

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Фоминых А. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-13.03.02.09\_2021\_125328  
Актуализировано: 10.05.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Электрические машины**

наименование дисциплины	
Квалификация выпускника	Бакалавр
Направление подготовки	13.03.02
	шифр
	Электроэнергетика и электротехника
	наименование
Направленность (профиль)	3-13.03.02.09
	шифр
	Электропривод и автоматика
	наименование
Формы обучения	Заочная, Очная
	наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра электрических машин и аппаратов (ОРУ)
	наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра электропривода и автоматизации промышленных установок
	этф (ОРУ)
	наименование

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Изотов Анатолий Иванович

---

ФИО

Мальшева Надежда Михайловна

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Формирование теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии и трансформаторам, которая позволит успешно решать теоретические и практические задачи в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин и трансформаторов.
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Изучение устройства и принципа действия электрических машин и трансформаторов.</li> <li>- Изучение основных режимов работы электрических машин и трансформаторов.</li> <li>- Изучение особенностей параллельной работы крупных синхронных машин с сетью.</li> <li>- Изучение особенностей параллельной работы трансформаторов.</li> <li>- Изучение основных характеристик двигателей, генераторов, трансформаторов и эксплуатационных требований к ним.</li> <li>- Изучение способов пуска и регулирования частоты вращения двигателей.</li> <li>- Изучение тенденций развития электрических машин и трансформаторов.</li> </ul>

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### Компетенция ОПК-3

Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин		
Знает	Умеет	Владеет
принцип действия, конструкцию, уравнения, схемы замещения, характеристики, основы эксплуатации, а также методы построения обмоток электрических машин и трансформаторов	применять полученные знания при расчете, испытании и эксплуатации электрических машин и трансформаторов	навыками анализа и расчета, испытания и снятия эксплуатационных характеристик электрических машин и трансформаторов различного назначения

#### Компетенция ОПК-4

Способен использовать свойства конструкционных и электротехнических материалов в расчетах параметров и режимов объектов профессиональной деятельности		
Знает	Умеет	Владеет
марки, области применения и основные характеристики электротехнических и конструкционных материалов, применяемых в трансформаторах; методикой расчета силового	выбирать электротехнические и конструкционные материалы для силовых трансформаторов; выбирать и рассчитывать размеры и обмоточные данные	навыками выбора электротехнических и конструкционных материалов для силового трехфазного трансформатора; навыками расчета и конструирования

трехфазного трансформатора	силового трехфазного трансформатора	силового трехфазного трансформатора
----------------------------	-------------------------------------	-------------------------------------

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Электрические машины, часть 1	ОПК-3
2	Выполнение курсового проекта "Трехфазный силовой трансформатор"	ОПК-4
3	Электрические машины, часть 2	ОПК-3
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ОПК-3, ОПК-4

**Формы промежуточной аттестации**

Зачет	Не предусмотрен (Очная форма обучения) Не предусмотрен (Заочная форма обучения)
Экзамен	4, 5 семестр (Очная форма обучения) 5, 6 семестр (Заочная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения) Не предусмотрена (Заочная форма обучения)
Курсовой проект	4 семестр (Очная форма обучения) 5 семестр (Заочная форма обучения)

### Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	2, 3	4, 5	288	8	169	112	64	16	32	119	4		4, 5
Заочная форма обучения	2, 3	4, 5, 6	288	8	45.5	40	16	8	16	242.5	5		5, 6

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Электрические машины, часть 1»</b>		<b>108.50</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	История развития электрических машин. Область применения электрических машин. Основные виды электрических машин. Электрические генераторы, двигатели и трансформаторы. Классификация электрических машин.	2.00
Л1.2	Трансформаторы. Назначение трансформаторов. Классификация трансформаторов. Активные и конструктивные части трансформатора. Однофазный трансформатор. Принцип работы трансформатора. Коэффициент трансформации. Холостой ход трансформатора.	2.00
Л1.3	Работа трансформатора при нагрузке. Уравнения однофазного трансформатора при нагрузке. Уравнение магнитодвижущих сил. Приведенный трансформатор. Основные уравнения приведенного трансформатора при нагрузке. Векторная диаграмма приведенного трансформатора. Схема замещения трансформатора. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания. Определение параметров схемы замещения трансформатора по опытам холостого хода и короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания.	2.00
Л1.4	Трехфазный трансформатор. Схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Распределение нагрузки между параллельно работающими трансформаторами.	2.00
Л1.5	Эксплуатационные характеристики трансформаторов. Потери и КПД трансформатора. Условие получения максимального КПД. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Устройства регулирования напряжения – ПБВ и РПН.	2.00
Л1.6	Явления при намагничивании трансформатора. Особенности намагничивания трехфазных трансформаторов. Несимметричная нагрузка трансформатора. Анализ несимметричной нагрузки трансформатора методом симметричных составляющих. Определение токов и сопротивлений нулевой последовательности в зависимости от типа магнитной системы и схемы соединения обмоток.	2.00

	Переходные процессы в трансформаторе. Переходный процесс при включении трансформатора в сеть. Переходный процесс при внезапном коротком замыкании на выводах вторичной обмотки трансформатора. Силы, действующие на обмотки трансформатора при коротком замыкании.	
Л1.7	Автотрансформатор. Трехобмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы.	2.00
Л1.8	Устройство машин переменного тока. Создание трехфазного тока в синхронном генераторе. Принцип действия синхронного генератора. Обмотки машин переменного тока. Классификация обмоток. Основные элементы обмоток: проводник, секция, виток, катушка, катушечная группа. Обмотки из круглого и прямоугольного провода. Петлевые и волновые обмотки. Схемы соединения трехфазных обмоток.	2.00
Л1.9	Электродвижущая сила в обмотках машин переменного тока. ЭДС проводника, ЭДС витка, ЭДС катушки, ЭДС катушечной группы. ЭДС фазы обмотки статора.	2.00
Л1.10	Магнитодвижущая сила обмоток переменного тока. МДС сосредоточенной обмотки. МДС распределенной обмотки. МДС при укорочении шага. МДС однофазной обмотки. МДС трехфазной обмотки. Круговое вращающееся магнитное поле. Высшие гармоники МДС. Индуктивное сопротивление взаимной индукции. Индуктивное сопротивление рассеяния.	2.00
Л1.11	Назначение и устройство асинхронной машины. Принцип действия асинхронной машины. Паспортные данные асинхронного двигателя. Работа асинхронной машины при заторможенном и вращающемся роторе. Основные уравнения асинхронной машины. Векторная диаграмма АД.	2.00
Л1.12	Схемы замещения асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Электромагнитный момент асинхронной машины. Режимы работы асинхронной машины.	2.00
Л1.13	Механическая характеристика асинхронного двигателя. Пусковой, максимальный моменты, критическое скольжение. Условие устойчивой работы АД. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.	2.00
Л1.14	Пуск асинхронного двигателя. Пусковой ток, его влияние на питающую сеть и на двигатель. Способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и с контактными кольцами. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.	2.00
Л1.15	Влияние высших гармонических в кривой магнитного поля на механическую характеристику асинхронного двигателя. Работа асинхронного двигателя при	2.00



	неноминальных условиях. Изменение частоты и напряжения. Несимметричные режимы работы асинхронного двигателя. Магнитная и электрическая асимметрия асинхронного двигателя и их влияние на рабочие свойства машины.	
Л1.16	Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Асинхронный генератор. Специальные асинхронные машины.	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
P1.1	Испытание трехфазного двухобмоточного трансформатора.	4.00
P1.2	Определение групп соединения трехфазного двухобмоточного трансформатора и исследование параллельной работы трансформаторов.	4.00
P1.3	Конструкция асинхронных двигателей и их характеристики.	4.00
P1.4	Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
C1.1	Подготовка к лекциям	4.00
C1.2	Подготовка к лабораторным работам	4.00
C1.3	Подготовка к текущей аттестации	15.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	37.50
<b>Раздел 2 «Выполнение курсового проекта "Трехфазный силовой трансформатор"»</b>		<b>44.00</b>
<b>Семинары, практические занятия</b>		
P2.1	Общие вопросы проектирования трансформаторов. Расчет фазных значений токов и напряжений обмоток высокого и низкого напряжения. Основные размеры трансформатора и их определение.	2.00
P2.2	Выбор конструкции обмоток трансформатора и их расчет. Потери короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания.	2.00
P2.3	Расчет магнитопровода трансформатора. Потери холостого хода. Ток холостого хода.	2.00
P2.4	Определение ударных токов и электромагнитных сил, действующих на обмотки трансформатора при внезапном коротком замыкании.	2.00
P2.5	Поверочный тепловой расчет трансформатора. Выбор конструкции бака и других конструктивных частей трансформатора.	2.00
P2.6	Оформление технической документации по курсовому проекту.	2.00
P2.7	Выполнение эскизов для пояснительной записки и разработка сборочного чертежа трансформатора.	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
C2.1	Подготовка к практическим занятиям	4.00

<b>Курсовые работы, проекты</b>		
К2.1	Курсовой проект «Трёхфазный силовой трансформатор»	24.00
<b>Раздел 3 «Электрические машины, часть 2»</b>		<b>81.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л3.1	Назначение, конструкция синхронной машины. Явнополюсные и неявнополюсные синхронные машины, область их применения. Принцип действия синхронного генератора. Системы возбуждения синхронных машин.	2.00
Л3.2	Автономный синхронный генератор. Работа синхронного генератора при холостом ходе. Работа синхронного генератора при симметричной нагрузке. Реакция якоря при активной, индуктивной и емкостной нагрузках. Параметры обмотки якоря при установившемся режиме работы.	2.00
Л3.3	Основные уравнения и векторные диаграммы синхронного генератора. Приведение обмотки якоря к условиям обмотки возбуждения. Основные уравнения и векторные диаграммы явнополюсного синхронного генератора без учета насыщения. Основные уравнения и векторные диаграммы неявнополюсного синхронного генератора без учета насыщения. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора с учетом насыщения, диаграмма Потье.	2.00
Л3.4	Характеристики синхронного генератора.	2.00
Л3.5	Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Условия включения на параллельную работу, методы синхронизации. Регулирование активной и реактивной мощности синхронного генератора. U-образные характеристики. Уравнение электромагнитной мощности и момента синхронного генератора. Угловые характеристики. Статическая устойчивость.	2.00
Л3.6	Синхронный двигатель. Особенности конструкции синхронных двигателей. Способы пуска в ход. Характеристики синхронных двигателей. Синхронный компенсатор.	2.00
Л3.7	Качания синхронной машины. Потери и КПД синхронных машин. Работа синхронной машины в асинхронном режиме.	2.00
Л3.8	Несимметричные режимы работы синхронных генераторов. Влияние токов обратной и нулевой последовательности. Несимметричные короткие замыкания.	2.00
Л3.9	Переходный процесс в синхронном генераторе при внезапном коротком замыкании. Внезапное короткое замыкание при потокосцеплении фазы обмотки статора с потоком обмотки возбуждения равно нулю	2.00
Л3.10	Переходный процесс в синхронном генераторе при внезапном коротком замыкании. Внезапное короткое	2.00

	замыкание при максимальном потокоцеплении фазы обмотки статора с потоком обмотки возбуждения. Действие токов короткого замыкания.	
ЛЗ.11	Специальные синхронные машины. Ударные генераторы.	2.00
ЛЗ.12	Назначение и конструкция машины постоянного тока. Принцип действия генератора постоянного тока. Обмотки якоря машины постоянного тока.	2.00
ЛЗ.13	Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе. Электродвижущая сила. Электромагнитный момент. Работа машины постоянного тока при нагрузке. Поперечная реакция якоря. Линейная нагрузка. Влияние поля якоря на электродвижущую силу и магнитный поток машины, на потенциальную кривую коллектора. Максимальное напряжение между соседними коллекторными пластинами. Применение компенсационной обмотки.	2.00
ЛЗ.14	Коммутация в машине постоянного тока. Причины искрения щеток. Классы коммутации и их определение. Виды коммутации. Реактивная электродвижущая сила. Способы улучшения коммутации: применение добавочных полюсов, сдвиг щеток с геометрической нейтрали, снижение реактивной ЭДС, выбор марки щеток.	2.00
ЛЗ.15	Способы возбуждения машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока. Уравнения генератора. Характеристики генераторов. Энергетическая диаграмма.	2.00
ЛЗ.16	Двигатели постоянного тока. Уравнения двигателя. Характеристики двигателей постоянного тока. Механическая характеристика. Механические характеристики двигателей. Сравнение двигателей постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока. Способы пуска двигателей. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Специальные машины постоянного тока.	2.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
РЗ.1	Исследование трёхфазного синхронного генератора	4.00
РЗ.2	Исследование трехфазного синхронного двигателя	4.00
РЗ.3	Исследование генераторов постоянного тока	4.00
РЗ.4	Исследование электрических двигателей постоянного тока с параллельным и со смешанным возбуждением	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
СЗ.1	Подготовка к лекциям	4.00
СЗ.2	Подготовка к лабораторным работам	4.00
СЗ.3	Подготовка к текущей аттестации	11.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВРЗ.1	Контактная внеаудиторная работа	14.00
<b>Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>54.50</b>

Э4.1	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
Э4.2	Подготовка к сдаче экзамена	24.50
КВР4.1	Защита курсовой работы (проекта)	0.50
КВР4.2	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.4	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.3	Сдача экзамена	0.50
КВР4.5	Сдача экзамена	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>288.00</b>

### Заочная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Электрические машины, часть 1»</b>		<b>80.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	История развития электрических машин. Область применения электрических машин. Основные виды электрических машин. Электрические генераторы, двигатели и трансформаторы. Классификация электрических машин.	0.50
Л1.2	Трансформаторы. Назначение трансформаторов. Классификация трансформаторов. Активные и конструктивные части трансформатора. Однофазный трансформатор. Принцип работы трансформатора. Коэффициент трансформации. Холостой ход трансформатора.	0.50
Л1.3	Работа трансформатора при нагрузке. Уравнения однофазного трансформатора при нагрузке. Уравнение магнитодвижущих сил. Приведенный трансформатор. Основные уравнения приведенного трансформатора при нагрузке. Векторная диаграмма приведенного трансформатора. Схема замещения трансформатора. Опыт холостого хода. Опыт короткого замыкания. Определение параметров схемы замещения трансформатора по опытам холостого хода и короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания.	1.00
Л1.4	Трехфазный трансформатор. Схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Распределение нагрузки между параллельно работающими трансформаторами.	1.00
Л1.5	Эксплуатационные характеристики трансформаторов. Потери и КПД трансформатора. Условие получения максимального КПД. Изменение напряжения трансформатора при нагрузке. Устройства регулирования напряжения – ПБВ и РПН.	1.00

Л1.6	Явления при намагничивании трансформатора. Особенности намагничивания трехфазных трансформаторов. Несимметричная нагрузка трансформатора. Анализ несимметричной нагрузки трансформатора методом симметричных составляющих. Определение токов и сопротивлений нулевой последовательности в зависимости от типа магнитной системы и схемы соединения обмоток. Переходные процессы в трансформаторе. Переходный процесс при включении трансформатора в сеть. Переходный процесс при внезапном коротком замыкании на выводах вторичной обмотки трансформатора. Силы, действующие на обмотки трансформатора при коротком замыкании.	
Л1.7	Автотрансформатор. Трехобмоточный трансформатор. Специальные трансформаторы.	
Л1.8	Устройство машин переменного тока. Создание трехфазного тока в синхронном генераторе. Принцип действия синхронного генератора. Обмотки машин переменного тока. Классификация обмоток. Основные элементы обмоток: проводник, секция, виток, катушка, катушечная группа. Обмотки из круглого и прямоугольного провода. Петлевые и волновые обмотки. Схемы соединения трехфазных обмоток.	0.50
Л1.9	Электродвижущая сила в обмотках машин переменного тока. ЭДС проводника, ЭДС витка, ЭДС катушки, ЭДС катушечной группы. ЭДС фазы обмотки статора.	0.50
Л1.10	Магнитодвижущая сила обмоток переменного тока. МДС сосредоточенной обмотки. МДС распределенной обмотки. МДС при укорочении шага. МДС однофазной обмотки. МДС трехфазной обмотки. Круговое вращающееся магнитное поле. Высшие гармоники МДС. Индуктивное сопротивление взаимной индукции. Индуктивное сопротивление рассеяния.	1.00
Л1.11	Назначение и устройство асинхронной машины. Принцип действия асинхронной машины. Паспортные данные асинхронного двигателя. Работа асинхронной машины при заторможенном и вращающемся роторе. Основные уравнения асинхронной машины. Векторная диаграмма АД.	1.00
Л1.12	Схемы замещения асинхронного двигателя. Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя. Электромагнитный момент асинхронной машины. Режимы работы асинхронной машины.	1.00
Л1.13	Механическая характеристика асинхронного двигателя. Пусковой, максимальный моменты, критическое скольжение. Условие устойчивой работы АД. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.	1.00
Л1.14	Пуск асинхронного двигателя. Пусковой ток, его влияние	1.00

	на питающую сеть и на двигатель. Способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором и с контактными кольцами. Регулирование частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором.	
Л1.15	Влияние высших гармонических в кривой магнитного поля на механическую характеристику асинхронного двигателя. Работа асинхронного двигателя при ненормальных условиях. Изменение частоты и напряжения. Несимметричные режимы работы асинхронного двигателя. Магнитная и электрическая асимметрия асинхронного двигателя и их влияние на рабочие свойства машины.	
Л1.16	Асинхронные двигатели с улучшенными пусковыми свойствами. Асинхронный генератор. Специальные асинхронные машины.	
<b>Лабораторные занятия</b>		
P1.1	Испытание трехфазного двухобмоточного трансформатора.	4.00
P1.2	Определение групп соединения трехфазного двухобмоточного трансформатора и исследование параллельной работы трансформаторов.	
P1.3	Конструкция асинхронных двигателей и их характеристики.	
P1.4	Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором.	4.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
S1.1	Подготовка к лекциям	10.00
S1.2	Подготовка к лабораторным работам	24.00
S1.3	Подготовка к текущей аттестации	28.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
KBP1.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 2 «Выполнение курсового проекта "Трехфазный силовой трансформатор"»</b>		<b>86.50</b>
<b>Семинары, практические занятия</b>		
P2.1	Общие вопросы проектирования трансформаторов. Расчет фазных значений токов и напряжений обмоток высокого и низкого напряжения. Основные размеры трансформатора и их определение.	2.00
P2.2	Выбор конструкции обмоток трансформатора и их расчет. Потери короткого замыкания. Напряжение короткого замыкания.	1.00
P2.3	Расчет магнитопровода трансформатора. Потери холостого хода. Ток холостого хода.	1.00
P2.4	Определение ударных токов и электромагнитных сил, действующих на обмотки трансформатора при внезапном коротком замыкании.	1.00
P2.5	Поверочный тепловой расчет трансформатора. Выбор	1.00

	конструкции бака и других конструктивных частей трансформатора.	
П2.6	Оформление технической документации по курсовому проекту.	1.00
П2.7	Выполнение эскизов для пояснительной записки и разработка сборочного чертежа трансформатора.	1.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С2.1	Подготовка к практическим занятиям	8.00
<b>Курсовые работы, проекты</b>		
К2.1	Курсовой проект «Трехфазный силовой трансформатор»	70.50
<b>Раздел 3 «Электрические машины, часть 2»</b>		<b>103.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л3.1	Назначение, конструкция синхронной машины. Явнополюсные и неявнополюсные синхронные машины, область их применения. Принцип действия синхронного генератора. Системы возбуждения синхронных машин.	0.50
Л3.2	Автономный синхронный генератор. Работа синхронного генератора при холостом ходе. Работа синхронного генератора при симметричной нагрузке. Реакция якоря при активной, индуктивной и емкостной нагрузках. Параметры обмотки якоря при установившемся режиме работы.	0.50
Л3.3	Основные уравнения и векторные диаграммы синхронного генератора. Приведение обмотки якоря к условиям обмотки возбуждения. Основные уравнения и векторные диаграммы явнополюсного синхронного генератора без учета насыщения. Основные уравнения и векторные диаграммы неявнополюсного синхронного генератора без учета насыщения. Векторная диаграмма неявнополюсного синхронного генератора с учетом насыщения, диаграмма Потье.	
Л3.4	Характеристики синхронного генератора.	1.00
Л3.5	Параллельная работа синхронного генератора с сетью. Условия включения на параллельную работу, методы синхронизации. Регулирование активной и реактивной мощности синхронного генератора. U-образные характеристики. Уравнение электромагнитной мощности и момента синхронного генератора. Угловые характеристики. Статическая устойчивость.	1.00
Л3.6	Синхронный двигатель. Особенности конструкции синхронных двигателей. Способы пуска в ход. Характеристики синхронных двигателей. Синхронный компенсатор.	1.00
Л3.7	Качения синхронной машины. Потери и КПД синхронных машин. Работа синхронной машины в асинхронном режиме.	
Л3.8	Несимметричные режимы работы синхронных генераторов. Влияние токов обратной и нулевой	

	последовательности. Несимметричные короткие замыкания.	
ЛЗ.9	Переходный процесс в синхронном генераторе при внезапном коротком замыкании. Внезапное короткое замыкание при потяосцеплении фазы обмотки статора с потоком обмотки возбуждения равном нулю	
ЛЗ.10	Переходный процесс в синхронном генераторе при внезапном коротком замыкании. Внезапное короткое замыкание при максимальном потяосцеплении фазы обмотки статора с потоком обмотки возбуждения. Действие токов короткого замыкания.	
ЛЗ.11	Специальные синхронные машины. Ударные генераторы.	
ЛЗ.12	Назначение и конструкция машины постоянного тока. Принцип действия генератора постоянного тока. Обмотки якоря машины постоянного тока.	0.50
ЛЗ.13	Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе. Электродвижущая сила. Электромагнитный момент. Работа машины постоянного тока при нагрузке. Поперечная реакция якоря. Линейная нагрузка. Влияние поля якоря на электродвижущую силу и магнитный поток машины, на потенциальную кривую коллектора. Максимальное напряжение между соседними коллекторными пластинами. Применение компенсационной обмотки.	0.50
ЛЗ.14	Коммутация в машине постоянного тока. Причины искрения щеток. Классы коммутации и их определение. Виды коммутации. Реактивная электродвижущая сила. Способы улучшения коммутации: применение добавочных полюсов, сдвиг щеток с геометрической нейтрали, снижение реактивной ЭДС, выбор марки щеток.	
ЛЗ.15	Способы возбуждения машин постоянного тока. Генераторы постоянного тока. Уравнения генератора. Характеристики генераторов. Энергетическая диаграмма.	
ЛЗ.16	Двигатели постоянного тока. Уравнения двигателя. Характеристики двигателей постоянного тока. Механическая характеристика. Механические характеристики двигателей. Сравнение двигателей постоянного тока. Пуск двигателей постоянного тока. Способы пуска двигателей. Регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Специальные машины постоянного тока.	1.00
<b>Лабораторные занятия</b>		
РЗ.1	Исследование трёхфазного синхронного генератора	4.00
РЗ.2	Исследование трехфазного синхронного двигателя	
РЗ.3	Исследование генераторов постоянного тока	
РЗ.4	Исследование электрических двигателей постоянного	4.00



	тока с параллельным и со смешанным возбуждением	
<b>Самостоятельная работа</b>		
С3.1	Подготовка к лекциям	8.00
С3.2	Подготовка к лабораторным работам	24.00
С3.3	Подготовка к текущей аттестации	57.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР3.1	Контактная внеаудиторная работа	
<b>Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>18.50</b>
Э4.1	Подготовка к сдаче экзамена	6.50
Э4.2	Подготовка к сдаче экзамена	6.50
КВР4.1	Защита курсовой работы (проекта)	0.50
КВР4.2	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.4	Консультация перед экзаменом	2.00
КВР4.3	Сдача экзамена	0.50
КВР4.5	Сдача экзамена	0.50
<b>ИТОГО</b>		<b>288.00</b>

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

## **Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).

## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

1) Присмотрова, Людмила Константиновна. Проектирование силовых и специальных трансформаторов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 140601.65, направления 140600.62 / Л. К. Присмотрова, Е. Н. Пировских, А. В. Пировских ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. - 2-е изд. - Киров : ВятГУ, 2014. - 341 с. - Загл. с титул. экрана. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 06.05.2013). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Тихомиров, Павел Михайлович. Расчет трансформаторов : учеб. пособие / П. М. Тихомиров. - 5-е изд., перераб. и доп. - М. : Альянс, 2013. - 526, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 518. Предм. указ.: с.519-523. - ISBN 978-5-903034-60-4 : 620.00 р. - Текст : непосредственный.

3) Присмотрова, Людмила Константиновна. Проектирование и конструирование электрических машин малой мощности : учеб. пособие для студентов специальности 140601 и направления 140400 всех профилей и форм обучения / Л. К. Присмотрова, Е. Н. Пировских ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. - Киров : ВятГУ, 2012. - 516 с. - Библиогр.: с. 403-405. - Б. ц. - Текст : непосредственный.

4) Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. : Питер, 2007. - 320 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 315-316. - ISBN 5-469-01380-4 : 178.00 р. - Текст : непосредственный.

5) Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник / А. И. Вольдек, В. В. Попов. - СПб. : Питер, 2007. - 350 с. : ил. - (Учебник для вузов). - Библиогр.: с. 341-343. - ISBN 978-5-469-01381-5 : 201.00 р. - Текст : непосредственный.

### **Учебная литература (дополнительная)**

1) Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины : Учеб / А. И. Вольдек. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л. : Энергия, 1974. - 832 с. - 2.09 р. - Текст : непосредственный.

2) Копылов, Игорь Петрович. Электрические машины : Учеб. для вузов / И. П. Копылов. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2006. - 607 с. - Библиогр.: с. 596-597. - ISBN 5-06-003841-6 : 319.10 р. - Текст : непосредственный.

3) Иванов-Смоленский, Алексей Владимирович. Электрические машины : учебник: учеб.: В 2 т. / А. В. Иванов-Смоленский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ. - ISBN 5-7046-0912-0. - Текст : непосредственный. Т. 1. - 2004. - 652 с. : ил. - Библиогр.: с. 642. - ISBN 5-7046-0914-7 : 513.00 р., 574.00 р.

4) Иванов-Смоленский, Алексей Владимирович Электрические машины : учебник: учеб.: В 2 т. / А. В. Иванов-Смоленский. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Изд-во МЭИ. - ISBN 5-7046-0913-9. - Текст : непосредственный.Т. 2. - 2004. - 532 с. : ил. - Библиогр.: с. 525. - ISBN 5-7046-0914-7 : 513.00 р., 574.00 р.

#### **Учебно-методические издания**

1) Тимина, Наталья Владимировна. Исследование асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором : учебно-метод. пособие для студентов направления 13.03.02 всех профилей подготовки, всех форм обучения / Н. В. Тимина, В. Н. Тимошенко, Д. К. Прокошев ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. - Киров : ВятГУ, 2014. - 31 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 27.11.2013). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

2) Леготин, Александр Борисович. Трансформаторы. Лабораторные работы №5, 6 : учебно-метод. пособие для студентов направления 13.03.02 всех профилей подготовки, всех форм обучения / А. Б. Леготин ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. - Киров : ВятГУ, 2015. - 27 с. - Библиогр.: с. 28. - 50 экз. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 04.12.2013). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

3) Исследование генераторов постоянного тока : метод. указания к лаб. работе №1: дисциплины "Электрические машины", "Лабораторные исследования электрических машин", "Электромеханика": для студентов специальности 180100, 100100, 100200, 100400, 181300, 180400 (д/о и з/о), а также студентов у/о (д/о и з/о) / ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА ; сост. А. И. Изотов, Г. А. Мамаев, Н. М. Малышева. - Киров : ВятГУ, 2010. - 14 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

4) Исследование электрических двигателей постоянного тока с параллельным и со смешанным возбуждением : метод. указания к лаб. работе №4: дисциплины "Электрические машины", "Лабораторные исследования электрических машин", "Электромеханика": для студентов специальности 180100, 100100, 100200, 100400, 181300, 180400 (д/о и з/о), а также студентов у/о (д/о и з/о) / ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА ; сост. А. И. Изотов, Г. А. Мамаев, Н. М. Малышева. - Киров : ВятГУ, 2010. - 17 с. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

5) Шестаков, Александр Вячеславович. Синхронные машины : учеб.-метод. пособие к лаб. работам №11,12 / А. В. Шестаков ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. - Киров : ВятГУ, 2011. - 25 с. - Библиогр.: с. 25. - Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru> (дата обращения: 10.11.2011). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

#### **Учебно-наглядное пособие**

1) Шестаков, Александр Вячеславович. Трансформаторы. Альбом чертежей : учеб. наглядное пособие для студентов направления 140400.62 всех профилей

подготовки, всех форм обучения / А. В. Шестаков ; ВятГУ, ЭТФ, каф. ЭМА. - Киров : ВятГУ, 2014. - 15 с. - 100 экз. - Б. ц. - Текст : непосредственный.

### **Электронные образовательные ресурсы**

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-13.03.02.09](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-13.03.02.09)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

### **Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
НОУТБУК HP ProBook 4520s
ПРОЕКТОР Aser PD527W

### Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
ВОЛЬТМЕТР ЩП02.04
ИНДУКЦИОННЫЙ РЕГУЛЯТОР АИ-61-100
ИЗМЕРИТЕЛ,КОМПЛЕКТ К-506
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКТ К505
Лабораторный комплекс "Электрические машины", исполнение стендовое компьютерное, ЭМ-СК
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ АТЭ Э-100
СТЕНДЫ ЛАБОР.ИЗ КАРКАСОВ
СТЕНДЫ ЛАБОРАТ.ИЗ КАРКАСОВ
ТИПОВОЕ ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ "ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАШИНЫ" ИСПОЛНЕНИЕ СТЕНДОВОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ ЭМ-СК
ТРАНСФОРМАТОР ТС-25
ТРАНСФОРМАТОР ТСЗИ-2,5
ЭЛ.ДВИГАТЕЛЬ ДП-12

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах
10	Расчет трехфазного силового трансформатора	Выполнение электромагнитного и теплового расчетов трехфазного силового масляного трансформатора

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=125328](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=125328)



