

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»
Уникальный программный ключ:
3097683b98557fe8e27027e8e64c5f15ba3ab904
Дата подтверждения: 14.11.2025 10:24:44

ФИО: Ахмадов Ахмад Алексей Григорьевич

Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкina

«Российский государственный аграрный университет –

МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»

(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкina
Кафедра автоматизации и роботизации технологических процессов
имени академика И.Ф. Бородина

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора института механики
и энергетики имени В.П. Горячкina
А.Г. Арженовский

“ 29 ” Июля 2025 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.34 «Электрические машины»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 35.03.06 Агроинженерия

Направленности: Автоматизация и роботизация технологических процессов

Курс 3

Семестры 6

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2025 г.

Москва, 2025

Разработчик: Уманский П.М., к.т.н.
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Уманский
(подпись)

«20 » июня 2025 г.

Рецензент: Нормов Д.А., д. т. н., профессор
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

ДН
(подпись)

«20 » июня 2025 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол №
«10» 20 июня 2025 г.

И. о. заведующий кафедрой автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина:
Шабаев Е. А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Шабаев
(подпись)

(подпись)

«20 » июня 2025г.

Согласовано:

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор
ст
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Дидманидзе
(подпись)

Протокол № 05 «20 » июня 2025 г.

И. о. заведующий выпускающей кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина Шабаев Е.А., к.т.н., доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Шабаев
(подпись)

«20 » июня 2025 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ / Андрей «20 07 2025г.

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	6
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	7
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	10
4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам	10
4.2. Содержание дисциплины	10
4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия	14
4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины	23
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	24
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	26
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности	26
6.2. Описание показателей и критерии контроля успеваемости, описание шкал оценивания	36
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	38
7.1 Основная литература	38
7.2 Дополнительная литература	38
7.3 Нормативные правовые акты	39
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям.....	40
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	40
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	41
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	42
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ .	43
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ.....	45
ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	45

АННОТАЦИЯ

**рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.34 «Электрические машины»
для подготовки бакалавров по направлению 35.03.06 Агроинженерия,
направленности: Автоматизация и роботизация технологических процессов**

Цель освоения дисциплины: является формирование у студентов компетенций, обеспечивающих способности:

– решать типовые задачи по электрическим машинам на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;

– проводить экспериментальные исследования электрических машин;

– реализовывать современные технологии по обеспечению работоспособности электрических машин и аппаратов в сельскохозяйственном производстве.

– формировать у студентов навыки по применению сквозных цифровых технологий, способствующих выведению сельскохозяйственной отрасли на новый уровень развития и повышению ее конкурентоспособности на мировом рынке. Упор будет сделан на сбор данных, передачу и хранение этих данных, анализ этих данных и принятие решений с помощью искусственного интеллекта.

Целью освоения дисциплины «Электрические машины» является приобретение студентами теоретических и практических знаний и умений, навыков в области использования электрических машин в технологических процессах сельскохозяйственного производства и приобретение способности:

– решать типовые задачи по электрическим машинам на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;

– проводить экспериментальные исследования электрических машин;

– реализовывать современные технологии по обеспечению работоспособности электрических машин и аппаратов в сельскохозяйственном производстве.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, Microsoft Power Point и др.

Приобретение студентами умений пользоваться электронными системами поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru (технология Big Data).

Место дисциплины в учебном плане: дисциплина включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов.

Требования к результатам освоения дисциплины: в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): **ОПК-1** (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), **ОПК-4** (ОПК-4.2), **ОПК-5** (ОПК-5.1).

Краткое содержание дисциплины:

Трансформаторы. Роль электромеханики в жизни современного общества. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие электротехники и электромеханики. Устройство трансформаторов: магнитные системы, обмотки. Мас-

ляные и сухие трансформаторы, конструкции баков. Двух- и трехобмоточные трансформаторы. Преобразование электрической энергии в трансформаторе.

Основной магнитный поток и потоки рассеяния. ЭДС обмоток. Коэффициент трансформации. Потери и ток холостого хода. Эксплуатационное короткое замыкание и опыт к. з. Напряжение короткого замыкания, его физическая сущность. Потери короткого замыкания.

Уравнение равновесия напряжений и МДС. Приведенный трансформатор. Основные эксплуатационные характеристики трансформатора. Регулирование напряжения без возбуждения трансформатора и под нагрузкой. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу и их анализ. Нагрев и охлаждение трансформаторов.

Переходные процессы в трансформаторах: при включении на холостой ход и при внезапном коротком замыкании. Анализ токов трансформатора и их влияния на его работу. Трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы. Конструктивные особенности автотрансформаторов, схемы включения обмоток, основные соотношения. Область применения автотрансформаторов, их преимущества и недостатки. Сварочные трансформаторы, внешняя характеристика.

Асинхронные машины.

Общие вопросы теории электрических машин переменного тока. Краткая историческая справка. Конструктивные особенности, основные соотношения и режимы работы асинхронных машин, схема замещения. Области использования асинхронных двигателей, достоинства и недостатки. Двигатели с фазным ротором и с ротором типа «беличья клетка». Режимы работы асинхронной машины: двигательный, генераторный и электромагнитного тормоза. Уравнения напряжения и МДС двигателя. Схемы замещения, векторная и энергетическая диаграммы двигателя. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей. Пуск двигателей с фазным ротором. Пуск двигателей с обмоткой ротора типа «беличья клетка». Пуск двигателей с обмоткой ротора специального исполнения. Однофазный асинхронный двигатель. Конденсаторный двигатель.

Синхронные машины.

Области применения, устройство и режимы работы синхронных машин. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Системы возбуждения, явнополюсные и неявнополюсные машины. Векторная диаграмма синхронного генератора при различном характере нагрузки. Характеристика генератора при автономной нагрузке. Параллельная работа синхронных машин. Условия включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью большой мощности. Параллельная работа генераторов соизмеримой мощности. Синхронные двигатели и компенсаторы. Области использования синхронных двигателей. Способы пуска синхронного двигателя, назначение пусковой обмотки. Рабочие характеристики двигателя. Индукторные синхронные генераторы. Индукторные синхронные генераторы. Синхронные микродвигатели. Однофазный

сельсин: устройство, назначение, особенности работы в индикаторном режиме и в трансформаторном режиме.

Машины постоянного тока

Особенности устройства, принцип действия и области применения машин постоянного тока. Краткая историческая справка. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. Характеристики генераторов постоянного тока. Схемы возбуждения, потери мощности и энергетическая диаграмма. ЭДС обмотки якоря. Уравнения равновесия напряжений. Характеристики генераторов при различном включении обмоток возбуждения. Параллельная работа генераторов. Характеристики двигателей постоянного тока. Уравнение равновесия напряжений. Характеристики двигателей при различном включении обмоток возбуждения. Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Способы пуска двигателей. Способы регулирования скорости. Электромашинный усилитель. Универсальный коллекторный двигатель. Исполнительный двигатель, тахогенератор.

Общая трудоемкость дисциплины: 4 зач. единицы (144 часа).

Промежуточный контроль: 6 семестр – экзамен.

1. Цель освоения дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электрические машины» является освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области использования электрических машин в технологических процессах сельскохозяйственного производства и приобретение способности:

- решать типовые задачи по электрическим машинам на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий;
- проводить экспериментальные исследования электрических машин;
- реализовывать современные технологии по обеспечению работоспособности электрических машин и аппаратов в сельскохозяйственном производстве.
- применять сквозные цифровые технологии, системы управления и мониторинга работы электрических машин, освоить выбор оборудования, подключающегося на входы и выходы ПЛК для осуществления контроля работы оборудования.
- познакомить студентов с понятием искусственного интеллекта и возможностью применения его и управления технологическими процессами с использованием микропроцессорных систем на примере программ Matlab, SimInTech.
- получить знания о программных продуктах, предназначенных для проектирования и расчета параметров электрической машины, на примере модулей ELCUT.

Дисциплина «Электрические машины» является в своей основе теоретической и способствует развитию у студентов логического и абстрактного мышления с практической реализацией ее содержания.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны:

- знать и понимать принцип действия современных типов электрических машин;

- знать особенности их устройства, уравнения, схемы замещения и характеристики;
- иметь общее представление о проектировании и испытаниях электрических машин;
- уметь использовать полученные знания при решении практических задач в области электрических машин в сельском хозяйстве.
- владеть навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.

2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электрические машины» включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана.

Дисциплина «Электрические машины» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электрические машины» являются курсы: математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), информатика и цифровые технологии (1 курс, 2 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), теоретические основы электротехники (2 курс, 4 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Электрические машины» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: электропривод (4 курс, 7 семестр), эксплуатация электрооборудования (4 курс, 7 семестр).

Данная дисциплина «Электрические машины» используется при подготовке студентами выпускных квалификационных работ.

Рабочая программа дисциплины «Электрические машины» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

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

Изучение данной дисциплины направлено на формирование у обучающихся, компетенций, представленных в таблице 1.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 1

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	Уметь	Владеть
1.	ОПК-1	способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ОПК-1.1 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин для решения стандартных задач в соответствии с направленностью профессиональной деятельности	основные положения и законы математических и естественных наук необходимых для решения типовых задач по электрическим машинам, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google, ELCUTS, приложения электронных таблиц и построения диаграмм)	применять основные законы математических и естественных наук для решения типовых задач по электрическим машинам, использовать электронные ресурсы, официальные расчетные системы. (EXEL, ELCUTS)	методами решения задач с использованием основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач по электрическим машинам, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google, ELCUTS, приложения электронных таблиц и построения диаграмм)
			ОПК-1.2 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач в агроинженерии	специфику использования основных законов математических и естественных наук, необходимые для решения стандартных задач по электрическим машинам, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google, ELCUTS, приложения электронных таблиц и построения диаграмм)	применять основные законы математических и естественных наук, необходимые для решения стандартных задач по электрическим машинам, в том числе с использованием электронных ресурсов, официальных расчетных систем. (EXEL, ELCUTS)	методами решения задач с использованием основных законов математических и естественных наук для решения стандартных задач по электрическим машинам, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google, ELCUTS, приложения электронных таблиц и построения диаграмм)
			ОПК-1.3 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении	информационно-коммуникационные и компьютерные технологии при решении ти-	применять информационно-коммуникационные технологии и соответствующее программное обеспечение	методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками

			инженерных задач профессиональной деятельности	повых задач по электрическим машинам, в том числе с применением современных цифровых инструментов (Google, ELCUTS, приложения электронных таблиц и построения диаграмм)	чение при решении типовых задач по электрическим машинам, ориентироваться в современных цифровых технологиях и программном обеспечении.	работы с компьютером, как средством управления информацией для решения типовых задач по электрическим машинам, с применением современных цифровых технологий и программного обеспечения
2	ОПК-4	способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ОПК-4.2 Обосновывает и реализует современные технологии по обеспечению работоспособности машин и оборудования в сельскохозяйственном производстве	современные технологии по обеспечению работоспособности электрических машин и аппаратов в сельскохозяйственном производстве	применять современные технологии по обеспечению работоспособности электрических машин и аппаратов в сельскохозяйственном производстве	навыками применения современных технологий по обеспечению работоспособности электрических машин и аппаратов в сельскохозяйственном производстве
3.	ОПК-5	способен к участию в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ОПК-5.1 Использует современные методы экспериментальных исследований и испытаний в профессиональной деятельности	современные методы экспериментальных исследования электрических машин, том числе с современные эмулирующие и моделирующие программные продукты	проводить экспериментальные исследования электрических машин по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов. применять для заданных целей современные цифровые инструменты (Google, Miro, средства MS Office или аналогичные)	методиками экспериментальных исследований электрических машин по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов, в том числе и с применением современных цифровых технологий и программного обеспечения

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач. ед. (144 часа), их распределение по видам работ по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час.	в т.ч. по семестрам	
		№ 6	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	144		144
1. Контактная работа:	72,4		72,4
Аудиторная работа	72,4		72,4
<i>в том числе:</i>			
лекции (Л)	28		28
практические занятия (ПЗ)	14		14
лабораторные работы (ЛР)	28		28
консультации перед экзаменом	2		2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4		0,4
2. Самостоятельная работа (СРС)	71,6		71,6
самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям)	44,6		44,6
Подготовка к экзамену (контроль)	27		27
Вид промежуточного контроля:			экзамен

4.2. Содержание дисциплины

Таблица 3

Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Трансформаторы»	34,6	11	6	6		11,6
Раздел 2 «Асинхронные машины»	38	9	8	10		11
Раздел 3 «Синхронные машины»	24	5	-	8		11
Раздел 4 «Машины постоянного тока»	18	3	-	4		11
консультации перед экзаменом	2				2	
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4				0,4	
Подготовка к экзамену (контроль)	27					
Всего	144	28	14	28	2,4	44,6
Итого по дисциплине	144	28	14	28	2,4	44,6

Введение

Основные сведения об электрических машинах, исполнения и область применения различных типов машин. Устройство силовых трансформаторов, переходные процессы в трансформаторах. Назначение и область применения трансформаторов. Электромагнитные устройства постоянного и переменного тока. Области применения, устройство и режимы работы синхронных машин. Области применения, устройство и режимы работы синхронных машин

Раздел 1. Трансформаторы

Тема 1. Роль электрических машин в современной технике

Рассматриваемые вопросы.

Роль электромеханики в жизни современного общества. Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие электротехники и электромеханики.

Тема 2. Устройство силовых трансформаторов, области их применения

Рассматриваемые вопросы.

Устройство трансформаторов: магнитные системы, обмотки. Масляные и сухие трансформаторы, конструкции баков. Двух- и трехобмоточные трансформаторы. Преобразование электрической энергии в трансформаторе.

Тема 3. Процессы в трансформаторе в режимах холостого хода и короткого замыкания

Рассматриваемые вопросы.

Основной магнитный поток и потоки рассеяния. ЭДС обмоток. Коэффициент трансформации. Потери и ток холостого хода. Эксплуатационное короткое замыкание и опыт к. з. Напряжение короткого замыкания, его физическая сущность. Потери короткого замыкания.

Тема 4. Процессы в трансформаторе при нагрузке

Рассматриваемые вопросы.

Уравнение равновесия напряжений и МДС. Приведенный трансформатор. Основные эксплуатационные характеристики трансформатора. Регулирование напряжения без возбуждения трансформатора и под нагрузкой. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу и их анализ. Нагрев и охлаждение трансформаторов.

Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах

Рассматриваемые вопросы.

Переходные процессы в трансформаторах: при включении на холостой ход и при внезапном коротком замыкании. Анализ токов трансформатора и их влияния на его работу.

Тема 6. Трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы

Рассматриваемые вопросы.

Распределительные и блочные трехобмоточные трансформаторы.

Конструктивные особенности автотрансформаторов, схемы включения обмоток, основные соотношения. Область применения автотрансформаторов, их преимущества.

щества и недостатки. Сварочные трансформаторы, внешняя характеристика.

Раздел 2. Асинхронные машины

Тема 1. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока

Рассматриваемые вопросы.

Краткая историческая справка. Условия создания вращающегося магнитного поля трехфазной распределенной обмоткой. Формула для синхронной скорости вращения поля. Построение схем трехфазных распределенных обмоток. Магнитодвижущие силы и магнитные поля трехфазной распределенной обмоткой.

Тема 2. Конструктивные особенности, основные соотношения и режимы работы асинхронных машин, схема замещения

Рассматриваемые вопросы.

Области использования асинхронных двигателей, достоинства и недостатки. Номинальные данные двигателей. Единые серии двигателей. Двигатели с фазным ротором и с ротором типа «беличья клетка». Понятие скольжения и основные электрические величины ротора. Режимы работы асинхронной машины: двигательный, генераторный и электромагнитного тормоза.

Уравнения напряжений и МДС двигателя. Схемы замещения, векторная и энергетическая диаграммы двигателя. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности двигателя.

Тема 3. Механическая характеристика асинхронного двигателя

Рассматриваемые вопросы.

Механическая характеристика асинхронного двигателя. Формулы для электромагнитного момента. Графическая интерпретация, характерные точки. Перегрузочная способность двигателя. Зависимость критического скольжения, максимального и пускового моментов от параметров схемы замещения двигателя. Статическая устойчивость системы «Асинхронный двигатель – Рабочий механизм»

Тема 4. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей

Рассматриваемые вопросы.

Пуск двигателей с фазным ротором. Пуск двигателей с обмоткой ротора типа «беличья клетка». Пуск двигателей с обмоткой ротора специального исполнения.

Регулирование частоты вращения двигателей с фазным ротором и с обмоткой ротора типа «беличья клетка».

Тема 5. Однофазный асинхронный двигатель

Рассматриваемые вопросы.

Способы создания пускового момента. Конденсаторный двигатель. Трехфазный двигатель при однофазном включении с конденсатором.

Раздел 3. Синхронные машины

Тема 1. Области применения, устройство и режимы работы синхронных машин

Рассматриваемые вопросы.

Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Системы возбуждения, явнополюсные и неявнополюсные синхронные машины.

Диапазон мощностей синхронных генераторов и двигателей. Номинальные данные синхронных машин.

Тема 2. Магнитное поле, параметры и характеристики синхронной машины
Рассматриваемые вопросы.

Магнитное поле в режиме холостого хода и при нагрузке. Реакция якоря, составляющие по продольной и поперечной осям. Индуктивные сопротивления неевнополюсной и явнополюсной синхронной машины. Векторная диаграмма синхронного генератора при различном характере нагрузки. Характеристика генератора при автономной нагрузке.

Тема 3. Параллельная работа синхронных машин

Рассматриваемые вопросы.

Условия включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью большой мощности. Способы синхронизации генератора с сетью. Регулирование активной и реактивной мощностей. Угловая и V-образная характеристики. Параллельная работа генераторов соизмеримой мощности.

Тема 4. Синхронные двигатели и компенсаторы

Рассматриваемые вопросы.

Области использования синхронных двигателей. Способы пуска синхронного двигателя, назначение пусковой обмотки. Рабочие характеристики двигателя. Синхронный компенсатор: назначение, V-образная характеристика.

Тема 5. Специальные синхронные машины

Рассматриваемые вопросы.

Индукторные синхронные генераторы. Генераторы для ветроустановок и для малых ГЭС. Синхронные микродвигатели.

Однофазный сельсин: устройство, назначение, особенности работы в индикаторном режиме и в трансформаторном режиме.

Раздел 4. Машины постоянного тока

Тема 1. Особенности устройства, принцип действия и области применения машин постоянного тока

Рассматриваемые вопросы.

Краткая историческая справка. Устройство и принцип действия машины постоянного тока. Коллектор. Обмотки возбуждения. Якорные обмотки машин постоянного тока. Магнитное поле машины при холостом ходе и при нагрузке. Реакция якоря. Компенсационная обмотка. Коммутация в машинах постоянного тока. Области применения машин постоянного тока.

Тема 2. Характеристики генераторов постоянного тока

Рассматриваемые вопросы.

Схемы возбуждения, потери мощности и энергетическая диаграмма. ЭДС обмотки якоря. Уравнение равновесия напряжений. Электромагнитный момент. Характеристики генераторов при различном включении обмоток возбуждения. Параллельная работа генераторов.

Тема 3. Характеристики двигателей постоянного тока

Рассматриваемые вопросы.

Потери мощности и энергетическая диаграмма. Противо-ЭДС обмотки якоря. Уравнение равновесия напряжений. Электромагнитный момент. Характеристики двигателей при различном включении обмоток возбуждения.

Тема 4. Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока

Рассматриваемые вопросы.

Способы пуска двигателей. Способы регулирования скорости.

Тема 5. Специальные машины постоянного тока

Рассматриваемые вопросы.

Электромашинный усилитель. Универсальный коллекторный двигатель. Исполнительный двигатель, тахогенератор.

4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

Содержание лекций/лабораторных работ/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, те- мы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
5 семестр					
1.	Раздел 1 «Трансформаторы»				23
	Тема 1. Роль электрических машин в современной технике	Лекция № 1. Роль электрических машин в современной технике. Устройство силовых трансформаторов, области применения (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		2
	Тема 2. Устройство силовых трансформаторов, области применения	Лекция № 2. Процессы в трансформаторе в режиме холостого хода. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		2
	Тема 3. Процессы в трансформаторе в режимах холостого хода и короткого замыкания	Лекция № 3. Процессы в трансформаторе в режиме холостого хода. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		2
		Лабораторная работа № 1. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3),	Защита лабораторной	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		точного трансформатора. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-5 (ОПК-5.1)	работы	
	Тема 4. Процессы в трансформаторе при нагрузке	Лекция № 4. Процессы в трансформаторе при нагрузке. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Практическое занятие № 1. Расчёт изменения вторичного напряжения трансформатора при различном характере нагрузки. Применение программных цифровых продуктов для решения задач, (моделирование процессов в Exel, CAD)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Дискуссия. Устный опрос Решение задач	2
		Практическое занятие № 2. Расчет распределения нагрузки параллельно включенных трансформаторов при различных напряжениях к.з. Применение программных цифровых продуктов для решения задач, (моделирование процессов в Exel, CAD)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Тестирование Решение задач	2
		Лекция № 5. Работа трансформатора при несимметрии напряжения. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 2. Исследование параллельной работы трехфазных трансформаторов. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 3.	ОПК-1 (ОПК-1.1,	Защита	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Исследование несимметричных нагрузок трехфазного трансформатора. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	лабораторной работы	
	Тема 5. Переходные процессы в трансформаторах	Лекция № 6. Переходные процессы в трансформаторах. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Практическое занятие № 3. Расчёт ударного тока короткого замыкания при внезапном трёхфазном к.з. трансформатора. Применение программных цифровых продуктов для решения задач, (моделирование процессов в Exel, CAD)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
	Тема 6. Трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы	Лекция № 7. Трехобмоточные трансформаторы. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лекция № 8. Автотрансформаторы, сварочные трансформаторы. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
2.	Раздел 2 «Асинхронные машины»				26
	Тема 1. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока	Лекция № 9. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Практическое занятие № 4. Построение развёрнутых схем однослойных трёхфазных простран-	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Решение задач	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		ственно-распределенных обмоток. Применение программных цифровых продуктов для решения задач, (моделирование процессов в Exel, CAD и др.)			
		Лабораторная работа № 4. Трехфазная асинхронная машина с неподвижным ротором. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 2. Конструктивные особенности, основные соотношения и режимы работы асинхронных машин, схема замещения	Лекция № 10. Устройство, назначение асинхронных машин, использование. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Практическое занятие № 5. Построение развёрнутых схем двухслойных трёхфазных пространственно-распределенных обмоток. Расчет задачи с использованием цифровых инструментов для расчета и моделирования работы электрической машины.	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Решение задач	1
		Практическое занятие № 6. Расчёт обмоточного коэффициента и его составляющих трёхфазной пространственно-распределенной обмотки. Расчет задачи с использованием цифровых инструментов для расчета и моделирования работы электрической машины.	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
		Лекция № 11. Т- и Г-образные схемы замещения асинхронной машины. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа	ОПК-1 (ОПК-1.1,	Защита	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		№ 5. Трехфазный асинхронный генератор. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	лабораторной работы	
	Тема 3. Механическая характеристика асинхронного двигателя	Лекция № 12. Кратности моментов и токов асинхронного двигателя. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Практическое занятие № 7. Расчёт электромагнитного момента трёхфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутой обмоткой ротора. Расчет задачи с использованием цифровых инструментов для расчета и моделирования работы электрической машины.	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Решение задач	2
		Лекция № 13. Устойчивость работы системы «Асинхронный двигатель – Рабочий механизм». (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 6. Трехфазный асинхронный двигатель с обмоткой ротора типа «белочья клетка». С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
	Тема 4. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей	Лекция № 14. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лекция № 15. Пуск асинхронного двигателя	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		с короткозамкнутым ротором. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		
		Практическое занятие № 8. Построение круговой диаграммы трёхфазного асинхронного двигателя и определение рабочих характеристик. Расчет задачи с использованием цифровых инструментов для расчета и моделирования работы электрической машины.	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-4 (ОПК-4.2)	Устный опрос Решение задач Тестирование	1
		Лабораторная работа № 7. Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 5. Однофазный асинхронный двигатель	Лекция № 16. Однофазный конденсаторный асинхронный двигатель. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лекция № 17. Трёхфазный асинхронный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 8. Трехфазный асинхронный двигатель в однофазном режиме. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	2
3.	Раздел 3 «Синхронные машины»				10
	Тема 1. Об-	Лекция № 18. Области	ОПК-1		1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	ласти применения, устройство и режимы работы синхронных машин	применения, устройство и режимы работы синхронных машин (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	(ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		
	Тема 2. Магнитное поле, параметры и характеристики синхронной машины	Лекция № 19. Магнитное поле, параметры и характеристики синхронной машины (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 9. Испытание трехфазного синхронного генератора, работающего на автономную сеть. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 10. Опытное определение параметров синхронного генератора. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
	Тема 3. Параллельная работа синхронных машин	Лекция № 20. Параллельная работа синхронных машин (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 11. Параллельная работа синхронного генератора с сетью бесконечно большой мощности С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
4.	Тема 4. Синхронные двигатели и компенсаторы	Лекция № 21. Синхронные двигатели и компенсаторы. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 12. Испытание трехфазного синхронного двигателя С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
	Тема 5. Специальные синхронные машины	Лекция № 21. Специальные синхронные машины (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 13. Испытание тахогенераторов различной конструкции С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
Раздел 4 «Машины постоянного тока»					7
	Тема 1. Особенности устройства, принцип действия и области применения машин постоянного тока	Лекция № 22. Особенности устройства, принцип действия и области применения машин постоянного тока (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
	Тема 2. Характеристики генераторов постоянного тока	Лекция № 23. Характеристики генераторов постоянного тока (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 14. Исследование генератора постоянного тока при различных способах	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		возбуждения С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL			
	Тема 3. Характеристики двигателей постоянного тока	Лекция № 24. Характеристики двигателей постоянного тока. (цифровая презентация, использование ПК и проектора)	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)		1
		Лабораторная работа № 15. Исследование двигателя постоянного тока с параллельным возбуждением. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
	Тема 4. Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока	Лабораторная работа № 16. Исследование двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением. С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 17. Исследование электромашинного усилителя при различной компенсации С проведением расчетов и построением графических характеристик с использованием ПО Matcad и EXEL	ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3), ОПК-5 (ОПК-5.1)	Защита лабораторной работы	1

4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
Раздел 1 «Трансформаторы»		
1.	Тема 3. Процессы в трансформаторе при нагрузке	Условия включения трансформаторов на параллельную работу и их анализ (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
2.	Тема 5. Трехобмоточные трансформаторы, автотрансформаторы, сварочные трансформаторы	Распределительные и блочные трехобмоточные трансформаторы. Конструктивные особенности автотрансформаторов, схемы включения обмоток, основные соотношения. Область применения автотрансформаторов, их преимущества и недостатки. Сварочные трансформаторы, внешняя характеристика (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
Раздел 2 «Асинхронные машины»		
3.	Тема 2. Конструктивные особенности, основные соотношения и режимы работы асинхронных машин, схема замещения	Режимы работы асинхронной машины: генераторный и электромагнитного тормоза (основные формулы, принцип действия, зависимость электромагнитного момента от скольжения/частоты вращения ротора) (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
4.	Тема 4. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей	Пуск двигателей с обмоткой ротора специального исполнения (пуск двигателя с глубокими пазами на роторе; пуск двигателя с двойной беличьей клеткой на роторе) (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
Раздел 3 «Синхронные машины»		
5.	Тема 2. Магнитное поле, параметры и характеристики синхронной машины	Характеристики генератора при автономной работе: холостого хода, короткого замыкания, нагрузочная индукционная, внешняя, регулировочная (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
6.	Тема 3. Параллельная работа синхронных машин	Регулирование активной и реактивной мощностей. Параллельная работа генераторов соизмеримой мощности (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
7.	Тема 5. Специальные синхронные машины	Индукторный синхронный генератор, генераторы для ветроустановок и для малых ГЭС, синхронные микродвигатели (устройство, принцип действия, области применения). Однофазный сельсин: устройство, назначение, особенности работы в индикаторном и в трансформаторном режиме. (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
Раздел 4 «Машины постоянного тока»		
8.	Тема 1. Особенности устройства, принцип действия и области применения машин постоянного тока	Коммутация в машинах постоянного тока (основные формулы; нормальная, замедленная и ускоренная коммутация; основные причины искрения под щетками) (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
9.	Тема 2. Характеристики генераторов постоянного тока	Параллельная работа генераторов (способы синхронизации генератора с сетью большой мощности: ламповый синхроископ; самосинхронизация; электромагнитный синхроископ, автоматические приборы точной синхронизации) (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
10.	Тема 5. Специальные машины постоянного тока	Электромашинный усилитель. Универсальный коллекторный двигатель. Исполнительный двигатель, тахогенератор. (ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2), ОПК-4 (ОПК-4.2)).
11	Тема 6 Двигатели БАС	Двигатели БПЛА. Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Редуктора. Управление двигателем ДВС. Электродвигатели переменного и постоянного тока. Устройство и управление электродвигателями. Современные тенденции в использовании бесщёточных электродвигателей в БАС и средствах индивидуальной мобильности.

5. Образовательные технологии

В процессе преподавания предполагается использовать компьютерную технику и специальные программные средства для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Электрические машины» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации, групповые консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Zoom).

Кроме этого, при проведении занятий предусмотрено использование современных методов обучения, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерак- тивных образовательных технологий (форм обучения)	
1	Роль электрических машин в современной технике. Устройство силовых трансформаторов, области применения	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
2	Области применения, устройство и режимы работы синхронных машин	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
3.	Особенности устройства, принцип действия и области применения машин постоянного тока	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
4.	Устройство, назначение асинхронных машин, использование.	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция)
5.	Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
6.	Специальные синхронные машины	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
7.	Трехфазная асинхронная машина с неподвижным ротором	ЛР	Технология проблемного обучения
8.	Испытание трехфазного синхронного генератора, работающего на автономную сеть	ЛР	Технология проблемного обучения
9.	Расчет параметров и характеристик синхронного двигателя	ПЗ	Технология контекстного обучения
10.	Расчет параметров рабочих характеристик синхронного двигателя	ПЗ	Технология контекстного обучения.
11.	Расчет характеристик двигателя постоянного тока	ПЗ	Технология контекстного обучения.

6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

При изучении разделов дисциплины «Электрические машины» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

Текущий контроль знаний предполагает посещение лекций, вопросы для защиты лабораторных работ, выполнение тестовых заданий, проведение дискуссий, выполнение контрольной работы.

Промежуточный контроль знаний: экзамен.

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

При изучении дисциплины «Электрические машины» в 6 семестре учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы.

Задачей контрольной работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы.

Контрольная работа – самостоятельная работа студента, основанная на изучении литературных и иных источниках информации по заданной теме. Объем контрольной работы не должен превышать 20 страниц печатного текста, включая таблицы, графики, эскизы, схемы и фотографии, необходимые для иллюстрации и раскрытия сути заданной темы.

Контрольная работа выполняются студентом во внеурочное время с использованием специализированных информационных материалов и современных цифровых инструментов. Оформляется расчетно-графическая работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для построения диаграмм и графиков.

В конце контрольной работы необходимо дать перечень использованной литературы.

Примерная тема контрольной работы:

«Построение векторной диаграммы синхронного генератора и определение его характеристик».

Задание на контрольную работу

Для трехфазного синхронного генератора:

1. Построить векторную диаграмму для номинального режима работы.
2. С помощью векторной диаграммы определить:
 - 2.1. Ток возбуждения I_{fh} в относительных единицах и в амперах.
 - 2.2. Напряжение на обмотке возбуждения в вольтах.
 - 2.3. Изменение напряжения при сбросе нагрузки.
3. Построить регулировочную характеристику генератора $I_f = f(I_a)$ при номинальном коэффициенте мощности $\cos\phi_h$ и номинальном напряжении U_h .

Контрольная работа по дисциплине «Электрические машины» выполняется согласно номеру варианта индивидуального задания, выданного преподавателем.

3) Пример тестового задания для текущего контроля знаний, обучающихся:

По разделу 2 «Асинхронные двигатели»

Тема 4. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронных двигателей

Практическое занятие № 8. Построение круговой диаграммы трёхфазного асинхронного двигателя и определение рабочих характеристик.

Тест 1 (Вариант № 1).

1. Что лежит в основе работы асинхронных электрических машин?
 - а) пульсирующее магнитное поле;
 - б) вращающееся магнитное поле;
 - в) постоянное магнитное поле;
 - г) переменное магнитное поле.
2. Что произойдет, если частота вращения ротора асинхронного двигателя станет равной частоте вращающегося магнитного поля?
 - а) в обмотке ротора не будет наводиться ЭДС;
 - б) ток в обмотке ротора станет равен нулю;
 - в) не будет создаваться вращающий момент;
 - г) происходит все перечисленное.
3. Укажите верное выражение для синхронной частоты вращения.
 - а) $n_1 = 60/p$;
 - б) $n_1 = 60p/f$;
 - в) $n_1 = 60f/p$;
 - г) $n_1 = f/(60p)$.
4. Как изменится ЭДС во вращающемся роторе при уменьшении скольжения?
 - а) не изменится;
 - б) увеличится;
 - в) уменьшится;
 - г) поведет себя непредсказуемо.
5. Как изменится частота вращения асинхронного двигателя российского производства, если его включить в американскую электрическую сеть?
 - а) не изменится;
 - б) увеличится;
 - в) уменьшится;
 - г) поведет себя непредсказуемо.
6. Укажите основные узлы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
 - а) статор и ротор;
 - б) коллектор и статор;
 - в) ротор и щетки;
 - г) щетки и кольца.
7. С какой целью статор АД изготавливают из тонких электрически изолированных ферромагнитных пластин?
 - а) для уменьшения механических потерь;

- б) для уменьшения потерь на вихревые токи и гистерезис;
 - в) для уменьшения потерь на демпфирование;
 - г) для уменьшения электрических потерь.
8. Как могут быть включены обмотки статора трехфазного АД?
- а) последовательно;
 - б) параллельно;
 - в) смешанно;
 - г) звездой или треугольником.
9. Как обозначают начала обмоток статора трехфазного АД?
- а) U1 W1, V2;
 - б) U1, V1, W1;
 - в) U2, V2, W2
 - г) V1, U2, W2.
10. Какие потери присутствуют в асинхронном двигателе, но отсутствуют в трансформаторе?
- а) электрические;
 - б) механические;
 - в) асинхронные;
 - г) магнитные.
11. Где нашел основное применение трехфазный АД?
- а) в электроцарах;
 - б) на транспорте;
 - в) в металорежущих станках и подъемных механизмах;
 - г) в быту.

4) Пример дискуссии для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1 «Трансформаторы»

Тема 4. Процессы в трансформаторе при нагрузке

Практическое занятие № 1. Расчёт изменения вторичного напряжения трансформатора при различном характере нагрузки.

Тема дискуссии «Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие электротехники и электромеханики».

Вопросы к дискуссии

- 1) Закон электромагнитной индукции, открытый М. Фарадеем в 1831 г. – основа работы электрических машин и трансформаторов.
- 2) В каком году и кто изобрел индукционную катушку?
(В 1836 году ирландский физик Николас Калан).
- 3) В каком году, в каком городе и где устанавливаются трансформаторы с разомкнутым сердечником? (В 1883 году на подстанциях Лондонского метрополитена).
- 4) В каком году, в какой стране и кем были созданы первые трансформаторы с замкнутым сердечником? (В 1884 году в Англии братьями Джоном и Эдуардом Гопкинсон).
- 5) В какой стране и кем был получен патент на параллельное включение первичных и вторичных обмоток трансформаторов? (Венгерский электромеханик Макс Дери).

- 6) Первый электродвигатель для работы от гальванических элементов, построенный в 1834 году членом Петербургской Академии наук Б.С. Якоби.
 - 7) Первая установка однофазного тока для электроснабжения «свечей Яблочкова», осуществленная в 1878 г. П.Н. Яблочковым.
 - 8) Конструкции однофазных трансформаторов с замкнутым сердечником из изолированной стальной проволоки, разработанные в 1885 году инженерами М. Дери, О.Т. Блати и К. Циперновским (фирма Ганц в Будапеште).
 - 9) Разработка в 80-х годах XIX в. Николой Тесла двухфазных синхронного генератора и двухфазного асинхронного двигателя.
 - 10) Разработка М.О. Доливо-Добровольским системы трёхфазного тока – эпоха в развитии всех областей электроэнергетики и, в частности, электромашиностроения.
 - 11) Изобретение М.О. Доливо-Добровольским в 1889 г. трёхфазного асинхронного двигателя и трёхфазного трансформатора (Германия, фирма AEG).
 - 12) Международная электротехническая выставка в г. Франкфурт-на-Майне – осуществление и демонстрация первой установки трёхфазного тока, состоявшей из генератора мощностью 200 кВт на электростанции в г. Лауффене (на расстоянии 170 км от выставки), трёхфазной линии электропередачи напряжением 15 кВ и двух понижающих трансформаторов на территории выставки, один из которых подводил электроэнергию к трёхфазному асинхронному двигателю мощностью 75 кВт.
 - 13) Изобретение в 1901 г. электротехнической стали, содержащей кремний, – важное значение для электромашиностроения.
 - 14) «Метод двух реакций» разработанный в 1985 г. французским электротехником А. Блонделем, для анализа явнополюсной синхронной машины.
 - 15) Векторная диаграмма, предложенная в 1900 г. французским электротехником А. Потье, для анализа явнополюсной синхронной машины.
 - 16) Гидрогенераторы и турбогенераторы, изготовленные на заводе «Электросила» (Санкт-Петербург) в 30-е годы XX в. – результат большой творческой работы российских конструкторов и научных работников.
- 5) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний обучающихся:
- По разделу 1 «Трансформаторы»**
- Тема 2.** Процессы в трансформаторе в режимах холостого хода и короткого замыкания.
- Лабораторная работа № 1. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора.
- Контрольные вопросы при защите лабораторной работы.
1. Объясните назначение, устройство и принцип действия трансформатора.
 2. Что такое коэффициент трансформации?
 3. Почему токи холостого хода ($x.x$) в обмотке трехстержневого трансформатора не одинаковы по фазам?
 4. Чем обусловлена необходимость проведения опытов холостого хода ($x.x$) и короткого замыкания (к.з) при испытаниях силовых трансформаторов?

5. В чем смысл определения параметров и построения схемы замещения трансформатора?
6. Дать понятие напряжения короткого замыкания (к.з) трансформатора и пояснить его важность для целей практики.
7. Почему мощность, потребляемую из сети в режиме холостого хода (х.х), принимают за магнитные потери, а в режиме короткого замыкания (к.з) - за электрические потери?
8. Какие потери для трансформатора считаются постоянными, а какие – переменными?
9. Что называется изменением вторичного напряжения трансформатора, отчего оно зависит и в каких единицах выражается?
10. Чем объяснить, что у трехфазного трехстержневого трансформатора магнитная система несимметрична? Отражается ли это обстоятельство на рабочем режиме трансформатора?
11. Дать понятие о коэффициенте полезного действия (КПД) и коэффициенте мощности трансформатора ($\cos\varphi$). Сопоставить эти коэффициенты.
12. Какая обмотка трансформатора называется первичной?

6) Пример типовых задач для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1 «Трансформаторы».

Тема 4. Процессы в трансформаторе при нагрузке

Практическое занятие № 1. Расчёт изменения вторичного напряжения трансформатора при различном характере нагрузки.

Задача 1. Трехфазный трансформатор имеет следующие данные: номинальная мощность $S_{\text{ном}} = 100 \text{ кВА}$, номинальное напряжение на зажимах первичных обмоток $U_{1\text{ном}} = 660 \text{ В}$, номинальное напряжение на зажимах вторичных обмоток $U_{2\text{ном}} = 230 \text{ В}$, потери мощности в стали трансформатора $P_{\text{ст}} = 500 \text{ Вт}$, потери мощности в обмотках при номинальном токе в них $P_{\text{об.ном}} = 1500 \text{ Вт}$. Первичные и вторичные обмотки трансформатора соединены в звезду. От трансформатора потребляется активная мощность $P_2 = 60 \text{ кВт}$ при коэффициенте мощности $\cos\varphi_2=0,8$. Определить: К – линейный коэффициент трансформации, $I_{1\text{ном}}$ и $I_{2\text{ном}}$ – номинальные токи в первичных и вторичных обмотках трансформатора, $K_{\text{нг}}$ – коэффициент нагрузки, I_1 и I_2 – токи в первичных и вторичных обмотках трансформатора при фактической нагрузке, $\Sigma P_{\text{ном}}$ – суммарные потери мощности при номинальной нагрузке трансформатора, ΣP – суммарные потери мощности при фактической нагрузке трансформатора, $\eta_{\text{ном}}$ – коэффициент полезного действия при номинальной нагрузке трансформатора, η – коэффициент полезного действия при фактической нагрузке трансформатора.

Задача 2. Мощность потребляемая однофазным понижающим трансформатором, $S_1 = 500 \text{ ВА}$. Напряжение сети $U_c = 100 \text{ В}$. Коэффициент трансформации $k=10$. Определить ток нагрузки

7) Пример перечня вопросов для устного опроса студентов для текущего контроля знаний обучающихся:

По разделу 1 «Трансформаторы»

Тема 4. Процессы в трансформаторе при нагрузке

Практическое занятие № 1. Расчет изменения вторичного напряжения трансформатора при различном характере нагрузки

Перечень вопросов для устного опроса.

1. Объясните устройство и принцип действия трансформатора.
 2. Что такое коэффициент трансформации и как его определить опытным путем?
 3. Почему токи х. х. в обмотках трехфазного трансформатора не одинаковы?
 4. Почему с увеличением первичного напряжения при опыте х. х. уменьшается коэффициент мощности трансформатора?
 5. Почему мощность х. х. принимают за магнитные потери, а мощность к. з. — за электрические потери?
 6. Почему при опыте к. з. ток в первичной обмотке достигает номинального значения при напряжении в несколько раз меньшем номинального?
 7. Почему с ростом напряжения короткого замыкания U_k график $I_{1k} = f(U_k)$ прямолинеен, а график $P_k = f(U_k)$ — криволинеен?
 8. Сформулируйте условие максимума коэффициента полезного действия трансформатора.
 9. Почему у силовых трансформаторов потери короткого замыкания при номинальном токе больше, чем потери холостого хода при номинальном напряжении? Такое соотношение задается стандартом.
 10. Как влияет на форму внешней характеристики трансформатора характер нагрузки, подключённой к вторичной обмотке трансформатора?
 11. Почему в силовом распределительном трансформаторе первичную и вторичную обмотки фазы располагают на стержне концентрически.
- 8) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (экзамен)
1. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Роль трансформатора в процессе передачи и распределения электроэнергии.
 2. Закон роста мощности и геометрических размеров трансформатора, основные положения.
 3. Устройство трансформатора: магнитопровод, обмотки, бак масляного трансформатора, арматура бака.
 4. Принцип действия трансформатора. Взаимосвязь между электрическими и магнитными величинами в трансформаторе. Роль потоков рассеяния в трансформаторе.
 5. Уравнения равновесия ЭДС (напряжений) и МДС трансформатора.
 6. Приведенный трансформатор. Уравнения равновесия ЭДС (напряжений) и МДС приведенного трансформатора.
 7. Т-образная схема замещения приведенного трансформатора.
 8. Векторная диаграмма приведенного трансформатора при R-L-нагрузке и R-C-нагрузке.
 9. Режим холостого хода трансформатора.
 10. Опыт холостого хода трансформатора.

11. Режим короткого замыкания трансформатора.
12. Опыт короткого замыкания трансформатора.
13. Эксплуатационные показатели трансформаторов: изменение напряжения на зажимах вторичной обмотки (внешняя характеристика); коэффициент полезного действия.
14. Характеристика схем соединения обмоток (звезда, треугольник, зигзаг) трансформатора, условные обозначения схем. Обозначение начал и концов обмоток.
15. Группы соединений обмоток трансформаторов. Маркировка зажимов обмоток трансформатора согласно заданным схеме и группе соединения.
16. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформатора на параллельную работу и анализ условия тождественности групп соединений обмоток.
17. Параллельная работа трансформаторов, анализ условия равенства напряжений (равенство коэффициентов трансформации).
18. Параллельная работа трансформаторов, анализ условия равенства напряжений короткого замыкания.
19. Явления, возникающие при намагничивании магнитопровода однофазного трансформатора.
20. Явления, возникающие при намагничивании магнитопровода трехфазного трансформатора (анализируются явления при стержневом и групповом магнитопроводе и схемах соединения обмоток У/У, Д/У, У/Д).
21. Несимметричный режим работы трехфазного трансформаторов: токи и магнитные потоки нулевой последовательности; схемы замещения трансформатора (Y/Y_n , D/Y_n) для токов нулевой последовательности.
22. Несимметричный режим работы трехфазного трансформаторов: экспериментальное определение сопротивления нулевой последовательности, несимметричная нагрузка при наличии токов нулевой последовательности (D/Y_n , Y/Y_n , Y/Z_n).
23. Регулирование напряжения с помощью трансформатора: трансформаторы с переключением без возбуждения (ПБВ).
24. Регулирование напряжения с помощью трансформатора: трансформаторы с регулированием под нагрузкой (РПН).
25. Автотрансформаторы: сопоставление автотрансформатора и трансформатора.
26. Трехобмоточные трансформаторы: распределительные и блочные.
27. Переходные режимы работы трансформаторов: внезапное короткое замыкание на зажимах вторичной обмотки, витковое короткое замыкание.
28. Переходные режимы работы трансформаторов: включение трансформатора на холостой ход.
29. Сварочный трансформатор для дуговой электросварки. Условное обозначение типа трансформатора.
30. Устройство асинхронной машины: активная часть, конструктивные элементы.
31. Условия создания кругового врачающегося поля. Формула для синхронной скорости.

32. Особенности работы асинхронной машины в режимах: двигателя, генератора, электромагнитного тормоза.
33. Понятие об образовании трехфазных пространственно-распределенных обмоток электрической машины переменного тока. Построение схемы развернутой петлевой обмотки.
34. Магнитодвижущая сила трехфазных пространственно-распределенных обмоток переменного тока: МДС катушки, МДС катушечной группы, МДС фазы, МДС трехфазной обмотки.
35. Асинхронная машина при неподвижном роторе: режим трансформатора, трехфазный индукционный регулятор, фазорегулятор, регулируемое индуктивное сопротивления.
36. Формулы для ЭДС, частоты ЭДС, тока и сопротивления обмотки вращающегося ротора.
- Эквивалентное замещение вращающегося ротора неподвижным ротором.
37. Т-образная и Г-образная схемы замещения асинхронного двигателя. Приведение обмотки ротора к числу витков обмотки статора.
38. Векторная диаграмма и энергетическая диаграмма асинхронного двигателя.
39. Электромагнитный момент асинхронного двигателя при холостом ходе и нагрузке. Зависимость электромагнитного момента от скольжения.
40. Зависимость электромагнитного момента от активного сопротивления цепи обмотки ротора.
41. Устойчивость работы асинхронного двигателя. Уравнение равновесия моментов при постоянной и переменной скорости вращения ротора.
42. Асинхронные паразитные электромагнитные моменты асинхронного двигателя, меры их устранения.
43. Опыты холостого хода и короткого замыкания асинхронного двигателя. Сопоставление результатов этих опытов с данными опытов х.х. и к.з. трансформатора.
44. Опытное определение рабочих характеристик асинхронного двигателя.
45. Построение круговой диаграммы асинхронной машины по данным опытов х.х. и к.з. Определение рабочих характеристик асинхронного двигателя по круговой диаграмме.
46. Пуск в ход асинхронного двигателя с фазным ротором.
47. Пуск в ход асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором: прямой пуск, пуск при пониженном напряжении, подводимом к обмотке статора (понижение напряжения посредством реактора, автотрансформатора, переключения обмотки статора с треугольника на звезду на период пуска).
48. Пуск в ход асинхронного двигателя с обмоткой ротора специального исполнения: обмотка типа “беличья клетка” расположена в глубоких пазах; двойная “беличья клетка”.
49. Регулирование скорости вращения асинхронного двигателя: а) изменением частоты подводимого напряжения, б) переключением числа пар полюсов обмотки статора; в) изменением скольжения (посредством ввода активного сопротивления в цепь обмотки ротора, посредством изменения напряжения).
50. Однофазный асинхронный двигатель.
51. Асинхронный генератор, работающий на автономную нагрузку.

52. Характеристика серий асинхронных двигателей, выпускаемых отечественной промышленностью.
53. Назначение и устройство синхронных машин.
54. Принцип действия синхронного генератора (СГ).
55. Реакция якоря синхронного генератора.
56. Уравнение равновесия напряжений и векторная диаграмма напряжений (ЭДС) неявнополюсного СГ.
57. Уравнение равновесия напряжений и векторная диаграмма напряжений (ЭДС) явнополюсного СГ.
58. Физическая природа синхронных индуктивных сопротивлений обмотки якоря по оси d (X_d) и по оси q (X_q).
59. Векторная диаграмма напряжений (ЭДС) явнополюсного СГ при симметричном трехфазном коротком замыкании.
60. Характеристики синхронного генератора при работе на автономную нагрузку.
61. Определение параметров в. д. напряжений (ЭДС): индуктивные сопротивления обмотки якоря X_d и X_q .
62. Определение параметров векторной диаграммы напряжений (ЭДС): индуктивное сопротивление обмотки якоря X_{σ} . Реактивный треугольник.
63. Отношение короткого замыкания (О.К.З.) синхронного генератора.
64. Условия включения синхронного генератора на параллельную работу с сетью бесконечно большой мощности (Б.Б.М.).
65. Синхронизация и включение синхронного генератора на параллельную работу с сетью бесконечно большой мощности (Б.Б.М.).
66. Особенности параллельной работы синхронного генератора с сетью бесконечно большой мощности.
67. Режим работы неявнополюсного СГ параллельно с сетью Б.Б.М., соответствующий угловой характеристике активной мощности. Физическая природа пространственного угла θ_{pr} и временного угла θ_{vr} .
68. Режим работы явнополюсного СГ параллельно с сетью Б.Б.М., соответствующий угловой характеристике активной мощности. Физическая природа пространственного угла θ_{pr} и временного угла θ_{vr} .
69. Статическая устойчивость синхронного генератора.
70. Режим работы явнополюсного СГ параллельно с сетью Б.Б.М., соответствующий V-образной характеристике.
71. Параллельная работа двух соизмеримых по мощности СГ, подключенных к автономной нагрузке.
72. Принцип действия синхронного двигателя. Преимущества и недостатки СД по сравнению с АД.
73. Уравнение равновесия напряжений и векторная диаграмма напряжений (ЭДС) синхронного двигателя.
74. Режим работы СД параллельно с сетью Б.Б.М., соответствующий угловой характеристике активной мощности. Физическая природа пространственно-го угла θ_{pr} и временного угла θ_{vr} .
75. Режим работы синхронного двигателя параллельно с сетью бесконечно большой мощности, соответствующий V-образной характеристике.

76. Рабочие характеристики синхронного двигателя.
77. Способы пуска в ход синхронного двигателя.
78. Одноосный момент при асинхронном способе пуска синхронного двигателя / явление Гёргеса (Gerges).
79. Синхронный компенсатор: устройство, назначение и принцип действия.
80. Внезапное симметричное трехфазное к.з. обмотки якоря СГ: индуктивные сопротивления обмотки якоря периодической составляющей тока якоря.
81. Внезапное симметричное трехфазное к.з. обмотки якоря СГ: индуктивные сопротивления обмотки якоря апериодической составляющей тока якоря.
82. Внезапное несимметричное к.з. обмотки якоря СГ. Ударный ток короткого замыкания.
83. Колебания и динамическая устойчивость синхронной машины (факультативно).
84. Устройство и области применения машин постоянного тока.
85. Принцип действия простейшего генератора постоянного тока.
86. Радиальная схема простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока.
87. Электрическая схема простой петлевой обмотки якоря машины постоянного тока.
88. Коммутация в машинах постоянного тока: основные понятия.
89. Реакция якоря в генераторе постоянного тока (ГПТ).
90. Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения.
91. Принцип действия ГПТ. Формула для эдс обмотки якоря. Уравнение равновесия напряжений.
92. Энергетическая диаграмма ГПТ. Формула для электромагнитного момента. Уравнение равновесия моментов.
93. Характеристики генератора постоянного тока независимого возбуждения.
94. Условия самовозбуждения генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
95. Характеристики генератора постоянного тока параллельного возбуждения.
96. Характеристики генератора постоянного тока последовательного возбуждения.
97. Характеристики генератора постоянного тока смешанного возбуждения.
98. Параллельная работа генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.
99. Классификация двигателей постоянного тока по способу возбуждения.
100. Реакция якоря в двигателе постоянного тока (ДПТ).
101. Принцип действия ДПТ. Формула для ЭДС обмотки якоря, противоЭДС. Уравнение равновесия напряжений.
102. Энергетическая диаграмма ДПТ. Формула для электромагнитного момента. Уравнение равновесия моментов.
103. Прямой и реостатный способы пуска двигателей постоянного тока.
104. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.
105. Рабочие характеристики двигателя постоянного тока последовательного и смешанного возбуждения.

106. Назначение и устройство исполнительного двигателя постоянного тока.
Механическая и регулировочная характеристики при якорном управлении.
107. Назначение и устройство исполнительного двигателя постоянного тока.
Механическая и регулировочная характеристики при полюсном управлении.
108. Назначение и устройство исполнительного двигателя переменного тока.
Механическая и регулировочная характеристики при амплитудном управлении.
109. Тахогенератор постоянного тока: устройство, назначение, выходная характеристика.
110. Асинхронный тахогенератор: устройство, назначение, выходная характеристика.
111. Синхронный тахогенератор: устройство, назначение, выходная характеристика.
112. Однофазный сельсин: устройство, назначение, особенности работы в индикаторном режиме.
113. Однофазный сельсин: устройство, назначение, особенности работы в трансформаторном режиме.

6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

К экзамену допускаются студенты, выполнившие лабораторные работы, согласно плану, выполнившие контрольную работу и курсовую работу (проект). Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 9.

Таблица 9

Критерии оценивания результатов обучения (экзамена)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку « отлично » заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. Компетенции , закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне - высокий .
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку « хорошо » заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. Компетенции , закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний) .
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку « удовлетворительно » заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. Компетенции , закрепленные за дисциплиной, сформированы на уровне - достаточный .
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку « неудовлетворительно » заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. Компетенции , закрепленные за дисциплиной, не сформированы .

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Основная литература

1. Забудский, Евгений Иванович. Электрические машины: учебное пособие для вузов / В 4 частях. Ч. 1. Трансформаторы. Теория, устройство, эксперимент / Е. И. Забудский; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Мегаполис, 2021. — 542 с. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/f20210623-1.pdf>
2. Забудский, Евгений Иванович. Электрические машины: учебное пособие рекомендовано Научно-методическим советом по технологиям, средствам механизации и энергетическому оборудованию в сельском хозяйстве Федерального УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству. Ч. 2. Асинхронные машины / Е. И. Забудский. — Электрон. текстовые дан. — Москва: Мегаполис, 2017. — 305 с. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/2895.pdf>
3. Забудский, Евгений Иванович. Электрические машины: учебное пособие для вузов: в 4-х частях: рекомендовано Научно-методическим советом по технологиям, средствам механизации и энергетическому оборудованию в сельском хозяйстве Федерального УМО по сельскому, лесному и рыбному хозяйству. Ч. 3. Синхронные машины / Е. И. Забудский; Московский государственный агронженерный университет имени В.П. Горячкина. — 2-е издание, переработанное и дополненное. — Электрон. текстовые дан. — Москва: Мегаполис, 2019. — 295 с. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/f10.pdf>
4. Забудский, Евгений Иванович. Электрические машины: учебное пособие для вузов/ В 4 частях. Ч. 4. Коллекторные машины постоянного и переменного тока / Е. И. Забудский; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Мегаполис, 2020. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/full/f20210623.pdf>
5. Копылов, И. П. Электрические машины: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 669 с. — (Высшее образование). Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://web5.urait.ru/bcode/568962>.

7.2 Дополнительная литература

6. Епифанов, А. П. Электрические машины: учебник / А. П. Епифанов, Г. А. Епифанов. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 300 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/209984>
7. Копылов, И.П. Проектирование электрических машин [Текст]: учебник для вузов/ И.П. Копылов [и др.]. — 4-е изд. перераб. и доп. — М.:

- Юрайт, 2012. – 767 с. – (Бакалавр. Углубленный курс).
8. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2025. — 828 с. — (Высшее образование). — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://web5.urait.ru/bcode/566208> (дата обращения: 14.10.2022).
 9. Вольдек, А.И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы [Текст]: учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов. – СПб.: Питер, 2007. – 320 с.
 10. Копылов, И.П. Электрические машины. В 2. Т. 1 [Текст]: учебник для академического бакалавриата / И.П. Копылов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 267 с.
 11. Копылов, И.П. Электрические машины. В 2. Т. 2 [Текст]: учебник для академического бакалавриата / И.П. Копылов. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2015. – 407 с.
 12. Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Уманский П.М. Электрические машины, электропривод, автоматизация машин и оборудования природообустроенных устройств: учебное пособие. – М.: МЭСХ, 2018. – 166 с.

Периодические издания

1. Журнал «Электричество», URL-адрес: <http://www.znack.com> (открытый доступ);
2. Журнал «Электротехника», URL-адрес: <http://www.znack.com> (открытый доступ);
3. Журнал «Известия вузов. Электромеханика», URL-адрес: <http://electromeh.npi-tu.ru/> (открытый доступ);
4. Журнал «Энергохозяйство за рубежом», URL-адрес: <http://www.prosmi.ru/catalog/3906> (открытый доступ).

7.3 Нормативные правовые акты

1. Правила устройства электроустановок. 7 издание, дополненное с исправлениями. – М.: Норматика, 2020. ([Ссылка на WEB ресурс](#))
2. ГОСТ 27471-87. Машины электрические врачающиеся. Термины и определения [Текст]: – М.: Издательство стандартов, 2006. – 320 с.
3. ГОСТ 16110-82. Трансформаторы силовые. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 2008. – 214 с.
4. ГОСТ 11677 – 85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. – М.: Издательство стандартов, 2007. – 206 с.

7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. Забудский, Е.И. Электрические машины [Текст]: учебное пособие для вузов. Ч.1. Трансформаторы / Е.И. Забудский. – М.: МГАУ имени В.П. Горячкина, 2002. – 167 с.
2. Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Уманский П.М. Практикум по электротехнике, основам электроники и электрическим машинам природообустроенных устройств. – М.: МЭСХ, 2018. – 252 с.
3. Коряевых, В.С., Чистова, Я.С. Электрические машины малой мощности [Текст]: методические указания / В.С. Коряевых, Я.С. Чистова. – М.: РГАУ-МСХА, 2017. – 40 с.

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электрические машины» являются лекции, лабораторные и практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции проводятся на потоке, практические занятия в группах, лабораторные работы в подгруппах.

На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные работы, практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний. По курсу предусмотрено выполнение контрольной работы.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Программы: Microsoft Word, Microsoft Excel, Power Point, Компас, Mathcad, Matlab, Elcats, Интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

- a) Каталоги электрических машин и трансформаторов, изготавливаемых заводами России ([Каталоги трансформаторов \(transformator.ru\)](#) (открытый доступ)
 - Свердловский завод трансформаторов тока (трансформаторы и другая электротехническая продукция) <http://www.cztt.ru/main.html> (открытый доступ);
 - Российские предприятия-производители трансформаторов и трансформаторных подстанций <https://productcenter.ru/> (открытый доступ);
- b) Информационные центры России, обрабатывающие и распространяющие научно-техническую информацию <http://www.feip.ru/> (открытый доступ);
- c) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) <http://www.viniti.ru/> (открытый доступ);
- d) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИЦ) <http://www.vntic.org.ru> (открытый доступ);
- e) Защита интеллектуальной собственности (Роспатент) <https://rupto.ru/ru> (открытый доступ);
- f) Российский научно-технический центр по стандартизации (Стандартин форм) <http://www.gostinfo.ru/>(открытый доступ).

Электронные ресурсы технических библиотек, а также интернет-ресурсы:

1. <http://electro.hotmail.ru/> (Интернет-коллоквиум по электротехнике) (открытый доступ).
2. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40524 (Электрические машины: лекции и примеры решения задач) (открытый доступ).
3. http://window.edu.ru/window/library?p_rid=40470 (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ).

4. <http://www.kodges.ru/> (тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном, в формате .pdf для бесплатного перекачивания) (открытый доступ).
5. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).
6. <http://www.rsl.ru> (официальный сайт российской государственной библиотеки) (открытый доступ).
7. <http://www.cnshb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ЦНСХБ) (открытый доступ).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).
 - <https://psytests.org/iq/shtur/shturA-run.html>
 - <https://portal.timacad.ru>
 - <https://onlinetestpad.com/vmptgicdboani>

9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 10

Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Трансформаторы.	Microsoft Word Microsoft Excel Компас Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft ACKON Microsoft	2016 2016 2020 2016
2.	Раздел 2. Асинхронные машины.	Microsoft Word Microsoft Excel Mathcad Компас Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft <u>Mathsoft</u> ACKON Microsoft	2019 2019 2019 2019
3.	Раздел 3. Синхронные машины.	Microsoft Word Microsoft Excel Mathcad Компас Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР)	Microsoft Microsoft <u>Mathsoft</u> ACKON Microsoft	2019 2019 2019 2019

			Презентация		
4.	Раздел 4. Машины постоянного тока.	Microsoft Word Microsoft Excel Mathcad Компас Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированного проектирования (САПР) Презентация	Microsoft Microsoft <u>Mathsoft</u> АСКОН Microsoft	2019 2019 2019 2019

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Таблица 11

Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)		Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	2	
Корпус № 24, аудитория № 306		Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 26 шт., интерактивная доска – 1 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., инв. № 210124558132028
Корпус № 24, аудитория № 13 Лаборатория «Электрических машин»		Лаборатория «Трансформаторов», лабораторные стенды: 1. Исследование трехфазного двухобмоточного трансформатора – 1 шт. № 64536. 2. Исследование параллельной работы трехфазных трансформаторов – 2 шт. № 64537. 3. Исследование несимметричных нагрузок трехфазного трехстержневого двухобмоточного трансформатора – 1 шт. № 64538.
Корпус № 24, аудитория № 15. Лаборатория «Электрических машин»		Лаборатория «Асинхронных машин», лабораторные стенды: 1. «Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором» и «Испытание асинхронного двигателя с повышенным пусковым моментом» – 1 шт. (один стенд) инв. № 410136000005378; 2. Исследование трехфазного асинхронного двигателя в однофазном режиме и в режиме генератора – 1 шт. (один стенд) № 64544.
Корпус № 24, аудитория № 14 Лаборатория «Электрических машин»		Лаборатория «Синхронных машин», лабораторные стенды: 1. «Трехфазная асинхронная машина с неподвижным ротором» и «Параллельная работа синхронного генератора сетью бесконечно большой мощности» – 1 шт. (один стенд) инв. № 410136000005379. 2. Испытание синхронного двигателя с явновыраженными полюсами, опытное определение параметров синхронного генератора» – 1 шт. № 64539.

	3. Испытание трехфазного синхронного генератора, работающего на автономную сеть - 1 шт. № 64540.
Корпус № 24, аудитория № 15 Лаборатория «Электрических машин»	Лаборатория «Машины постоянного тока», лабораторные стенды: 1. Исследование генератора постоянного тока при различных способах возбуждения – 1 шт. № 64541. 2. Исследование двигателя постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждением – 1 шт. № 64542. 3. Испытание электромашинного усилителя (ЭМУ) и сельсина – 1 шт. № 64543.
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	

11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

Образовательный процесс по дисциплине «Электрические машины» организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);
- курсовое проектирование (выполнение курсовых работ);
- групповые консультации;
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Учебный курс «Электрические машины» является основополагающим для студентов, обучающихся по направлению 35.03.06 Агроинженерия, направленность Автоматизация и роботизация технологических процессов. В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при разработке электротехнологических процессов. Полученные

знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Электрические машины» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на **лекциях**. Самостоятельно производить расчеты при обработке экспериментальных данных и осуществлять их графическую интерпретацию с использованием интерактивных программных сред.

2. К выполнению **лабораторной** работы необходимо заранее самостоятельно изучить теоретический материал указанный преподавателем литературы: учебники, учебное пособие, лекции, методические указания, а также по методическим указаниям подготовить протокол для проведения экспериментальных исследований. Подготовить ответы на контрольные вопросы, предложенные преподавателем к защите данной лабораторной работе. На лабораторных занятиях необходимо обдуманно выполнять задания, произвести расчеты, начертить схемы и проанализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день ее выполнения или ближайшее время.

3. **На практических занятиях** обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты, в том числе с применением цифровых инструментов

4. Максимально использовать возможности производственной практики технологической (проектно-технологической) для изучения электрооборудования, имеющегося на предприятии.

5. Регулярно посещать тематические выставки, например «Золотая осень» и др.

Самостоятельная работа студентов предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (контрольная и курсовая работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия, компьютерное тестирование по разделам дисциплин.

Курсовую работу и контрольную работу рекомендуется выполнять последовательно и систематически по мере изучения соответствующего раздела дисциплины. При возникновении трудностей следует обращаться к преподавателю.

Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший лекционное занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан самостоятельно проработать пропущенную тему, решить задачи и ответить в устной форме на вопросы, задаваемые преподавателем по теме практического занятия.

Студент, пропустивший лабораторную работу, должен самостоятельно изучить теоретический материал по теме лабораторной работы, порядок ее проведения и отработать ее в соответствии с установленным кафедрой графиком отработок лабораторных работ.

12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Формы организации учебного процесса по дисциплине «Электрические машины» являются лекции, лабораторные занятия, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов.

На **лекциях** излагается теоретический материал: рассматривается роль дисциплины в учебном процессе, значение электроэнергетики для всех сфер народного хозяйства, генерации и потребления электроэнергии; основы электромеханического преобразования энергии; генераторы и двигатели, их типы по роду тока, исполнению; назначение, устройство, характеристики и режимы работ: трансформаторов, асинхронных машин, синхронных машин, машин постоянного тока.

Лабораторные работы проводятся в лабораториях электрических машин, оборудованных всеми необходимыми испытательными стендами, источниками электрической энергии, приборами и регулировочной аппаратурой.

На **практических занятиях** студенты знакомятся с данными каталогов; решают конкретные задачи с применением основных законов электротехники: расчет характеристик и параметров электрических машин; овладевают методиками и программами расчета. Метод иллюстраций предполагает показ компьютерных презентаций, макетов, слайдов, иллюстративных пособий: плакатов, таблиц. Метод демонстраций обычно связан с демонстрацией приборов, технических установок, электрооборудования.

На **лекциях, лабораторных работах и практических занятиях** следует обратить особое внимание на устройство электрических машин и трансформаторов.

1. Желательно содержание разделов с описанием устройства электрических машин и трансформаторов сопроводить демонстрацией реальных физических моделей.

2. Занятия рекомендуется проводить в учебных лабораториях «Электрические машины» с активным использованием компьютера, мультимедийного проектора и мультимедийных учебных пособий, с одновременным решением нескольких задач:

а) Знакомство с устройством электрических машин и трансформаторов по натуральным образцам и при демонстрации мультимедийных учебных материалов с использованием компьютера;

б) Изучение методик расчета электрических машин и трансформаторов на компьютере;

с) Выполнение обработки результатов экспериментальных исследований на компьютере и последующей графической интерпретацией результатов и интерактивных программных средах.

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме. Например, при проведении практических занятий первый час занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Самостоятельная работа студентов включает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам, выполнение расчетно-графической и курсовой работ, изучение дополнительной литературы, подготовку к сообщению на практических занятиях и конференциях.

Изучение курса сопровождается постоянным контролем самостоятельной работы студентов, разбором и обсуждением выполненных домашних заданий, с последующей корректировкой принятых ошибочных решений. Контроль выполнения индивидуальных домашних заданий осуществляется ведущий дисциплину преподаватель.

Преподавание дисциплины основано на максимальном использовании активных форм обучения и самостоятельной работы студентов. Под руководством преподавателя студенты должны самостоятельно осуществлять поиск необходимой информации и принимать обоснованные решения по конкретным ситуациям.

Программу разработал:

Уманский П.М., к.т.н., ст. преподаватель

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу дисциплины Б1.О.34 «Электрические машины»
ОПОП ВО по направлению 35.03.06 - Агроинженерия, направленность
«Автоматизация и роботизация технологических процессов»
(квалификация выпускника - бакалавр)

Нормовым Дмитрием Александровичем., д.т.н., заведующий кафедрой «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет - РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Электрические машины» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 *Агроинженерия*, направленность «Автоматизация и роботизация технологических процессов» (уровень обучения – бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет МСХА имени академика К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик Уманский П. М., кандидат технических наук).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

Предъявленная рабочая программа дисциплины «Электрические машины» далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 35.03.06 - *Агроинженерия*, направленность «Автоматизация и роботизация технологических процессов». Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению - дисциплина относится к обязательной части учебного цикла - Б1.

Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 35.03.06 - *Агроинженерия*, В соответствии с Программой за дисциплиной «Электрические машины» закреплена одна компетенция. Дисциплина «Электрические машины» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

Общая трудоёмкость дисциплины «Электрические машины» составляет четыре зачётные единицы (144 часа).

Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Электрические машины» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 35.03.06 - *Агроинженерия*, и возможность дублирования в содержании отсутствует.

Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

Программа дисциплины «Электрические машины» предполагает семь занятий в интерактивной форме. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в программе, соответствуют тре-

бованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 35.03.06 – *Агроинженерия* представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний: опрос, тест, дискуссия, решение типовых задач соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная программой, осуществляется в форме экзамена с оценкой, что *соответствует* статусу дисциплины, как дисциплины обязательной части учебного цикла - Б1 ФГОС ВО направления 35.03.06 - *Агроинженерия*.

Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой - 6 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 7 наименований, периодическими изданиями - 4 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы- 8 источников и *соответствует* требованиям ФГОС направления 35.03.06 – *Агроинженерия*.

Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Электрические машины» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Электрические машины».

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Электрические машины» ОПОП ВО по направлению 35.03.06 - *Агроинженерия*, направленность «Автоматизация и роботизация технологических процессов» (квалификация выпускника - бакалавр), разработанная Уманским Петром Михайловичем , ст. преподавателем, кандидатом технических наук кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Нормов Д.А., заведующий кафедрой «Электроснабжение и теплоэнергетика имени академика И.А. Будзко», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет -РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева», доктор технических наук

«___» 2025