УТВЕРЖДАЮ
Директор ИШЭ
_____ А.С. Матвеев
«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2017 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Электрические машины			
Направление подготовки/ специальность	**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**		
Образовательная программа (направленность (профиль))	**Электроэнергетика**		
Специализация	Электроснабжение		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	**5**
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	**4**		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		**10**
	Практические занятия		**8**
	Лабораторные занятия		**8**
	ВСЕГО		**26**
Самостоятельная работа, ч			**118**
ИТОГО, ч			**144**

Вид промежуточной аттестации	**Экзамен**	Обеспечивающее подразделение	**ОЭЭ ИШЭ**

И.о. зав. каф. – руководителя отделения на правах кафедры		А.С. Ивашутенко
Руководитель ООП		В.В. Шестакова
Преподаватель		П.В. Тютева

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Р10, Р12	ОПК(У)-3.В8	Владеет опытом проведения испытаний трансформаторов, электрических машин
			ОПК(У)-3.У8	Умеет рассчитывать параметры и характеристики трансформаторов и электрических машин в различных режимах работы
			ОПК(У)-3.З8	Знает физические основы работы и основные уравнения, описывающие работу трансформаторов и электрических машин
			ОПК(У)-3.В9	Владеет опытом исследования и анализа режимов работы трансформаторов и электрических машин
			ОПК(У)-3.У9	Умеет рассчитывать по схемам замещения параметры электрических режимов работы трансформаторов и электрических машин, формулировать выводы по полученным результатам
			ОПК(У)-3.З9	Знает схемы замещения трансформаторов, электрических машин и правила расчета их элементов

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрических машин и трансформаторов, а также электрических аппаратов, интерпретировать данные и делать выводы.	ОПК(У)-3
РД 2	Уметь анализировать процессы, происходящие в электрических машинах и трансформаторах, а также электрических аппаратов	ОПК(У)-3
РД 3	Выполнять расчеты параметров, характеристик электрических машин и трансформаторов, а также электрических аппаратов	ОПК(У)-3

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Введение	РД2, РД3	Лекции	1
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Трансформаторы	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	26
Раздел 3. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока	РД2, РД3	Лекции	1
		Самостоятельная работа	5
Раздел 4. Асинхронные машины (АМ)	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	26
Раздел 5. Синхронные машины (СМ)	РД1, РД2, РД3	Лекции	1
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	26
Раздел 6. Машины постоянного тока (МПТ)	РД1, РД2, РД3	Лекции	2
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	26

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Введение

Законы и общие правила в электромеханике. Роль и место электрической машины и трансформатора в преобразовании энергии.

Темы лекций:

1. Основные вопросы электромеханических преобразователей энергии

Названия лабораторных работ:

1. Вводное занятие. Устройство лабораторных стендов и правила техники безопасности. Требования к отчетам по лабораторным работам.

Раздел 2. Трансформаторы

Силовые трансформаторы. Устройство и принцип действия. Элементы конструкции. Основные уравнения трансформатора. Коэффициент трансформации. Приведенный трансформатор. Схемы замещения двухобмоточного трансформатора (Т-образная, Г-образная). Векторные диаграммы трансформатора под нагрузкой. Опыт холостого хода трансформатора. Опыт короткого замыкания трансформатора. Определение параметров схемы замещения по опытам холостого хода и короткого замыкания. Работа трансформатора при нагрузке. Внешняя характеристика, потери и КПД трансформатора при различных величинах и характерах нагрузки. Условие максимума КПД. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора. Параллельная работа трансформаторов.

Темы лекций:

2. Конструкция и принцип действия силовых трансформаторов. Схемы замещения и параметры трансформаторов.
3. Характеристики силовых трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов.

Темы практических занятий:

1. Расчет параметров схемы замещения силового трансформатора.
2. Расчет эксплуатационных характеристик силового трансформатора.

Названия лабораторных работ:

2. Исследование двухобмоточного трехфазного трансформатора при симметричной нагрузке.
3. Исследование двухобмоточного трехфазного трансформатора при несимметричной нагрузке.

Раздел 3. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока

Принцип взаимного преобразования электрической и механической энергии в индукционных преобразователях. Электрические машины переменного тока (синхронные, асинхронные). Принцип обратимости преобразования энергии в электрических машинах. Создание вращающегося магнитного поля. Пульсирующие, эллиптические и круговые поля.

Темы лекций:

4. Вращающееся магнитное поле в машинах переменного тока

Раздел 4. Асинхронные машины (АМ)

Основные уравнения АМ. Схемы замещения (Т-образная, Г-образная). Электромагнитный вращающий момент асинхронного двигателя (АД). Режимы работы АМ: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза. Скольжение. Электромагнитный вращающий момент АМ в режиме двигателя при различных значениях угла между ЭДС и током обмотки ротора. Способы пуска АД с короткозамкнутым ротором. Регулирование частоты вращения АД.

Темы лекций:

5. Конструкция и принцип действия асинхронных машин
6. Способы пуска асинхронных двигателей
7. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей

Темы практических занятий:

3. Построение схем обмоток машин переменного тока.
4. Расчет основных величин асинхронных двигателей.

Названия лабораторных работ:

4. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
5. Исследование асинхронного двигателя с фазным ротором.

Раздел 5. Синхронные машины (СМ)

Явнополюсные и неявнополюсные СМ. Возбуждение СМ. Магнитное поле обмотки возбуждения явнополюсной и неявнополюсной СМ. Магнитное поле обмотки якоря в явнополюсной СМ. Реакция якоря. Метод двух реакций, продольная и поперечная реакция якоря. Основные уравнения СМ. Характеристики синхронного генератора. Отношение короткого замыкания. Параллельная работа синхронных генераторов.

Синхронные режимы параллельной работы СМ. Угловая характеристика активной мощности СМ. Работа СМ при постоянной активной мощности и переменном возбуждении. Синхронные двигатели. Пуск синхронных двигателей.

Темы лекций:

8. Конструкция и принцип действия синхронных машин.
9. Характеристики синхронных генераторов. Синхронные режимы. Синхронные двигатели.

Темы практических занятий:

8. Исследование реакции якоря в синхронных генераторах
9. Расчет основных величин синхронных машин.

Названия лабораторных работ:

6. Исследование характеристик трехфазного синхронного генератора.

Раздел 6. Машины постоянного тока (МПТ)

Основные элементы конструкции и принцип действия электромеханических преобразователей постоянного тока. Магнитное поле обмотки возбуждения, магнитное поле обмотки якоря. Основные уравнения, ЭДС, электромагнитный момент МПТ. Генераторы постоянного тока независимого, параллельного, смешанного возбуждения. Основные характеристики генераторов. Двигатели постоянного тока (ДПТ). Пуск двигателей в ход. Особенности пуска ДПТ параллельного и последовательного возбуждения Скоростная, механическая, моментная характеристики. Рабочие характеристики двигателей постоянного тока.

Темы лекций:

10. Конструкция и принцип действия машин постоянного тока
11. Характеристики генераторов постоянного тока
12. Характеристики двигателей постоянного тока. Способы регулирования частоты вращения

Темы практических занятий:

10. Расчет и построение схем обмоток машин постоянного тока.
11. Расчет основных величин машин постоянного тока.

Названия лабораторных работ:

7. Исследование двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
8. Исследование генератора постоянного тока независимого возбуждения.

Точный перечень лабораторных работ определяется преподавателем на аудиторном занятии.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;

- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Электрические машины : учебник для бакалавров / под ред. И. П. Копылова. — 2-е изд., перераб. и доп.. — Москва: Юрайт, 2012. — 676 с.: ил.

2.Чунихин, Александр Адольфович. Электрические аппараты. Общий курс : учебник для вузов / А. А. Чунихин. — 4-е изд., стер.. — Москва: Альянс, 2008. — 720 с.: ил.

3. Электромеханические преобразователи энергии и трансформаторы. Лабораторный практикум : учебное пособие [Электронный ресурс] / А. И. Верхотуров [и др.]. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: https://ezproxy.ha.tpu.ru:2443/login?url=http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m315.pdf

4. Проектирование электрических машин : учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / под ред. И. П. Копылова. — 4-е изд. — Москва: Юрайт, 2012. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. — Схема доступа: https://ezproxy.ha.tpu.ru:2443/login?url=http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2432.pdf

Дополнительная литература:

1. Игнатович В.М. Электрические машины и трансформаторы : учебное пособие для академического бакалавриата / В. М. Игнатович, Ш. С. Ройз; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 6-е изд., испр. и доп.. — Москва: Юрайт, 2016. — 182 с.: ил.

2. Копылов, Юрий Васильевич. Электрические и электронные аппараты: лабораторный практикум / Ю. В. Копылов; Томский политехнический университет (ТПУ), Электротехнический институт. — Томск: Изд-во ТПУ, 2007. — 107 с.

3. Кацман, Марк Михайлович. Электрические машины : учебник для среднего профессионального образования / М. М. Кацман. — 13-е изд., стер.. — Москва: Академия, 2014. — 492 с.

4. Расчет асинхронного короткозамкнутого двигателя с всыпной обмоткой статора : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / В. С. Баклин [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — 1 компьютерный файл (pdf; 724 KB). — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Доступ из корпоративной сети ТПУ. Схема доступа: https://ezproxy.ha.tpu.ru:2443/login?url=http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m297.pdf

6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Электронный курс «Электрические машины». Режим доступа: https://eor.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1806. Материалы представлены 4 разделов. Каждый раздел имеет лекции с проверкой усвоения знаний, материалы для подготовки в лабораторным работам, практическим занятиям, тесты, дополнительные источники для самостоятельной работы.

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ)**:

1. Google Chrome;
2. Microsoft Office Standard Russian Academic;
3. PTC Mathcad 15 Academic Floating (установлено на vap.tpu.ru)
4. Adobe Acrobat Reader DC;
5. Document Foundation LibreOffice.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 301	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 134 посадочных мест.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 331	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 44 посадочных мест.
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 257	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт. Компьютер - 1 шт. Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест; Шкаф для документов - 1 шт.; Стол лабораторный - 10 шт.; Стенд учебный "Исследования работы генератора постоянного тока" - 1 шт.; Стенд лабораторный "Исследования асинхронного двигателя с фазным ротором" - 1 шт.; Стол-стенд "Исследования трансформатора в режиме короткого замыкания и холостого хода" - 1 шт.; Стенд "Исследование асинхронного двигателя в режиме короткого замыкания и холостого хода" - 1 шт.; Стенд "Исследования двигателя постоянного тока последовательного возбуждения" - 1 шт.; Двигатель асинхронный АДВОВ4ЕНУЗ - 2 шт.; "Исследования несимметричной нагрузки

		трансформаторов" - 1 шт.; Стол-стенд " Исследования синхронного реактивного двигателя" - 1 шт.; Стол-стенд " Исследования характеристик синхронного генератора" - 1 шт.; Стенд учебный " Исследования генератора постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением" - 1 шт.; Стенд лабораторный " Исследования работы асинхронного двигателя с фазным ротором" - 1 шт.; Стенд " Исследование генератора постоянного тока с независимым и параллельным возбуждением" - 1 шт.; Стенд учебный " Исследования работы однофазного асинхронного двигателя" - 1 шт.; Стенд учебный "Исследования параллельной работы синхронного генератора сетью" - 1 шт.; Стол-стенд "Исследования параллельной работы однофазных трансформаторов" - 1 шт.; Стенд "Исследования двигателя постоянного тока параллельного возбуждения" - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» по специализации «**Электроснабжение**» направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (приема 2017 г, заочная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭЭ	П.В. Тютева

Программа одобрена на заседании кафедры электроснабжения промышленных предприятий (протокол от 27.06.2017 г. №36).

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ
к.т.н. _____/ А.С. Ивашутенко/