

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор по образовательной  
деятельности

\_\_\_\_\_ С.Т. Князев  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

| Код модуля | Модуль                                   |
|------------|--|
| 1156659    | Электрические машины в электроэнергетике |

Екатеринбург

| <b>Перечень сведений о рабочей программе модуля</b>                       | <b>Учетные данные</b>                                     |
|---|---|
| <b>Образовательная программа</b><br>1. Электроэнергетика и электротехника | <b>Код ОП</b><br>1. 13.03.02/33.01                        |
| <b>Направление подготовки</b><br>1. Электроэнергетика и электротехника    | <b>Код направления и уровня подготовки</b><br>1. 13.03.02 |

Программа модуля составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>       | <b>Ученая степень, ученое звание</b>          | <b>Должность</b>      | <b>Подразделение</b> |
|--------------|-----------------------------------|---|-----------------------|----------------------|
| 1            | Лыткин Виктор Владимирович        | без ученой степени, без ученого звания        | Старший преподаватель | электротехники       |
| 2            | Малыгин Игорь Вячеславович        | кандидат технических наук, без ученого звания | Доцент                | электротехники       |
| 3            | Мойсейченков Александр Николаевич | кандидат технических наук, без ученого звания | Доцент                | электротехники       |
| 4            | Новиков Николай Николаевич        | кандидат технических наук, доцент             | Доцент                | электротехники       |
| 5            | Родионов Игорь Евгеньевич         | кандидат технических наук, доцент             | Доцент                | электротехники       |

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

# 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Электрические машины в электроэнергетике

## 1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль «Электрические машины в электроэнергетике» входит одноименная дисциплина. Электрические машины применяют для преобразования механической энергии в электрическую электрические генераторы, обратного преобразования электрической энергии в механическую электрические двигатели и для преобразования электрической энергии с одними параметрами в электрическую энергию с другими параметрами электромашинные преобразователи. Для преобразования электрической энергии также широко применяют статические электромагнитные преобразователи энергии трансформаторы. При освоении дисциплины студенты изучают принцип действия, основные конструктивные исполнения электрических машин и трансформаторов, их основные параметры и характеристики, эксплуатационные требования к ним, получают навыки проведения стандартных испытаний электрических машин и трансформаторов, основ проектирования различных видов электрических машин и трансформаторов.

## 1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

| № п/п            | Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения | Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах |
|------------------|--|---|
| 1                | Электрические машины в электроэнергетике                   | 6   |
| ИТОГО по модулю: |  | 6   |

## 1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

|                                    |                  |
|------------------------------------|------------------|
| Пререквизиты модуля                | Не предусмотрены |
| Постреквизиты и кореквизиты модуля | Не предусмотрены |

## 1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

| Перечень дисциплин модуля                | Код и наименование компетенции                              | Планируемые результаты обучения (индикаторы)  |
|--|---|---|
| 1  | 2   | 3   |
| Электрические машины в электроэнергетике | ПК-1 - Способен использовать методы анализа и моделирования | 3-76 - Изложить основы теории электромеханического и электромагнитного преобразования энергии |

|  |   |   |
|--|---|---|
|  | электрических цепей и электрических машин | У-76 - Вывести закономерности работы электрических машин и трансформаторов<br>П-66 - Моделировать режимы работы электрических машин и трансформаторов |
|--|---|---|

### **1.5. Форма обучения**

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Электрические машины в**  
**электроэнергетике**

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| <b>№ п/п</b> | <b>Фамилия Имя Отчество</b>       | <b>Ученая степень,<br/>ученое звание</b>      | <b>Должность</b>      | <b>Подразделение</b> |
|--------------|-----------------------------------|---|-----------------------|----------------------|
| 1            | Лыткин Виктор Владимирович        | без ученой степени, без ученого звания        | Старший преподаватель | электротехники       |
| 2            | Малыгин Игорь Вячеславович        | кандидат технических наук, без ученого звания | Доцент                | электротехники       |
| 3            | Мойсейченков Александр Николаевич | кандидат технических наук, без ученого звания | Доцент                | электротехники       |
| 4            | Новиков Николай Николаевич        | кандидат технических наук, доцент             | Доцент                | электротехники       |
| 5            | Родионов Игорь Евгеньевич         | кандидат технических наук, доцент             | Доцент                | электротехники       |

**Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический**

Протокол № 112 от 18.06.2021 г.

# 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

## 1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
  - Базовый уровень

*\*Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

*Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.*

## 1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

| Код раздела, темы | Раздел, тема дисциплины* | Содержание  |
|-------------------|--------------------------|---|
| P1                | Трансформаторы           | <p>Устройство, элементы конструкции трансформаторов. Назначение трансформаторов. Электромагнитная схема, принцип действия.</p> <p>Режим холостого хода однофазного трансформатора. Опыт холостого хода. Потери мощности в трансформаторе в режиме холостого хода.</p> <p>Уравнения равновесия ЭДС и напряжений, МДС в комплексном виде. Связь потока с приложенным напряжением и намагничивающим током.</p> <p>Приведение вторичной обмотки к числу витков первичной. Уравнения напряжений и токов приведенного трансформатора. Схема замещения трансформатора и ее параметры. Векторные диаграммы трансформатора при различных видах нагрузки.</p> <p>Режим короткого замыкания. Опыт короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания. Потери мощности при коротком замыкании. Определение параметров схемы замещения опытным путем.</p> <p>Эксплуатационные характеристики трансформатора при нагрузке. Изменение напряжения, внешние характеристики. Энергетическая диаграмма и КПД трансформатора.</p> <p>Трехфазные трансформаторы. Разновидности магнитных систем. Схемы и группы соединения обмоток.</p> |

|                  |                           |  |
|------------------|---------------------------|--|
|                  |                           | <p>Особенности процессов намагничивания трехфазных трансформаторов.</p> <p>Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Распределение нагрузки между трансформаторами при параллельной работе.</p> <p>Особенности включения трансформатора под напряжение на холостом ходу.</p> <p>Внезапное короткое замыкание трансформатора. Динамическая устойчивость трансформатора.</p> <p>Измерительные трансформаторы. Автотрансформаторы. Трехобмоточные трансформаторы.</p>  |
| <p><b>P2</b></p> | <p>Асинхронные машины</p> | <p>Устройство, элементы конструкции асинхронных машин. Области применения. Разновидности асинхронных двигателей. Режимы работы.</p> <p>Физические процессы в асинхронном двигателе с неподвижным ротором. Назначение, конструкция, схемы подключения, принцип действия, область применения индукционного регулятора и фазорегулятора.</p> <p>Схема замещения, уравнения, векторная диаграмма.</p> <p>Энергетическая диаграмма асинхронной машины. КПД.</p> <p>Электромагнитный момент. Аналитическое выражение момента в функции скольжения, его анализ.</p> <p>Режим пуска асинхронного двигателя. Пусковой момент. Пусковой ток. Особенности пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и асинхронных двигателей с фазным ротором.</p> <p>Свойства асинхронных двигателей с повышенным пусковым моментом, с повышенным скольжением. Способы повышения величины пускового момента.</p> <p>Влияние высших гармоник магнитного поля на электромагнитный момент при разгоне двигателя.</p> <p>Режим нагрузки асинхронного двигателя. Механические характеристики двигателя и требования к ним. Перегрузочная способность. Рабочие характеристики двигателя. Работа асинхронного двигателя при ненормальных условиях.</p> <p>Асимметричные режимы работы асинхронных двигателей. Работа трехфазного двигателя от однофазной сети.</p> <p>Работа трехфазного двигателя с фазным ротором при отключенной фазе ротора.</p> <p>Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и асинхронных двигателей с фазным ротором.</p> |

|    |                         |   |
|----|-------------------------|---|
| РЗ | Машины постоянного тока | <p>Устройство, элементы конструкции машин постоянного тока. Принцип действия.</p> <p>Классификация генераторов и двигателей постоянного тока по способу возбуждения.</p> <p>Основные соотношения для генераторов и двигателей постоянного тока.</p> <p>Магнитное поле машины постоянного тока на холостом ходу и при нагрузке. Влияние реакция якоря на работу машины.</p> <p>Характеристики генераторов постоянного тока.</p> <p>Характеристики двигателей постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока.</p> <p>Коммутация в машинах постоянного тока. Причины искрения на коллекторе. Способы улучшения коммутации.</p> |
|----|-------------------------|---|

### 1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

| Направление воспитательной деятельности | Вид воспитательной деятельности                    | Технология воспитательной деятельности | Компетенция   | Результаты обучения   |
|---|--|--|---|---|
| Профессиональное воспитание             | учебно-исследовательская, научно-исследовательская | Технология самостоятельной работы      | ПК-1 - Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин | <p>З-76 - Изложить основы теории электромеханического и электромагнитного преобразования энергии</p> <p>У-76 - Вывести закономерности работы электрических машин и трансформаторов</p> <p>П-66 - Моделировать режимы работы электрических машин и трансформаторов</p> |

### 1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

## **2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электрические машины в электроэнергетике**

#### **Электронные ресурсы (издания)**

1. Костенко, М. П.; Электрические машины 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы; Энергия, Ленинград; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450047> (Электронное издание)
2. Костенко, М. П.; Электрические машины 2. Машины переменного тока; Энергия, Ленинград; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450046> (Электронное издание)

#### **Печатные издания**

1. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2008 (439 экз.)
2. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Машины переменного тока : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2007 (182 экз.)
3. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Машины переменного тока : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2008 (193 экз.)

#### **Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы**

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

#### **Материалы для лиц с ОВЗ**

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

#### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

<http://lib.urfu.ru> Зональная научная библиотека УрФУ

## **3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Электрические машины в электроэнергетике**

#### **Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением**

| № п/п | Виды занятий                                | Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы  | Перечень лицензионного программного обеспечения  |
|-------|---|--|--|
| 1     | Лекции                                      | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>              | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 2     | Практические занятия                        | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>              | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 3     | Лабораторные занятия                        | <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 4     | Консультации                                | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>              | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 5     | Текущий контроль и промежуточная аттестация | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p>                                      | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |
| 6     | Самостоятельная работа студентов            | <p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p>   | Office Professional 2003 Win32<br>Russian CD-ROM |