

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
1156660	Электрические машины и трансформаторы

Екатеринбург

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

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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 и трансформаторы

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль «Электрические машины и трансформаторы» 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. Модуль предполагает проведение практических занятий с участием специалистов предприятий партнеров.

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 и трансформаторы	9
ИТОГО по модулю:		9

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 и трансформаторы	ПК-1 - Способен использовать методы анализа и моделирования	З-76 - Изложить основы теории электромеханического и электромагнитного преобразования энергии

	электрических цепей и электрических машин	У-76 - Вывести закономерности работы электрических машин и трансформаторов 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 и трансформаторы

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
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>P2</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>

<p>Р3</p>	<p>Синхронные машины</p>	<p>Назначение и роль синхронных машин в электроэнергетике. Конструкция явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин. Способы создания магнитного поля в синхронной машине. Системы возбуждения.</p> <p>Магнитные поля в синхронных машинах, создаваемые обмотками возбуждения и якоря. Реакция якоря при различных видах нагрузки. Принцип двух реакций.</p> <p>Параметры синхронных машин в установившихся режимах. Уравнения, векторные диаграммы синхронных генераторов при различных видах нагрузки.</p> <p>Энергетическая диаграмма синхронной машины. КПД.</p> <p>Характеристики синхронных генераторов при автономной работе. Влияние реакции якоря на эксплуатационные свойства генераторов. Использование характеристик синхронных генераторов для определения параметров синхронной машины.</p> <p>Параллельная работа синхронных машин. Включение синхронных генераторов на параллельную работу. Способы синхронизации. Синхронные режимы параллельной работы генераторов. Угловые характеристики активной и реактивной мощностей синхронных машин. Статическая перегружаемость. Синхронизирующая мощность и момент.</p> <p>Работа синхронной машины при постоянном моменте и изменении возбуждения. V-образные характеристики.</p> <p>Работа синхронной машины в режимах двигателя и компенсатора. Пуск синхронного двигателя.</p> <p>Внезапное короткое замыкание обмотки якоря синхронного генератора. Физическая картина переходного процесса. Параметры обмотки якоря при внезапном коротком замыкании обмотки якоря. Токи и механические силы при внезапном коротком замыкании обмотки якоря.</p>
<p>Р4</p>	<p>Машины постоянного тока</p>	<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	З-76 - Изложить основы теории электромеханического и электромагнитного преобразования энергии У-76 - Вывести закономерности работы электрических машин и трансформаторов П-66 - Моделировать режимы работы электрических машин и трансформаторов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины и трансформаторы

Электронные ресурсы (издания)

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

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

3	Лабораторные занятия	Рабочее место преподавателя Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
6	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM