижного состава; подходами к выводу передаточных функций типовых динамических звеньев, методами анализа линейных САР и основами синтеза линейных систем.

#### ОПК-10: Способен формулировать и решать научно-технические задачи в области своей профессиональной деятельности

##### **Знать:**

Направления современных научных исследований в сфере организации эксплуатации объектов подвижного состава; направления современных научных исследований в сфере проектирования объектов подвижного состава; направления современных научных исследований в сфере технологии технического обслуживания и ремонта объектов подвижного состава; направления современных научных исследований в сфере организации технического обслуживания и ремонта объектов подвижного состава.

**Уметь:**

Формулировать научно-технические задачи, собирать и анализировать производственную информацию по объектам исследования осуществлять поиск и проверку новых технических решений на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников научной информации; анализировать поставленные исследовательские задачи в областях проектирования и ремонта подвижного состава на основе подбора и изучения литературных, патентных и других источников информации.

**Владеть:**

Навыками и методами решения научно-технических задач в сфере профессиональной деятельности; способностью осуществлять поиск и проверку новых технических решений по совершенствованию подвижного состава; методами оценки динамических сил в элементах подвижного состава, методами моделирования динамики и прочности; основами расчета и проектирования элементов и устройств различных физических принципов действия.

**4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/  | Семестр / Курс | Часов | Компетенции     | Литература   | Инте ракт. | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|-----------------|--|------------|------------|
|             | <b>Раздел 1.</b>   |                |       |                 |  |            |            |
| 1.1         | Электрические машины и их значение в хозяйстве, на транспорте. Классификация электрических машин. Область применения машин постоянного тока, их принцип действия и основные уравнения. Обмотка якоря машин постоянного тока. Простая петлевая и простая волновая обмотки. Методика построения и пример выполнения схемы простой петлевой обмотки. Коммутация в машинах постоянного тока (МПТ). /Лек/ | 5              | 2     | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.5<br>Э1 | 0          |            |
| 1.2         | Основные электромагнитные соотношения в МПТ. Реакция якоря; борьба с реакцией якоря. Коэффициент полезного действия в МПТ. Способы возбуждения МПТ. /Лек/  | 5              | 2     | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.1<br>Л3.2<br>Э1                           | 0          |            |
| 1.3         | Генераторы независимого, параллельного возбуждения; их характеристики; принцип самовозбуждения. Двигатели постоянного тока, основные уравнения, пуск и регулирование частоты вращения. Двигатель параллельного (независимого) возбуждения и его характеристики. /Лек/  | 5              | 2     | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.5<br>Э1                           | 0          |            |
| 1.4         | Двигатель с последовательным возбуждением, его характеристики. Трансформаторы. Устройство, принцип действия и уравнения трансформатора. Идеальный трансформатор. Режимы холостого хода и короткого замыкания. Потери мощности и к.п.д. трансформатора. /Лек/   | 5              | 2     | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.3<br>Э1                           | 0          |            |
| 1.5         | Машины переменного тока. Принцип получения вращающегося магнитного поля. Принцип действия асинхронного двигателя. Скольжение и режимы работы асинхронной машины. Трехфазные обмотки машин переменного тока. ЭДС обмоток машин переменного тока. /Лек/  | 5              | 2     | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.5<br>Э1                           | 0          |            |

|                  |   |   |   |                 |  |   |                      |
|------------------|---|---|---|-----------------|--|---|----------------------|
| 1.6              | Приведение параметров в асинхронной машине. Энергетическая диаграмма, уравнения ЭДС и напряжений, схемы замещения асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Способы пуска и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. /Лек/      | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.5<br>Э1 | 0 |                      |
| 1.7              | Специальные асинхронные машины: с заторможенным ротором, линейные, с улучшенными пусковыми характеристиками. Синхронные машины, их назначение, устройство и принцип действия. Векторные диаграммы, уравнения ЭДС и напряжений, характеристики синхронного генератора. /Лек/ | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.3<br>Э1 | 0 |                      |
| 1.8              | Параллельная работа синхронных машин. Синхронные режимы синхронных машин. Синхронные компенсаторы. Синхронные двигатели. Электропривод с шаговым двигателем. /Лек/  | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.3Л3.1<br>Л3.5<br>Э1 | 0 |                      |
| <b>Раздел 2.</b> |   |   |   |                 |  |   |                      |
| 2.1              | Практические методы безопасного проведения электромеханических экспериментов в лаборатории и оформление их результатов. /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 2 | Метод круглого стола |
| 2.2              | Исследование генератора параллельного возбуждения /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 2 | Метод круглого стола |
| 2.3              | Исследование двигателя постоянного тока последовательного возбуждения /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 2 | Метод круглого стола |
| 2.4              | Исследование однофазного трансформатора /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 2 | Метод круглого стола |
| 2.5              | Исследование асинхронного двигателя с к.з. ротором /Лаб/  | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 0 |                      |
| 2.6              | Исследование линейного асинхронного двигателя /Лаб/   | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 0 |                      |
| 2.7              | Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном режиме. /Лаб/  | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 0 |                      |
| 2.8              | Исследование трёхфазного синхронного генератора. /Лаб/  | 5 | 2 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1         | 0 |                      |
| <b>Раздел 3.</b> |   |   |   |                 |  |   |                      |
| 3.1              | Расчет характеристик двигателей постоянного тока параллельного возбуждения /Пр/   | 5 | 4 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1Л2.4Л3.4<br>Э1                         | 0 |                      |
| 3.2              | Расчет механических тормозных характеристик двигателей постоянного тока параллельного возбуждения /Пр/  | 5 | 4 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1Л2.4Л3.4<br>Э1                         | 0 |                      |

|                  |   |   |    |                 |  |   |  |
|------------------|---|---|----|-----------------|--|---|--|
| 3.3              | Расчет искусственных статических характеристик ДПТ при изменении питающего напряжения /Пр/        | 5 | 4  | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1Л2.3Л3.4<br>Э1   | 0 |  |
| 3.4              | Расчет электромеханических механических характеристик ДПТ НВ при изменении магнитного потока /Пр/ | 5 | 4  | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1Л2.3Л3.4<br>Э1   | 0 |  |
| <b>Раздел 4.</b> |   |   |    |                 |  |   |  |
| 4.1              | Изучение литературы теоретического курса /Ср/   | 5 | 21 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2Л3.3<br>Л3.5<br>Э1                           | 0 |  |
| 4.2              | Оформление и подготовка отчетов по лабораторным занятиям /Ср/                                     | 5 | 16 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2<br>Э1                           | 0 |  |
| 4.3              | Подготовка к итоговому контролю (зачету) /Ср/   | 5 | 12 | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.2 Л3.3<br>Л3.5<br>Э1 | 0 |  |
| <b>Раздел 5.</b> |   |   |    |                 |  |   |  |
| 5.1              | /Зачёт/   | 5 | 9  | ОПК-4<br>ОПК-10 | Л1.1<br>Л1.2Л2.1<br>Л2.2 Л2.3<br>Л2.4Л3.1<br>Л3.3 Л3.4<br>Л3.5<br>Э1 | 0 |  |

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Размещены в приложении

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Перечень основной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

|      | Авторы, составители      | Заглавие  | Издательство, год             |
|------|--------------------------|---|-------------------------------|
| Л1.1 | Вольдек А.И., Попов В.В. | Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы: учеб. для вузов | Санкт-Петербург: Питер, 2008, |
| Л1.2 | Вольдек А.И., Попов В.В. | Электрические машины. Машины переменного тока: учеб. для вузов  | Санкт-Петербург: Питер, 2008, |

#### 6.1.2. Перечень дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

|      | Авторы, составители | Заглавие  | Издательство, год               |
|------|---------------------|---|---------------------------------|
| Л2.1 | Тихомиров П.М.      | Расчет трансформаторов: Учеб. пособие для вузов                 | Москва: Энергоатомиздат, 1986,  |
| Л2.2 | Сечин В.И.          | Проектирование силовых трансформаторов: Учеб. пособие для вузов | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005, |
| Л2.3 | Копылов И.П.        | Электрические машины: Учеб. для вузов                           | Москва: Высш. шк., 2006,        |
| Л2.4 | Ющенко Л.В.         | Электрические машины: учеб. пособие                             | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2012, |

#### 6.1.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

|      | Авторы, составители     | Заглавие   | Издательство, год               |
|------|-------------------------|--|---------------------------------|
| Л3.1 | Сечин В.И., Пашнин В.М. | Электрические машины и электропривод: сб. лаб. работ | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005, |
| Л3.2 | Ющенко Л.В., Сечин В.И. | Электрические машины и электропривод: Сб. лаб. работ | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2005, |

|      | Авторы, составители          | Заглавие   | Издательство, год               |
|------|------------------------------|--|---------------------------------|
| Л3.3 | Сечин В.И.                   | Обмотки электрических машин и трансформаторов: Учеб. пособие для вузов   | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2008, |
| Л3.4 | Ющенко Л.В.                  | Механические характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения: метод. указания по выполнению лабораторных работ | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2010, |
| Л3.5 | Сечин В.И.,<br>Разумных Е.В. | Проектирование асинхронных двигателей: учеб. пособие   | Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011, |

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

|    |  |                                   |
|----|--|-----------------------------------|
| Э1 |  | роверку новых технических решений |
| Э2 |  | роверку новых технических решений |

### 6.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

Mathcad Education - University Edition - Математический пакет, контракт 410

Matlab Базовая конфигурация (Academic new Product Concurrent License в составе: (Matlab, Simulink, Partial Differential Equation Toolbox) - Математический пакет, контракт 410

Office Pro Plus 2007 - Пакет офисных программ, лиц.45525415

Visio Pro 2007 - Векторный графический редактор, редактор диаграмм и блок-схем, лиц.45525415

#### 6.3.2 Перечень информационных справочных систем

Компьютерная справочно-правовая система "КонсультантПлюс"

## 7. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

| Аудитория | Назначение  | Оснащение  |
|-----------|---|--|
| 116       | Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория электрических машин и основ электропривода                              | комплект мебели, меловая доска, тематические плакаты, макеты электрических машин и трансформаторов для проведения лабораторных работ, лабораторные стенды "Линейный асинхронный двигатель", "Испытания трансформатора" |
| 247       | Учебная аудитория для проведения лабораторных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Лаборатория компьютерного моделирования электротехнических дисциплин | комплект учебной мебели, маркерная доска, ПЭВМ, рабочие станции NI ELVIS   |
| 328       | Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа   | проектор, звуковая система, интерактивная доска, компьютер с монитором, комплект учебной мебели, доска меловая и маркерная   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Для успешного освоения дисциплины студент обязан посещать все предусмотренные виды аудиторных занятий и консультации. На лекционных занятиях необходимо вести подробный конспект лекций, при этом понимая всю лекционную информацию. При возникновении вопросов по текущему учебному материалу заявить об этом лектору для более подробного рассмотрения вопроса. В часы, отведённые для самостоятельной работы необходимо изучить лекционный материал, параллельно используя учебную литературу. Возникшие при этом вопросы разрешаются на плановых консультациях.

Выполнению лабораторных работ предшествует изучение её тематики по лекциям и учебникам, а порядок выполнения – по методическим указаниям. При бригадной форме выполнения экспериментальной части каждый студент должен лично выполнить часть измерений. Отчёт по ЛР выполняется студентом индивидуально. Подготовка к защите отчёта производится с использованием лекционного материала и учебной литературы.

При подготовке к экзамену необходимо использовать все результаты обучения по всем видам учебной работы.



## Оценочные материалы при формировании рабочих программ дисциплин (модулей)

Специальность 23.05.03 ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Специализация: Электрический транспорт железных дорог

Дисциплина: Электрические машины

### Формируемые компетенции:

#### 1. Описание показателей, критериев и шкал оценивания компетенций.

Показатели и критерии оценивания компетенций

| Объект оценки | Уровни сформированности компетенций  | Критерий оценивания результатов обучения        |
|---------------|--|---|
| Обучающийся   | Низкий уровень<br>Пороговый уровень<br>Повышенный уровень<br>Высокий уровень | Уровень результатов обучения не ниже порогового |

Шкалы оценивания компетенций при сдаче зачета

| Достигнутый уровень результата обучения | Характеристика уровня сформированности компетенций  | Шкала оценивания |
|---|---|------------------|
| Пороговый уровень                       | Обучающийся:<br>- обнаружил на зачете всесторонние, систематические и глубокие знания учебно-программного материала;<br>- допустил небольшие упущения в ответах на вопросы, существенным образом не снижающие их качество;<br>- допустил существенное упущение в ответе на один из вопросов, которое за тем было устранено студентом с помощью уточняющих вопросов;<br>- допустил существенное упущение в ответах на вопросы, часть из которых была устранена студентом с помощью уточняющих вопросов | Зачтено          |
| Низкий уровень                          | Обучающийся:<br>- допустил существенные упущения при ответах на все вопросы преподавателя;<br>- обнаружил пробелы более чем 50% в знаниях основного учебно-программного материала   | Не зачтено       |

Описание шкал оценивания

Компетенции обучающегося оцениваются следующим образом:

| Планируемый уровень результатов освоения | Содержание шкалы оценивания достигнутого уровня результата обучения |                   |         |         |
|--|---|-------------------|---------|---------|
|  | Неудовлетворительн  | Удовлетворительно | Хорошо  | Отлично |
|  | Не зачтено  | Зачтено           | Зачтено | Зачтено |
|  |   |                   |         |         |

|         |   |   |  |  |
|---------|---|---|--|--|
| Знать   | Неспособность обучающегося самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. | Обучающийся способен самостоятельно продемонстрировать наличие знаний при решении заданий, которые были представлены преподавателем вместе с образцом их решения. | Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельному применению знаний при решении заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной                        | Обучающийся демонстрирует способность к самостоятельно-му применению знаний в выборе способа решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке в части междисциплинарных |
| Уметь   | Отсутствие у обучающегося самостоятельности в применении умений по использованию методов освоения учебной дисциплины.   | Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении умений решения учебных заданий в полном соответствии с образцом, данным преподавателем.                  | Обучающийся продемонстрирует самостоятельное применение умений решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем. | Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение умений решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.            |
| Владеть | Неспособность самостоятельно проявить навык решения поставленной задачи по стандартному образцу повторно.   | Обучающийся демонстрирует самостоятельность в применении навыка по заданиям, решение которых было показано преподавателем.  | Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения заданий, аналогичных тем, которые представлял преподаватель, и при его консультативной поддержке в части современных проблем.    | Обучающийся демонстрирует самостоятельное применение навыка решения неизвестных или нестандартных заданий и при консультативной поддержке преподавателя в части междисциплинарных связей.            |

**2. Перечень вопросов и задач к экзаменам, зачетам, курсовому проектированию, лабораторным занятиям. Образец экзаменационного билета**

1. Классификация электрических машин
2. Основные термины и составные части электрических машин
3. Основные номинальные параметры электрической машины
4. Принцип действия простейшего генератора переменного тока с контактными кольцами
5. Принцип действия и основные уравнения коллекторного генератора постоянного тока
6. Принцип действия и основные уравнения двигателя постоянного тока
7. Конструкция индуктора машин постоянного тока
8. Конструкция якоря машин постоянного тока
9. Конструкция обмотки и её крепление на якоре машин постоянного тока
10. Схема простой петлевой обмотки
11. Звезда векторов пазовых ЭДС и векторная диаграмма простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока
12. Схема простой волновой обмотки якоря машины постоянного тока
13. Сложные (многоходовые) обмотки якоря машин постоянного тока
14. Условия симметрии обмоток якоря машин постоянного тока
15. Уравнивательные соединения обмоток якоря машин постоянного тока
16. Комбинированные обмотки якоря машин постоянного тока
17. ЭДС якоря машины постоянного тока
18. Электромагнитный момент машины постоянного тока
19. Линейная токовая нагрузка якоря и плотность тока обмотки машины постоянного тока

20. Средняя касательная сила, геометрические размеры, момент и мощность машины постоянного тока
21. Реакция якоря машины постоянного тока
22. Влияние реакции якоря на распределение напряжения между коллекторными пластинами машины постоянного тока
23. Способы борьбы с влиянием поперечной реакции якоря машины постоянного тока
24. Степень искрения в контакте щётки с коллектором машины постоянного тока
25. Причины искрения в контакте щётки с коллектором машины постоянного тока
26. Прямолинейная коммутация в машине постоянного тока
27. Реактивная ЭДС коммутируемой секции в машине постоянного тока
28. Способы уменьшения реактивной ЭДС в машине постоянного тока
29. Применение дополнительных полюсов для улучшения коммутации в машине постоянного тока
30. Нормально ускоренная коммутация в машине постоянного тока
31. Улучшение коммутации сдвигом щёток в машине постоянного тока
32. Механические потери мощности в машине постоянного тока
33. Магнитные потери мощности в машине постоянного тока
34. Электрические потери мощности в машине постоянного тока
35. Добавочные и суммарные потери мощности в машине постоянного тока
36. Коэффициент полезного действия машины постоянного тока
37. Способы возбуждения машин постоянного тока
38. Характеристика холостого хода генератора независимого возбуждения
39. Внешняя характеристика генератора независимого возбуждения
40. Регулировочная характеристика генератора независимого возбуждения
41. Нагрузочная характеристика генератора независимого возбуждения
42. Характеристика короткого замыкания генератора независимого возбуждения
43. Принцип самовозбуждения в генераторе параллельного возбуждения
44. Характеристика холостого хода генератора параллельного возбуждения
45. Внешняя характеристика генератора параллельного возбуждения
46. Внешняя характеристика генератора последовательного возбуждения
47. Внешняя характеристика генератора смешанного возбуждения
48. Уравнение механических моментов двигателя постоянного тока
49. Два основных условия при пуске двигателей постоянного тока
50. Пуск двигателей постоянного тока с дополнительным сопротивлением в цепи якоря
51. Пуск двигателей постоянного тока с использованием полупроводниковых регуляторов напряжения
52. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока
53. Моментная характеристика двигателя параллельного возбуждения
54. Электромеханическая характеристика двигателя параллельного возбуждения
55. Механическая характеристика двигателя параллельного возбуждения
56. Регулировочные характеристики двигателя параллельного возбуждения при регулировании дополнительного сопротивления в цепи якоря

Образец экзаменационного билета

| Дальневосточный государственный университет путей сообщения                              |   |  |
|--|---|--|
| Кафедра<br>(к602) Электротехника,<br>электроника и электромеханика<br>семестр, 2023-2024 | Экзаменационный билет №<br>Электрические машины<br>Специальность 23.05.03<br>ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ<br>ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ<br>Специализация: Электрический<br>транспорт железных дорог | Утверждаю»<br>Зав. кафедрой<br>Скорик В.Г., канд. техн. наук,<br>доцент<br>17.05.2023 г. |
| Вопрос Классификация электрических машин (ОПК-4,ОПК-10)                                  |   |  |
| Вопрос Внешняя характеристика генератора последовательного возбуждения (ОПК-4,ОПК-10)    |   |  |
| Задача (задание) (ОПК-4,ОПК-10)  |   |  |

Примечание. В каждом экзаменационном билете должны присутствовать вопросы, способствующие формированию у обучающегося всех компетенций по данной дисциплине.

**3. Тестовые задания. Оценка по результатам тестирования.**

Примерные задания теста

1. Назначение щёточно-коллекторного узла в двигателе постоянного тока для...

2. Назначение компенсационной обмотки в машине постоянного тока для создания...
3. Назначение дополнительных полюсов в машине постоянного тока для создания...
4. Назначение главных полюсов в машине постоянного тока для создания...
5. Размещение обмотки дополнительных полюсов в машине постоянного тока...
6. Размещение компенсационной обмотки в машине постоянного тока...
7. Размещение обмотки возбуждения в машине постоянного тока...
8. Коммутация в машине постоянного тока...
9. Реакция якоря в машине постоянного тока...
10. Формула для определения электромагнитного момента машины постоянного тока...
11. Формула определения ЭДС обмотки якоря в машине постоянного тока...
12. Регулировочный реостат в цепи возбуждения двигателя постоянного тока предназначен для...
13. Регулировочный реостат в цепи возбуждения генератора предназначен для...
14. Добавочные полюсы в машине постоянного тока...
15. Символом  $u$  обозначается на схеме - развёртке простой петлевой обмотки...
16. Символом  $u_2$  обозначается на схеме - развёртке простой петлевой обмотки...
17. Символом  $u_1$  обозначается на схеме - развёртке простой петлевой обмотки...
18. Результирующий шаг  $u$  в простой петлевой обмотке по якорю определяется по формуле...
19. Результирующий шаг  $u$  в простой волновой обмотке по якорю определяется по формуле...
20. Выражение для определения первого частичного шага  $u_1$  в обмотках машин постоянного тока...
21. Формула коэффициента полезного действия  $\eta$  предназначена для...
22. Ток в обмотке якоря МПТ с увеличением нагрузки на валу двигателя...
23. Частота вращения двигателя постоянного тока с увеличением основного магнитного потока
24. Принцип действия трансформатора основан на ...
25. Соответствие между названием элементов машины и их назначением.
26. Соответствие между элементами и расположением в машине постоянного тока ...
27. Соответствие названию явления и его определению в машинах постоянного тока...
28. Соответствие формулы и определения...
29. Частота вращения двигателя постоянного тока с уменьшением основного магнитного потока...
30. Механическая характеристика двигателя постоянного тока независимого возбуждения...
31. Частота вращения двигателя постоянного тока с увеличением напряжения питания...
32. Полусное деление в машине постоянного тока - это ...
33. Зубцовый шаг в машине постоянного тока - это ...
34. На рисунке представлено семейство электромеханических характеристик двигателя постоянного тока при ...
35. На рисунке представлено семейство электромеханических характеристик двигателя постоянного тока при ...
36. На рисунке представлено семейство электромеханических характеристик двигателя постоянного тока при ...
37. В машине постоянного тока воздействие магнитного поля якоря на основное магнитное поле полюсов, называется ...
38. Число параллельных ветвей  $2a$  у волновой обмотки, равно...
39. Укажите механическую характеристику коллекторного двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением...
40. Укажите основные конструктивные детали машины постоянного тока...
41. Вращающаяся часть в машине постоянного тока - это ...
42. Номинальное напряжение машины равно 220 В; машина является...
43. Принудительное охлаждение машины постоянного тока применяют с целью...
44. В витках обмотки якоря генератора постоянного тока индуцируется ЭДС...
45. Ток генератора увеличился. Вращающий момент на валу генератора ...
46. Обмотки: а) петлевые; б) волновые, применяют в машинах...
47. Коллектор машины постоянного тока состоит из ...
48. Укажите одно из важнейших достоинств цепей переменного тока по сравнению с цепями постоянного тока...
49. Целесообразно: а) передавать энергию; б) потреблять энергию, при напряжении ...
50. Для питания электроэнергией жилых помещений используют трансформаторы...
51. Трансформаторы применяют...
52. На рисунках изображены трансформаторы...
53. Отношение действующих и мгновенных значений ЭДС первичной и вторичной обмоток трансформатора равно ...
54. Может ли напряжение на зажимах вторичной обмотки превышать...

55. Отношение напряжений на зажимах первичной и вторичной обмоток равно ...
56. Количество стержней магнитопровода трёхфазного трансформатора равно ...
57. Принципиальное отличие автотрансформатора от трансформатора...
58. Направление силовых линий магнитного поля, возникающего вокруг проводника с током, определяется правилом...
59. Создание синусоидального во времени и неподвижного в пространстве магнитного поля в машинах переменного тока осуществляется:
60. Трёхфазная симметричная система токов в трёх одинаковых диаметральных катушках, уложенных в пазы стального цилиндрического сердечника со сдвигом осей катушек на угол  $120^\circ$  в пространстве создаёт:
61. Для изменения направления вращения кругового вращающегося магнитного поля трёхфазной обмотки достаточно:
62. Частота вращения в оборотах в минуту магнитного поля статора машины переменного тока в зависимости от частоты тока сети и числа пар магнитных полюсов определяется выражением:
63. Соответствие частот вращения магнитного поля статора машины переменного тока  $n_1$  числу его магнитных полюсов  $2p$  при частоте переменного тока  $f_1=50$  Гц:
64. Вращающееся круговое магнитное поле можно получить от двух взаимно перпендикулярных катушек, синусоидальные токи в которых сдвинуты по фазе на:
65. \_\_\_\_\_ - вращающаяся часть электрической машины.
66. \_\_\_\_\_ - неподвижная часть электрической машины.
67. Число фаз короткозамкнутой обмотки ротора асинхронного двигателя равно:
68. Электрическая машина называется асинхронной, поскольку в ней в рабочих режимах:
69. Контактные кольца и щётки в асинхронном двигателе с фазным ротором предназначены для:
70. Скольжение асинхронной машины определяется выражением:
71. Соответствие режимов работы асинхронной машины и значений её скольжения  $s$ :
72. Коэффициент скоса пазов обмотки машины переменного тока показывает:
73. Коэффициент укорочения шага обмотки машины переменного тока показывает:
74. Коэффициент распределения обмотки машины переменного тока характеризует:
75. Обмоточный коэффициент обмотки машины переменного тока на практике имеет численное значение:
76. Для подавления высшей гармоники ЭДС обмотки машины переменного тока достаточно, чтобы обмоточный коэффициент для этой гармоники имел численное значение:
77. В асинхронной машине производятся следующие приведения (эквивалентные преобразования):
78. В асинхронной машине в результате приведения параметров обмотки неподвижного ротора к параметрам обмотки статора:
79. Выражение для определения частоты тока в обмотке вращающегося ротора асинхронной машины:
80. Формула электромагнитной мощности, передаваемой магнитным полем со статора на ротор асинхронного двигателя:
81. Формула электрических потерь в обмотке ротора асинхронного двигателя:
82. Магнитные потери в роторе асинхронного двигателя при номинальном режиме очень малы и на практике не учитываются вследствие того, что:
83. В Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя активное сопротивление первичной обмотки количественно учитывает в ней:
84. В Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя сопротивление  $X\sigma_1$  количественно учитывает:
85. В Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя сопротивление  $X\sigma_2$  количественно учитывает:
86. В Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя сопротивление  $R'_{2Д}$  количественно учитывает:
87. В Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя сопротивление  $R_M$  количественно учитывает:
88. В Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя сопротивление  $X_M$  количественно учитывает:
89. Соответствие параметрам их физического смысла в Т-образной схеме замещения асинхронного двигателя нормального исполнения:
90. Механическая характеристика асинхронной машины представляет собой зависимость:
91. Формула механической характеристики асинхронной машины:
92. Механическая характеристика асинхронной машины имеет вид, показанный на рисунке
93. Формула критического скольжения асинхронного двигателя, при котором он развивает максимальный электромагнитный момент:

94. Формула максимального электромагнитного момента асинхронного двигателя:
95. Асинхронный двигатель должен обладать перегрузочной способностью  $M_{max}/M_{ном} > 1,7$  непосредственно для
96. Увеличить \_\_\_\_\_ обмотки ротора для изменения вида механической характеристики асинхронного двигателя можно включением внешнего реостата в обмотку фазного ротора.
97. Включение внешнего трёхфазного реостата в обмотку фазного ротора асинхронного двигателя:
98. Для гарантированного пуска асинхронного двигателя пусковой момент  $M_p$  должен удовлетворять условию:
99. Ограничить резкое увеличение тока обмотки статора при пуске асинхронного двигателя необходимо, чтобы:
100. Формула пускового электромагнитного момента асинхронного двигателя:
101. Приближённая формула пускового тока асинхронного двигателя:
102. Глубокие пазы на короткозамкнутом роторе асинхронного двигателя выполняют для:
103. Последовательность действий при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором переключением обмоток статора со звезды на треугольник согласно схеме:
104. Последовательность действий при пуске асинхронного двигателя с фазным ротором согласно схеме:
105. Соответствие механической характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором положению пускового реостата:
106. Соответствие между способом регулирования частоты вращения асинхронного двигателя и присущим этому способу свойством:
107. Синхронной называется машина переменного тока, у которой частота вращения \_\_\_\_\_ совпадает с частотой вращения магнитного поля.
108. Функцию якоря синхронной машины нормального исполнения выполняет конструктивная часть машины – \_\_\_\_\_.
109. Функцию индуктора синхронной машины нормального исполнения выполняет конструктивная часть машины – \_\_\_\_\_.
110. Сердечник неявнополюсного ротора синхронного турбогенератора выполняют из \_\_\_\_\_.
111. Явнополюсный ротор синхронного генератора содержит обмотку \_\_\_\_\_.
112. Соответствие между характером нагрузки синхронного генератора и его векторной диаграммой:
113. Зависимость  $U_1(i_v)$  при  $I=0$ ,  $n=\text{const}$  синхронного генератора называется характеристикой \_\_\_\_\_.
114. Соответствие между характером нагрузки синхронного генератора и его внешней характеристикой согласно рисунку:
115. Изменение реактивной мощности синхронного генератора выполняют регулированием:
116. Зависимость  $I(i_v)$  при  $U_1=0$ ,  $n=\text{const}$  синхронного генератора называется характеристикой \_\_\_\_\_.
117. \_\_\_\_\_ характеристика синхронного генератора – это зависимость  $i_v(I)$  при  $U_1=\text{const}$ ,  $n=\text{const}$  и неизменном характере нагрузки.
118. Последовательность действий при подключении синхронного генератора на параллельную работу с сетью:

Полный комплект тестовых заданий в корпоративной тестовой оболочке АСТ размещен на сервере УИТ ДВГУПС, а также на сайте Университета в разделе СДО ДВГУПС (образовательная среда в личном кабинете преподавателя).

Соответствие между бальной системой и системой оценивания по результатам тестирования устанавливается посредством следующей таблицы:

| Объект оценки | Показатели оценивания результатов обучения | Оценка                | Уровень результатов обучения |
|---------------|--|-----------------------|------------------------------|
| Обучающийся   | 60 баллов и менее                          | «Неудовлетворительно» | Низкий уровень               |
|               | 74 – 61 баллов                             | «Удовлетворительно»   | Пороговый уровень            |
|               | 84 – 75 баллов                             | «Хорошо»              | Повышенный уровень           |
|               | 100 – 85 баллов                            | «Отлично»             | Высокий уровень              |

#### 4. Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета, курсового проектирования.

Оценка ответа обучающегося на вопросы, задачу (задание) экзаменационного билета, зачета

| Элементы оценивания   | Содержание шкалы оценивания  |   |   |   |
|---|--|---|---|---|
|   | Неудовлетворительн   | Удовлетворитель   | Хорошо  | Отлично   |
|   | Не зачтено   | Зачтено   | Зачтено   | Зачтено   |
| Соответствие ответов формулировкам вопросов (заданий)   | Полное несоответствие по всем вопросам.                              | Значительные погрешности.   | Незначительные погрешности.   | Полное соответствие.  |
| Структура, последовательность и логика ответа. Умение четко, понятно, грамотно и свободно излагать свои мысли | Полное несоответствие критерию.                                      | Значительное несоответствие критерию.   | Незначительное несоответствие критерию.   | Соответствие критерию при ответе на все вопросы.  |
| Знание нормативных, правовых документов и специальной литературы  | Полное незнание нормативной и правовой базы и специальной литературы | Имеют место существенные упущения (незнание большей части из документов и специальной литературы по названию, содержанию и т.д.). | Имеют место несущественные упущения и незнание отдельных (единичных) работ из числа обязательной литературы.                            | Полное соответствие данному критерию ответов на все вопросы.  |
| Умение увязывать теорию с практикой, в том числе в области профессиональной работы                            | Умение связать теорию с практикой работы не проявляется.             | Умение связать вопросы теории и практики проявляется редко.   | Умение связать вопросы теории и практики в основном проявляется.  | Полное соответствие данному критерию. Способность интегрировать знания и привлекать сведения из различных научных сфер. |
| Качество ответов на дополнительные вопросы  | На все дополнительные вопросы преподавателя даны неверные ответы.    | Ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя даны неверно.   | 1. Даны неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя.<br>2. Дан один неверный ответ на дополнительные вопросы преподавателя. | Даны верные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя.   |

Примечание: итоговая оценка формируется как средняя арифметическая результатов элементов оценивания.