

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бородулин Дмитрий Михайлович  
Должность: И.о. директора технологического института  
Дата подписания: 19.01.2024 15:59:46  
Уникальный программный ключ:  
102316c2934af2300a5f79a99218307831bffa01

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора технологического  
института

И.А. Бакин

«15» сентября 2023 г.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины**

**Б1.О.21 «Электротехника, электропривод и электрооборудование»**

для подготовки бакалавров

Направление: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Машины и аппараты пищевых производств

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2022

Курс 2

Семестр 4

В рабочую программу не вносятся изменения. Программа актуализирована для 2023 г. начала подготовки.

Разработчик: Сучугов С.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Сучугов  
(подпись)

«28» июня 2023 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 15 от «28» июня 2023 г.

Заведующий кафедрой: Сторчевой В.Ф., д. т. н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Сторчевой  
(подпись)

**Лист актуализации принят на хранение:**

И.о. заведующего выпускающей кафедры  
процессов и аппаратов перерабатывающих  
производств Бакин И.А., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

Бакин  
(подпись)

«15» сентября 2023 г.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

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

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. директора технологического  
института

\_\_\_\_\_ С.А.Бредихин

“ 25 ” \_\_\_\_\_ 08 2022 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.21 «Электротехника, электропривод и электрооборудование»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность: Машины и аппараты пищевых производств

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения: очная.

Год начала подготовки: 2022 г.

Москва, 2022

Разработчик: Сучугов С.В., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

« 25 » 08 2022 г.

Рецензент: Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

« 25 » 08 2022 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 1  
« 25 » августа 2022 г.

Заведующий кафедрой Сторчевой В.Ф., д. т. н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

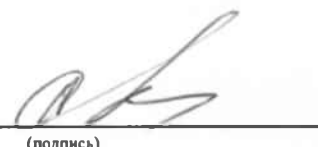
**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
технологического института,  
д.т.н., профессор, Дунченко Н.И.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

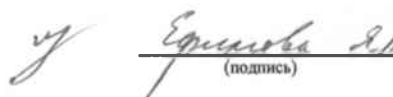
Протокол № 1 « 25 » 08 2022 г.

Заведующий выпускающей кафедры  
процессов и аппаратов перерабатывающих  
производств Бредихин С.А., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

« 25 » 08 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ

  
(подпись)

## Содержание

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....	6
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	7
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	12
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	12
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	12
ТАБЛИЦА 3.....	12
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	17
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
ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	38
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	39
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	39
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	39
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	40
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	40
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	41
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	41
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	43
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ... ..	45
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	46
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	46

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.21 «Электротехника, электропривод и электрооборудование» для подготовки бакалавра по направлению 15.03.02 Технологические машины и оборудование, направленности Машины и аппараты пищевых производств

**Цель освоения дисциплины:** формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе теоретических и практических знаний по расчету и анализу электрических и магнитных цепей, принципа работы электрических машин; характеристик электрооборудования, применяемого в технологических процессах пищевого производства; по устройству, методам расчета и выбору аппаратов защиты и управления, а так же способности:

- осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, в том числе на цифровых платформах, необходимой для решения поставленной задачи;
- применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;
- внедрять и осваивать новое электрооборудование для пищевого производства.

Применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при выборе электрооборудования технологических процессов пищевых производств; развитие технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom 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 базовую часть учебного плана по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, направленность Машины и аппараты пищевых производств.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1; ОПК-1.2; ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3).

### Краткое содержание дисциплины:

Общие вопросы электротехники, электропривода и электрооборудования, и их применение в пищевом производстве. Основные термины и определения курса Особенности электрической энергии. Электрические цепи и их элементы. Основные параметры электрической цепи. Основные понятия, термины, определения и обозначение. Элементы электрической цепи, её топология. Классификация цепей. Электродвижущая сила. Основные законы электрических цепей: закон Ома и законы Кирхгофа. Схемы электрических цепей.

Основные понятия и определения трехфазных систем синусоидального тока промышленной частоты. Способы соединения фаз трёхфазных источников и приёмников электрической энергии. Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки в звезду. Симметричный режим. Несимметричный режим. Расчет трехфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник. Симметричный режим. Несимметричный режим. Расчет мощностей трёхфазных цепей.

Основные магнитные величины. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики. Свойства ферромагнитных материалов. Магнитная цепь. Основные понятия, определения магнитных цепей. Классификация магнитных цепей. Виды магнитных цепей. Разновидности магнитных цепей. Основные законы магнитных цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитной цепи. Особенности магнитных цепей. Магнитный поток. Магнитное поле. Единицы измерения магнитных величин. Константы. Величины и законы, характеризующие магнитное поле в магнитных цепях. Магнитодвижущая сила (МДС). Методы расчёта магнитных цепей при постоянной магнитодвижущей силе.

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

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.

Определение и основные понятия электропривода, область применения электроприводов, классификация электроприводов, обобщенная структурная схема электропривода. Механические характеристики электродвигателей. Режимы работы электроприводов. Регулирование скорости электропривода. Электропривод как средство электрификации и автоматизации технологических процессов

**Общая трудоемкость дисциплины: 3 зач. ед. (108 часов).**

**Промежуточный контроль: зачет.**

### **1. Цель освоения дисциплины**

**Целью освоения** дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе теоретических и практических знаний по расчету и анализу электрических и магнитных цепей, принципа работы электрических машин; характеристик электрооборудования, применяемого в технологических процессах пищевого производства; по устройству, методам расчета и выбору аппаратов защиты и управления, а так же способности:

– осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, в том числе на цифровых платформах, необходимой для решения поставленной задачи;

– применять естественнонаучные и общеинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

– внедрять и осваивать новое электрооборудование для пищевого производства.

Применение базовых знаний современных цифровых технологий, используемых при выборе электрооборудования технологических процессов пищевых производств; развитие технической направленности мышления студентов.

Приобретение навыков владения программами Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др.

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

### **2. Место дисциплины в учебном процессе**

Дисциплина «Электротехника, электропривод и электрооборудование» включена в базовую часть дисциплин учебного плана по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, направленность: Машины и аппараты пищевых производств. Дисциплина «Электротехника, электропривод и электрооборудование» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, направленность Машины и аппараты пищевых производств.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электротехника, электропривод и электрооборудование» являются: математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3-4 семестры), процессы и аппараты пищевых производств (2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование Autocad (2 курс, 3 семестр), компьютерное проектирование КОМПАС (2 курс, 3 семестр).

Дисциплина «Электротехника, электропривод и электрооборудование» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: монтаж, эксплуатация и ремонт машин и аппаратов пищевых производств (4 курс, 8 семестр).

Рабочая программа дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» 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

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

Требования к результатам освоения учебной дисциплины

п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
	УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	<p>УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи, в том числе с использованием цифровых инструментов</p> <p>УК-1.2 Находит и критически анализирует информацию, в том числе на цифровых платформах, необходимую для решения поставленной задачи</p> <p>УК-1.3 Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки, в том числе с использованием цифрового инстру-</p>	<p>базовые составляющие задачи; современные программные продукты Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.; назначение современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Zoom, Kahoot)</p> <p>методы поиска информации с применением современного программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др</p> <p>варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки с применением программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др</p>	<p>применять системный подход для решения поставленных задач с применением современных программных продуктов: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др; применять современные цифровые инструменты (Google Jamboard, Miro, Zoom, Kahoot)</p> <p>находить и критически анализировать информацию, в том числе с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др</p> <p>рассматривать возможные варианты решения задачи с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др</p>	<p>навыками системного подхода для решения поставленных задач; навыками применения программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др; навыками применения современных цифровых инструментов (Google Jamboard, Miro, Zoom, Kahoot)</p> <p>навыками поиска и критического анализа информации, применения программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др.</p> <p>рассматривать различные варианты решения задачи с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др.</p>

		ментария	Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др	Mentimeter, Pictochart и др. необходимого для решения поставленной задачи	др для выполнения задач профессиональной деятельности
		УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки. Отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности	логику аргументированного формирования собственных суждений и оценок с применением программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	логично и аргументированно формировать собственные суждения и оценки с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др. программного интерфейса Microsoft Office необходимую для решения поставленной задачи	логично и аргументированно формировать собственные суждения отличные от других оценок с применением продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др. для выполнения задач профессиональной деятельности
		УК-1.5 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи, в том числе с использованием цифрового инструментария	оценку последствий вариантов решения задачи с применением программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	оценивать последствия вариантов решения задачи с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	оценкой последствий вариантов решения задачи с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др. для выполнения задач профессиональной деятельности
	ОПК-1	Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1.1 Знает основы естественнонаучных и общинженерных дисциплин, вычислительной техники и программирования, цифровых технологий	основы естественнонаучных и общинженерных дисциплин с применением программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	основами естественнонаучных и общинженерных дисциплин с использованием программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др.

		сти;	Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	Pictochart и др. для выполнения задач профессиональной деятельности
		ОПК-1.2 Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, цифровых средств и технологий	стандартные профессиональные задачи с применением программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	применять стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и общинженерных знаний с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	стандартными профессиональными задачами с применением естественнонаучных и общинженерных знаний с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др. для выполнения задач профессиональной деятельности
		ОПК-1.3 Имеет навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в т.ч. с использованием цифровых средств и технологий	навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности, в т.ч. с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	применять навыки теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности с использованием программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др.	навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности с применением программных продуктов Excel, Word, Power Point, Mentimeter, Pictochart и др. для выполнения задач профессиональной деятельности
	ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ОПК-9.3 Способен разрабатывать технические задания на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию	технические задания на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию	техническими заданиями на проектно-конструкторские работы, проектную и рабочую техническую документацию

		проектную и рабочую техническую документацию, в том числе с использованием цифровых средств и технологий	документацию с применением программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др	цию с применением современного программного обеспечения: Excel, Word, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др	ементацию с применением современного программного обеспечения: Excel, Word, Power Point, Miro, Zoom, КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mentimeter, Pictochart и др
--	--	--	---	--	---

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ в семестре № 4 представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестру

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестре № 4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>68,25</b>	<b>68,25</b>
Аудиторная работа	68,25	68,25
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	34	34
практические занятия (ПЗ)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	18	18
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>39,75</b>	<b>39,75</b>
контрольная работа	10	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным работам и практическим занятиям и т.д.)	20,75	20,75
Подготовка к зачёту	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	

11

##### 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 «Линейные электрические цепи постоянного тока»	7	4	2			1
Раздел 2 «Электрические цепи синусоидального тока»	16	2	2	4		8
Раздел 3 «Трёхфазные цепи переменного тока»	20	4	4	4		8
Раздел 4 «Магнитные цепи»	2,75	2				0,75
Раздел 5 «Трансформаторы»	17	4	2	2		9
Раздел 6 «Электрические машины переменного тока. Асинхронные машины»	9	4	2	2		1
Раздел 7 «Электрические приборы и измерения»	5	2		2		1



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
Раздел 8 «Основы электропривода»	13	8	2	2		1
Раздел 9 «Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств»	9	4	2	2		1
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25				0,25	
Подготовка к зачету	9					9
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>0,25</b>	<b>39,75</b>

## Раздел 1. Линейные электрические цепи постоянного тока

### Тема 1. Общие вопросы электротехники

Рассматриваемые вопросы.

Особенности электрической энергии. Электрические цепи и их элементы. Основные параметры электрической цепи. Основные понятия, термины, определения и обозначение. Элементы электрической цепи, её топология. Классификация электрических цепей.

Электродвижущая сила. Основные законы электрических цепей: закон Ома и законы Кирхгофа. Схемы электрических цепей.

### Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока

Линейные электрические цепи постоянного тока. Определение и параметры. Источники напряжения и тока. Активные элементы. Пассивные элементы: резисторы, катушки индуктивности, электрические конденсаторы. Простые неразветвленные цепи. Сложные разветвленные цепи. Электрические цепи с одним источником электрической энергии и с несколькими. Схемы замещения источников энергии и их взаимные преобразования. Методы анализа линейных цепей постоянного тока.

Структурные преобразования схем замещения цепей (последовательное, параллельное, смешанное, звезда-треугольник, треугольник-звезда). Составление и решение уравнений Кирхгофа. Методы расчета сложных цепей постоянного тока. Метод контурных токов. Мощность цепи постоянного тока. Баланс мощностей.

## Раздел 2. Электрические цепи синусоидального тока

### Тема 1. Электрические цепи синусоидального тока

Основные определения. Получение синусоидальной электродвижущей силы (ЭДС). Способы представления синусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Изображение синусоидальных электрических величин с помощью векторов. Среднее, действующее и мгновенное значение синусоидальных величин.

Синусоидальный ток в резисторном элементе. Синусоидальный ток в индуктивном элементе. Синусоидальный ток в емкостном элементе. Синусоидальный ток в последовательной цепи R, L и C. Расчет цепей синусоидального тока при последовательном соединении элементов. Расчет цепей синусоидального тока при параллельном соединении элементов. Смешанное соединение элементов. Резонансы в цепях синусоидального тока. Резонанс токов. Резонанс

напряжений. Мощность цепи синусоидального тока. Коэффициент мощности цепи.

## Раздел 3. Трёхфазные цепи переменного тока

### Тема 1. Трёхфазные цепи переменного тока

Рассматриваемые вопросы.

Основные положения. Основные понятия и определения трёхфазных систем синусоидального тока промышленной частоты. Способы соединения фаз трёхфазных источников и приёмников электрической энергии. Расчет трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду. Симметричный режим. Несимметричный режим. Расчет трёхфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник. Симметричный режим. Несимметричный режим. Расчет мощностей трёхфазных цепей.

## Раздел 4. Магнитные цепи

### Тема 1. Магнитные цепи

Рассматриваемые вопросы.

Основные определения. Основные магнитные величины. Диамагнетики, парамагнетики и ферромагнетики.

Свойства ферромагнитных материалов. Магнитная цепь. Основные понятия, определения магнитных цепей. Классификация магнитных цепей. Виды магнитных цепей. Разновидности магнитных цепей. Основные законы магнитных цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для магнитной цепи. Особенности магнитных цепей. Магнитный поток. Магнитное поле. Единицы измерения магнитных величин. Константы. Величины и законы, характеризующие магнитное поле в магнитных цепях. Магнитодвижущая сила (МДС). Методы расчёта магнитных цепей при постоянной магнитодвижущей силе.

## Раздел 5. Трансформаторы

### Тема 1. Устройство 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. Однофазный и трехфазный трансформаторы.

### Тема 2. 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 3. Процессы в трансформаторе при нагрузке

Рассматриваемые вопросы.

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

грев и охлаждение трансформаторов.

## **Раздел 6. Электрические машины переменного тока. Асинхронные машины**

**Тема 1. Устройство и принцип действия трехфазной асинхронной машины, схемы 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 2. 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.

**Тема 3. Пуск асинхронных двигателей**

Рассматриваемые вопросы.

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

## **Раздел 7. Электроизмерительные приборы и электрические измерения**

**Тема 1. Электроизмерительные приборы**

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения об электрических измерительных приборах. Классификация приборов для измерения электрических величин: амперметры, вольтметры, омметры, мультиметры, частотомеры, магазины сопротивлений, фазометры, ваттметры и варметры. Показывающие и регистрирующие. Аналоговые электроизмерительные приборы прямого преобразования: устройство, принцип действия, области применения. Цифровые приборы: мультиметры, цифровые вольтметры. Делители напряжения и тока. Делители напряжения емкостные. Делители напряжения на резисторах. Делители напряжения на конденсаторах. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Назначение и принцип действия.

**Тема 2. Измерение электрических и неэлектрических величин**

Рассматриваемые вопросы.

Виды измерений: прямые, косвенные, совокупные и совместные. Меры электрических величин. Измерения электрических и неэлектрических величин. Измерение электрических величин: тока, напряжения, сопротивления и мощности в цепях постоянного и переменного тока. Измерение мощности в цепях постоянного тока: электро- и ферродинамические ваттметры. Измерение электрической энергии: счетчик электрической энергии. Виды электрических счетчиков. Электрические измерения неэлектрических величин. Индуктивные преоб-

разователи. Термоэлектрические преобразователи температуры – термопары. Электрические методы измерения различных неэлектрических величин.

## **Раздел 8. Основы электропривода**

**Тема 1. Общие сведения об электроприводе**

Рассматриваемые вопросы.

Определение и основные понятия электропривода, область применения электроприводов, классификация электроприводов, обобщенная структурная схема электропривода. Механические характеристики электродвигателей. Режимы работы электроприводов. Регулирование скорости электропривода. Электропривод как средство электрификации и автоматизации технологических процессов.

**Тема 2. Механика электропривода, переходные процессы в электроприводах**

Рассматриваемые вопросы.

Механика электропривода, переходные процессы в электроприводах. Расчетные схемы механической части электропривода. Уравнение движения электропривода.

**Тема 3. Нагрев и охлаждение электродвигателей, выбор электродвигателей по мощности**

Рассматриваемые вопросы.

Нагрев и охлаждение электродвигателей. Методы эквивалентного тока, момента и мощности. Выбор электродвигателей по мощности. Выбор двигателей по мощности при продолжительном режиме работы. Выбор двигателей по мощности при кратковременном режиме работы. Выбор двигателей по мощности при повторно-кратковременном режиме работы.

**Тема 4. Электропривод машин и механизмов пищевых производств** Рассматриваемые вопросы

Рассматриваемые вопросы.

Электропривод машин и механизмов пищевых производств. Электропривод и автоматизация механизмов непрерывного транспорта. Выбор электропривода конвейеров. Согласованное вращение нескольких двигателей конвейеров. Расчет и выбор электродвигателей для нагрузочных машин пищевых предприятий. Автоматическое управление поточно-транспортными системами.

## **Раздел 9. Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств**

**Тема 1. Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств**

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств. Общие требования к электрооборудованию пищевых производств. Рубильники, пакетные выключатели и переключатели, автоматические выключатели, предохранители, магнитные пускатели, устройство внутренней температурной защиты (УВТЗ) и т.д. Общие сведения о чертежах и схемах электроустановок пищевых производств. Принципиальные электрические схемы. Схемы соединения и подключения. Электротехнические чертежи.

**Тема 2. Аппараты: коммутационные, управления, от сверхтока и защитного отключения**

Рассматриваемые вопросы.

Общие сведения об электрических и электронных аппаратах.

Аппараты: коммутационные, управления, от сверхтока и защитного отключения.

#### 4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторных работ/практических занятий и контрольные мероприятия

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1. Линейные электрические цепи постоянного тока</b>				6
	Тема 1. Общие вопросы электротехники	Лекция № 1. Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Общие вопросы электротехники и применение ее в пищевом производстве. Электрические цепи. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
	Тема 2. Линейные электрические цепи постоянного тока	Лекция № 2. Линейные электрические цепи постоянного тока. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Практическая работа № 1. Расчет простых и сложных цепей постоянного тока. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Дискуссия Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
3.	<b>Раздел 2. Электрические цепи синусоидального тока</b>				8
	Тема 1. Электрические цепи синусоидального тока	Лекция № 3. Электрические цепи синусоидального тока (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 2 Решение задач по расчету однофазных электрических цепей переменного тока. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Лабораторная работа №1 Исследование характеристик простых цепей синусоидального тока. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 2. Исследование цепи переменного тока при параллельном соединении токоприемников. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2
4.	<b>Раздел 3. Трехфазные цепи переменного тока</b>				12
	Тема 1. Трехфазные цепи переменного тока	Лекция № 4. Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока. Трехфазной системы при соединении нагрузки звездой. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Лекция № 5. Трехфазные линейные электрические цепи переменного тока. Трехфазной системы при соединении нагрузки треугольником. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Практическая работа № 3. Решение задач по расчету электрических цепей переменного трехфазного тока при соединении нагрузки «звезд-	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		дой». Mentimeter			
		Практическая работа № 4. Решение задач по расчету электрических цепей переменного трехфазного тока при соединении нагрузки «треугольником». Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
		Лабораторная работа № 3. Исследование трехфазной системы при соединении нагрузки «звездой». КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4. Исследование трехфазной системы при соединении нагрузки «треугольником». КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2
5.	<b>Раздел 4. Магнитные цепи</b>				2
	Тема 1. Магнитные цепи	Лекция № 6. Основные характеристики магнитного поля. Ферромагнитные материалы и их характеристики. Основные законы магнитных цепей. Расчет магнитных цепей. (мультимедиа-лекция) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
6.	<b>Раздел 5. Трансформаторы</b>				8
	Тема 1. Устройство трансформаторов, области их применения	Лекция № 7. Устройство трансформаторов, области применения. Двух- и трехобмоточные трансформаторы. Однофазный и трехфазный трансформаторы. (мультимедиа лекция) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 2. Процессы в трансформаторе в режимах холостого хода и короткого замыкания. Процессы в трансформаторе при нагрузке. Тема 3. Процессы в трансформаторе при нагрузке	Лекция № 8. Процессы в трансформаторе в режимах холостого хода и короткого замыкания. Процессы в трансформаторе при нагрузке. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
	Тема 1. Устройство трансформаторов, области их применения	Практическое занятие №5 Расчет однофазного трансформатора. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Решение типовых задач в условиях ограничения времени	2
	Тема 2. Процессы в трансформаторе в режимах холостого хода и короткого замыкания. Тема 3. Процессы в трансформаторе при нагрузке	Лабораторная работа № 5. Исследование однофазного трансформатора. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)	Защита лабораторной работы	2
7.	<b>Раздел 6. Асинхронные машины</b>				8
	Тема 1. Устройство и принцип действия трехфазной асинхронной машины, схемы замещения	Лекция № 9. Общие вопросы теории электрических машин переменного тока. Устройство и принцип действия трехфазной асинхронной машины, схемы замещения. (мультимедиа лекция) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Лабораторная работа № 6. Исследование асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Mi-	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		crosoft Excel, Microsoft Word			
	Тема 2. Механическая характеристика асинхронного двигателя Тема 3. Пуск асинхронных двигателей	Лекция № 10. Механическая характеристика асинхронного двигателя. Пуск асинхронного двигателя с фазным ротором и с короткозамкнутым ротором. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
	Тема 2. Механическая характеристика асинхронного двигателя	Практическое занятие № 6 Расчет и построение механических характеристик асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Устный опрос	2
8.	<b>Раздел 7. Электроизмерительные приборы и электрические измерения</b>				<b>4</b>
	Тема 1. Электроизмерительные приборы	Лекция № 11. Электроизмерительные приборы (мультимедиа лекция) Power Point	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		1
	Тема 2. Измерение электрических и неэлектрических величин	Лекция № 11. Измерения электрических и неэлектрических величин. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		1
		Лабораторная работа № 7. Измерение электрических величин. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2
9.	<b>Раздел 8. Основы электропривода</b>				<b>12</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	Тема 1. Общие сведения об электроприводе	Лекция № 12. Общие сведения об электроприводе. Определение и основные понятия электропривода, область применения электроприводов, классификация. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Лабораторная работа № 8. Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного электродвигателя с фазным ротором ( <i>операционный</i> ). КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2
	Тема 2. Механика электропривода, переходные процессы в электроприводах	Лекция № 13. Механика электропривода, переходные процессы в электроприводах (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
	Тема 3. Нагрев и охлаждение электродвигателей, выбор электродвигателей по мощности	Лекция № 14. Нагрев и охлаждение электродвигателей, выбор электродвигателей по мощности. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Практическое занятие № 7. Выбор электродвигателей по мощности для различных номинальных режимов работы. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Устный опрос Тестирование	2
	Тема 4. Электропривод машин и механизмов пищевых производств	Лекция № 15. Электропривод машин и механизмов пищевых производств (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
10.	<b>Раздел 9. Общие сведения об электро-</b>				<b>8</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>оборудовании пищевых производств</b>				
	Тема 1. Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств	Лекция № 16. Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств. (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
	Тема 2. Аппараты: коммутационные, управления, от сверхтока и защитного отключения	Лекция № 17. Аппараты: коммутационные, управления, от сверхтока и защитного отключения (с мультимедиа элементами)	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)		2
		Практическое занятие № 8 Выбор аппаратов защиты и управления. Mentimeter	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3) ОПК-9 (ОПК-9.3)	Устный опрос	2
		Лабораторная № 9. Исследование аппаратов защиты и управления. КОМПАС, AutoCad, Matlab, Mathcad, Microsoft Excel, Microsoft Word	УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5) ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3)	Защита лабораторной работы	2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Линейные электрические цепи постоянного тока</b>		
1.	Тема 1. Общие вопросы электротехники	Общие представления об электротехнике в пищевом производстве. Получение электрической энергии 3-х фазного переменного тока. (УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))
<b>Раздел 2. Электрические цепи синусоидального тока</b>		
2.	Тема 2. Электрические цепи синусоидального тока	Идеальная и реальная катушки в цепях переменного тока. УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))
<b>Раздел 3. Трехфазные цепи переменного тока</b>		
3.	Тема 3. Трехфазные цепи	Соединение источников и приемников электрической

№ п/п	Название раздела, темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	пи переменного тока	энергии по схеме звезда и треугольник. (УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))
<b>Раздел 5. Трансформаторы</b>		
4.	Тема 4. Трансформаторы	Паспортные данные трансформатора и определение номинального тока, тока короткого замыкания в первичной обмотке и изменения напряжения на вторичной обмотке. Автотрансформатор. (УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))
<b>Раздел 7. Электроизмерительные приборы и электрические измерения</b>		
5.	Тема 5. Электрические измерения и приборы	Электрические измерения и приборы. Измерения электрических и неэлектрических величин. Методы измерений: прямые и косвенные (УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))
<b>Раздел 8. Основы электропривода</b>		
6.	Тема 6. Общие сведения об электроприводе	История развития электропривода как отрасли науки и техники УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3)
7.	Тема 7. Механика электропривода, переходные процессы в электроприводах	Основные законы механики электропривода. Электромеханические переходные процессы (УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))
<b>Раздел 9. Общие сведения об электрооборудовании пищевых производств</b>		
8.	Тема 9. Аппараты: коммутационные, управления, от сверхтока и защитного отключения	Рубильники, пакетные выключатели и переключатели, автоматические выключатели, предохранители, магнитные пускатели, устройство внутренней температурной защиты (УВТЗ) УК-1 (УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-1.4, УК-1.5); ОПК-1 (ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3); ОПК-9 (ОПК-9.3))

#### 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания применяется, в основном, традиционная (объяснительно-иллюстративная) технология обучения. Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологии:

- основные формы теоретического обучения: лекции, индивидуальные консультации;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: самостоятельная работа студентов.
- цифровые технологии (проблемное обучение, информационно-коммуникационная технология, проектное обучение, Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Power Point, Miro, Kahoot, Mentimeter, 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 интерактивных образовательных технологий
1.	Основные принципы, теоремы и законы электротехники. Общие вопросы электротехники и применение ее в пищевом производстве. Электрические цепи.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
2.	Основные характеристики магнитного поля. Ферромагнитные материалы и их характеристики. Основные законы магнитных цепей. Расчет магнитных цепей.		Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция).
3.	Устройство трансформаторов, области применения. Двух- и трехобмоточные трансформаторы. Однофазный трансформатор	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа-лекция). Демонстрация фильма об устройстве однофазного трансформатора.
4.	Общие вопросы теории электрических машин переменного тока. Устройство и принцип действия трехфазной асинхронной машины, схемы замещения.	Л	Информационно-коммуникационная технология: (мультимедиа-лекция). Демонстрация фильма об электрических машинах переменного тока.
5.	Электроизмерительные приборы	Л	Информационно-коммуникационная технология: (мультимедиа-лекция). Демонстрация фильма об электроизмерительных приборах
6.	Расчет простых и сложных цепей постоянного тока.	ПЗ	Технология контекстного обучения. (решение типовых задач в условиях ограниченного времени).
7.	Решение задач по расчету однофазных электрических цепей переменного тока.	ПЗ	Технология контекстного обучения.
8.	Расчет однофазного трансформатора	ПЗ	Технология контекстного обучения. (решение типовых задач в условиях ограниченного времени).
9.	Исследование однофазного трансформатора	ЛР	Технология проблемного обучения

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
10.	Исследование механических характеристик трехфазного асинхронного с фазным ротором (операционный).	ЛР	Технология проблемного обучения

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

При изучении разделов дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, выполнение и защиту лабораторных работ, выполнение тестовых заданий; решения типовых задач, в том числе в условиях ограничения времени; проведение дискуссии, выполнение контрольной работы.

**Промежуточный контроль** знаний: зачет.

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

1) При изучении дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы.

Задачей контрольной работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы, а также навыков поиска (применяя электронные системы поиска данных: Google, Yandex, elibrary.ru, cyberleninka.ru), анализа и представления информации в различных формах: традиционной (бумажный носитель) и цифровой (электронные носители).

Контрольная работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием рекомендованных информационных материалов. Контрольная работа носит расчетный характер и выполняется в электронных таблицах Microsoft Excel, Microsoft Visio, Splan 70, математическом пакете Mathcad. Оформляется работа в текстовом редакторе Microsoft Word.

**Примерные темы контрольной работы:**

**Тема № 1.** Расчет разветвленной цепи синусоидального тока. Для цепи синусоидального тока изображенной на рис. 1.

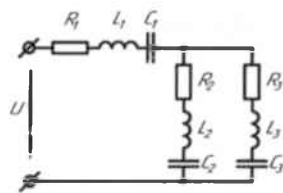


Рис. 1. Разветвленные цепи переменного тока.

**Задание**

1. Определить комплексные изображения токов ветвей.
2. Определить действующие значения токов в ветвях.
3. По полученным комплексным изображениям токов записать выражения для мгновенных значений токов в ветвях.
4. Определить активную и реактивную мощность источника.
5. Определить активную и реактивную мощность приемников.
6. Составить и оценить погрешность расчета баланса активных и реактивных мощностей.
7. Построить векторную диаграмму токов и топографическую диаграмму напряжений. Значения напряжения  $U$ , сопротивлений, индуктивностей и емкостей даны в таблице 1.
8. Частота питающего напряжения  $f = 50$  Гц

Таблица 1

Но- мер вари- анта	Значения электрических величин									
	Величины									
	U, В	R <sub>1</sub> , Ом	L <sub>1</sub> , мГн	C <sub>1</sub> , мкФ	R <sub>2</sub> , Ом	L <sub>2</sub> , мГн	C <sub>2</sub> , мкФ	R <sub>3</sub> , Ом	L <sub>3</sub> , мГн	C <sub>3</sub> , мкФ
1	220	5	25	400	10	20	0	11	0	200
2	380	9	0	200	12	30	200	15	60	300
3	127	5	10	700	6	20	600	8	0	0
4	220	6	20	0	11	30	500	8	50	100
5	220	7	0	500	9	25	400	0	0	400
6	127	6	15	0	7	15	800	8	0	0
7	380	9	30	0	10	35	300	15	0	270
8	380	8	35	0	13	40	0	12	0	500
9	127	6	0	800	8	20	0	11	0	600
10	220	9	45	0	10	30	0	9	40	700
11	230	11	0	0	0	0	100	17	80	0
12	240	0	40	0	18	0	0	19	0	250
13	250	0	0	100	0	50	0	23	66	350
14	260	15	0	0	0	60	0	30	0	660
15	270	20	0	0	0	70	0	40	100	550
16	280	0	50	0	0	0	150	0	0	150
17	290	0	60	0	0	0	250	50	0	0
18	300	0	0	300	25	0	0	0	150	50
19	310	0	0	600	43	0	0	60	200	80
20	320	25	70	0	0	80	700	70	0	0

21	330	30	0	650	0	0	750	80	260	170
22	340	40	80	700	50	0	0	0	0	180
23	350	50	0	0	60	90	360	90	0	220
24	360	67	90	0	70	0	330	100	180	230
25	370	80	0	0	80	100	0	150	210	0
26	380	0	100	830	90	0	350	200	0	250
27	390	90	130	750	0	0	370	250	190	260
28	400	100	0	900	100	130	720	260	0	280
29	410	150	200	0	0	0	660	0	0	290
30	450	0	0	960	370	170	670	280	250	0

**Тема № 2. Расчёт трехфазной цепи.**

К трехфазному источнику подключены потребители (рис. 2) звездой или треугольником. Значения линейного напряжения, активных, индуктивных и емкостных сопротивлений приемников и способ соединения (а — треугольником, б — звездой) приведены в таблице 2.

**Задание**

1. Определить фазные и линейные токи для заданной схемы соединения, а также ток в нейтральном проводе для схемы "звезда".
2. Определить активную и реактивную мощности, потребляемые цепью.
3. Построить топографическую диаграмму напряжений и на ней показать векторы токов.

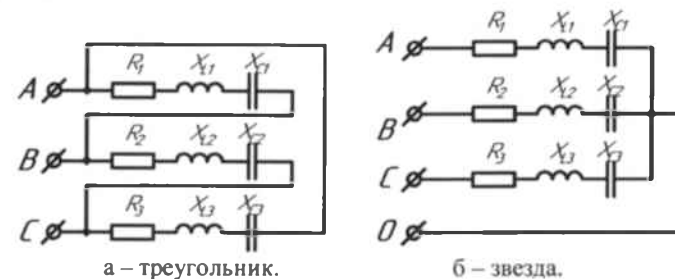


Рис. 2. Трехфазная цепь соединении потребителей звездой или треугольником.

Таблица 2

Варианты, способ соединения	Значения линейного напряжения и сопротивлений приемников									
	Величины									
	U <sub>л</sub> , В	R <sub>1</sub> , Ом	X <sub>L1</sub> , Ом	X <sub>C1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	X <sub>L2</sub> , Ом	X <sub>C2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	X <sub>L3</sub> , Ом	X <sub>C3</sub> , Ом
1, а	380	12	10	0	14	0	0	0	12	0
2, а	400	0	0	10	0	10	0	14	0	13
3, а	220	0	10	0	6	8	0	0	0	7
4, а	300	10	0	0	0	0	8	15	14	0
5, а	310	12	0	11	0	11	0	13	0	0
6, б	320	8	0	0	0	7	12	7	0	0
7, б	350	7	6	0	0	0	8	8	0	0



8, б	370	0	0	11	13	8	0	0	14	0
9, б	380	8	0	12	0	10	0	0	0	12
10, б	420	0	8	0	9	0	0	7	8	0
11, а	440	20	30	25	20	0	15	20	29	36
12, а	460	25	33	28	30	17	0	0	0	40
13, а	480	30	38	35	25	0	20	0	34	45
14, а	500	37	45	40	0	30	45	25	40	0
15, а	520	45	50	47	35	35	55	30	0	50
16, б	540	26	15	55	40	48	0	40	0	0
17, б	560	35	20	60	46	0	60	45	50	0

Продолжение таблицы 2

Варианты, способ соединения	Величины									
	U <sub>л</sub> , В	R <sub>1</sub> , Ом	X <sub>L1</sub> , Ом	X <sub>C1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	X <sub>L2</sub> , Ом	X <sub>C2</sub> , Ом	R <sub>3</sub> , Ом	X <sub>L3</sub> , Ом	X <sub>C3</sub> , Ом
18, б	580	40	25	65	0	55	65	50	0	55
19, б	600	45	30	72	0	0	73	55	60	0
20, б	620	52	37	80	52	60	80	0	0	63
21, а	640	0	0	50	50	0	45	0	0	55
22, а	660	40	0	0	0	45	55	0	46	0
23, а	680	0	60	0	55	0	68	60	0	0
24, а	700	0	0	57	60	57	0	67	0	60
25, а	720	45	0	0	0	0	76	70	50	0
26, б	740	0	66	0	0	60	0	75	0	0
27, б	760	52	70	0	66	0	0	0	54	66
28, б	780	60	0	65	70	67	80	80	0	73
29, б	800	0	74	71	75	73	86	84	60	0
30, б	820	0	0	80	0	0	90	0	0	80

### Тема № 3. Расчёт трехфазного трансформатора.

Номинальные значения высшего и низшего линейного напряжения  $U_{1Н}$ ,  $U_{2Н}$ , мощность  $S_{н}$ , мощности потерь холостого хода  $P_0$ , мощности потерь короткого замыкания  $P_{\kappa}$ , напряжения короткого замыкания  $U_{\kappa}$  и тока холостого хода  $I_0$  представлены в таблице 3. Для трехфазного двухобмоточного трансформатора с мощностью выше 160 кВА и вторичным напряжением 0,23 кВ — схема соединения обмоток выполняются  $Y_{H/\Delta}$ , в остальных случаях вариантах задании  $Y/Y_H$ .

#### Задание

1. Начертить схему трансформатора.
2. Определить номинальные токи в обмотках.
3. Определить коэффициент трансформации.
4. Начертить Т-образную схему замещения трансформатора и определить её параметры, полагая, что  $R_1 = R_2 = R_{\kappa}/2$  и  $X_1 = X_2 = X_{\kappa}/2$ .
5. Определить напряжения  $U_2$  на зажимах вторичной обмотки и КПД трансформатора при коэффициенте нагрузки  $B$ , равном 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 и  $\cos\varphi_2 = 0,8$  ( $\varphi_2 > 0$ ).
6. Построить в общей системе координатных осей графики зависимостей  $U_2(B)$  и  $\eta(B)$ .

Таблица 3

Технические данные трехфазного трансформатора

Варианты №, п/п	А		В				
	U <sub>1н</sub> , кВ	U <sub>2н</sub> , кВ	S <sub>н</sub> , кВА	P <sub>0</sub> , кВт	P <sub>κ</sub> , кВт	U <sub>κ</sub> , %	I <sub>0</sub> , %
1	6	0,23	10	0,105	0,335	5,5	10
2	10	0,4	16	0,22	0,6	5,5	10
3	35	0,23	25	0,24	0,85	5,5	8
4	6	0,4	40	0,25	0,88	4,5	4,5
5	10	0,23	63	0,36	1,35	4,7	4,5
6	35	0,4	100	0,43	2,1	6,6	4,2
7	6	0,23	160	0,61	2,8	6,6	2,4
8	10	0,4	250	1,05	3,9	6,6	2,0
9	35	0,4	400	1,35	4,6	6,6	2,3
10	6	0,4	630	2,4	8,6	6,5	2,0

**Выбор варианта задания.** Исходные данные разделены на группы *A* и *B*. Вариант *A* выбирается по предпоследней цифре, а *B* по последней цифре шифра студента. Эти задания имеют по 100 вариантов, отличающихся друг от друга схемами и числовыми значениями заданных величин.

Реализация контрольной работы производится исходя из нормативных материалов и условий, рассмотренных на лекционных, практических занятиях и лабораторных работах.

Вариант задания контрольной работы определяются лектором курса «Электротехника, электропривод и электрооборудование».

Задание к контрольной работе выдается каждому студенту индивидуально

2) Пример дискуссии для текущего контроля знаний, обучающихся:

**По разделу 1 «Линейные электрические цепи постоянного тока»**

**Теме 1. Линейные электрические цепи постоянного тока**

Практическое занятие № 1. Расчет простых и сложных цепей постоянного тока.

Тема дискуссии «Методы расчета разветвленных электрических цепей»

Вопросы к дискуссии.

1. Структурные параметры разветвленных цепей.
2. Формулировки законов Кирхгофа.
3. Порядок расчета разветвленных цепей по законам Кирхгофа.
4. Порядок расчета разветвленных цепей по методу контурных токов.
5. Порядок расчета разветвленных цепей по методу узловых потенциалов.
6. Особые случаи применения метода контурных токов и метода узловых потенциалов.

3) Пример контрольных вопросов при защите лабораторной работы для текущего контроля знаний, обучающихся:

**По разделу 2 «Электрические цепи синусоидального тока»**

**Тема 1.** Электрические цепи синусоидального тока  
Лабораторная работа № 1. Исследование характеристик простых цепей синусоидального тока.

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы.

1. Что такое реактивное сопротивление?
2. Напишите формулу полного сопротивления цепи переменному току.
3. Напишите закон Ома для цепи переменного тока.
4. В цепи напряжения на отдельных участках составляют  $U_R = 40$  В,  $U_L = 60$  В,  $U_C = 30$  В. Определить напряжения на зажимах.
5. Постройте векторную диаграмму для цепи, содержащей активное и ёмкостное сопротивления и определите подведенное напряжение, если  $I = 1$  А,  $R = 80$  Ом;  $X_C = -60$  Ом.
6. Что такое полная мощность? По каким формулам она может быть определена?
7. Дайте определение коэффициента мощности и напишите формулы, по которым он определяется.
8. Из треугольников напряжений напишите выражения для определения активного и реактивного напряжений через полное напряжение.
9. В каких цепях и при каких условиях возникает резонанс напряжений?
10. Чем характеризуется резонанс напряжений?
11. От чего зависит величина тока при последовательном соединении конденсаторных батарей ( $X_C$ ) с обмотками электродвигателя ( $X_L$  и  $R$ ) при  $X_L = X_C$ ?
12. В последовательной цепи, состоящей из катушки сопротивлением  $Z = 51$  Ом и ёмкости  $63,6$  мкФ, возникает резонанс напряжений. К зажимам цепи подведено напряжение  $U = 100$  В, частота  $f = 50$  Гц. Определить: силу резонансного тока; напряжение на катушке  $U_{LR}$  и на ёмкости  $U_C$ .
13. Что характеризует угол  $\varphi$ ?
14. Что характеризует угол  $\cos\varphi$ ?
15. Напишите формулу полного сопротивления этой цепи (рис. 1.1 и рис 1.2):  
 $Z = \dots$ .

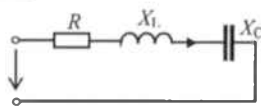


Рис. 1.1

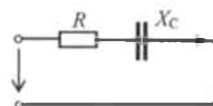


Рис. 1.2

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

**По разделу 8 «Основы электропривода»**

**Тема 3.** Нагрев и охлаждение электродвигателей, выбор электродвигателей по мощности

Практическое занятие № 7. Выбор электродвигателей по мощности для различных номинальных режимов работы.

Перечень вопросов для устного опроса

1. Дайте определение нагрузочной диаграммы рабочей машины?
2. Назовите способы получения нагрузочной диаграммы.
3. Изложите общий порядок выбора электродвигателей по мощности.
4. Каким образом осуществляется выбор мощности двигателя при длительной нагрузке?
5. Какие методы используются при выборе мощности двигателей при кратковременном режиме работы?
6. Какие методы используются при выборе мощности двигателей при повторно-кратковременном режиме работы?

5) Пример типовых задач для текущего контроля знаний, обучающихся (решение задач на ПК в режиме ограничения времени):

**По разделу 2 «Линейные электрические цепи постоянного тока»**

**Тема 1.** Линейные электрические цепи постоянного тока

Практическое занятие № 1. Расчет простых и сложных цепей постоянного тока.

**Задача №1.**

Для заданной схемы цепи с заданными параметрами:

- 1) определить ток цепи;
- 2) определить напряжение  $U_{ad}$  (для схемы рис. 2) или  $U_{ce}$  (для схемы рис. 3);
- 3) проверить выполнение баланса мощностей
- 4) рассчитать и построить потенциальную диаграмму.

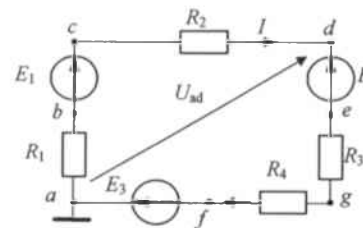


Рис. 2

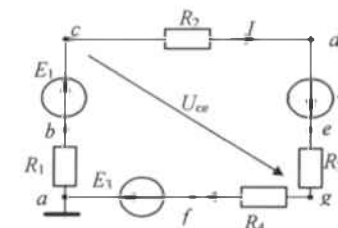


Рис. 3

**Задача № 2.** Найти эквивалентное сопротивление между зажимами, а и б для следующей цепи (см. рис. 4). Дано  $R_1=15$  Ом,  $R_2=20$  Ом,  $R_3=30$  Ом,  $R_4=60$  Ом.

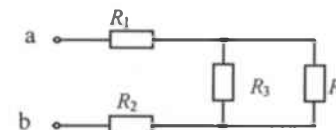


Рис. 4

**Задача № 3.** Дана сложная электрическая цепь (см. рис. 5). Необходимо рассчитать сложную электрическую цепь: 1) по законам Кирхгофа; 2) методом контурных токов. Дано  $E_1=10$  В,  $E_2=9$  В,  $I=0,5$  А,  $R_1=20$  Ом,  $R_2=55$  Ом,

$R_3=138 \text{ Ом}$ ,  $R_4= 74 \text{ Ом}$ ,  $R_5= 63 \text{ Ом}$ ,  $R_6= 168 \text{ Ом}$  Необходимо рассчитать сложную электрическую цепь: 1) по законам Кирхгофа, 2) методом контурных токов.

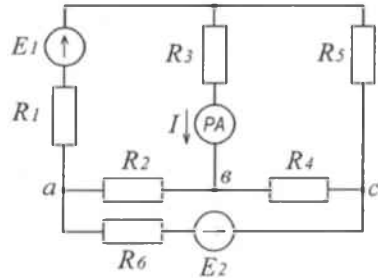


Рис. 5

6) Пример тестового задания для текущего контроля знаний, обучающихся

По разделу 8 «Основы электропривода»

**Тема 3.** Нагрев и охлаждение электродвигателей, выбор электродвигателей по мощности

Практическое занятие № 7. Выбор электродвигателей по мощности для различных номинальных режимов работы.

Тест 1 (Вариант № 1)

1. Уравнение теплового баланса двигателя при неизменной нагрузке имеет вид:

- 1)  $Qdt = A\tau dt + Cdt\tau$ ;
- 2)  $Qdt = Cdt + Ad\tau$ ;
- 3)  $A\tau dt = Qdt + Cdt\tau$ ;
- 4)  $Qdt = C\tau dt + Ad\tau$ ;
- 5)  $Qdt = Cdt\tau + Adt$ .

2. Чему равна постоянная времени нагрева электродвигателя?

- 1)  $T_n = \frac{A}{C}$ ;
- 2)  $T_n = \frac{\tau_{уст}}{A}$ ;
- 3)  $T_n = \frac{A}{t}$ ;
- 4)  $T_n = \frac{C}{\tau_{уст}}$ ;

$$5) T_n = \frac{C}{A}.$$

3. В каких единицах измеряется теплоемкость «С» двигателя?

- 1) Дж / с;
- 2) Дж · с;
- 3) Дж / °С;
- 4) Дж · °С;
- 5) Дж / с · °С.

4. Чему практически равно время нагрева двигателя от начального до установленного значения превышения температуры?

- 1)  $t = T_n$ ;
- 2)  $t < T_n$ ; 3
- 3)  $t = (3...4)T_n$ ;
- 4)  $t = (9...10)T_n$ .

5. Как при изменении нагрузки на валу электродвигателя изменяется величина  $T_n$ ?

- 1) При увеличении нагрузки  $T_n$  увеличивается;
- 2) При увеличении нагрузки  $T_n$  уменьшается;
- 3) При уменьшении нагрузки  $T_n$  уменьшается;
- 4) При уменьшении нагрузки  $T_n$  увеличивается;
- 5) При изменении нагрузки  $T_n$  практически не изменяется;

6. С увеличением температуры окружающей среды допустимая нагрузка на электродвигатель:

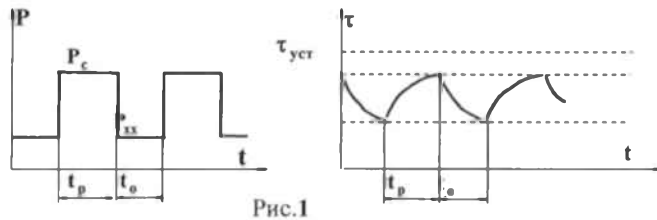
- 1) Увеличивается; 2) Уменьшается; 3) Остается неизменной.

7. Определите зависимость между коэффициентами тепловой  $p_m$  и механической  $p_m$  перегрузки.

- 1)  $p_m = \sqrt{p_m\alpha}$ ;
- 2)  $p_m = \sqrt{p_m(\alpha + 1) - \alpha}$ ;
- 3)  $p_m = \sqrt{p_m}$ ;
- 4)  $p_m = \sqrt{p_m(\alpha - 1)}$ ;
- 5)  $p_m = \sqrt{p_m\alpha - 1}$ .

8. Какому режиму работы соответствует график нагрузки (рис.1)?

- 1) Перемежающемуся;
- 2) Повторно-кратковременному;
- 3) Кратковременному;
- 4) Продолжительному.



9. Эквивалентная мощность для ступенчатого графика нагрузки определяется по выражению:

$$1) P_{эки} = \frac{\sum P_i t_i}{t_{ц}};$$

$$2) P_{эки} = \sqrt{\frac{\sum P_i^2 t_i}{t_{ц}}};$$

$$3) P_{эки} = \frac{\sum P_i^2 t_i}{t_{ц}};$$

$$4) P_{эки} = \sqrt{\frac{P_{max}^2 t_{max}}{t_{ц}}}.$$

10. Для проверки асинхронного двигателя по условию надежного пуска справедливо выражение:

- 1)  $M_{пуск} \geq M_{тр} + M_n$ ;
- 2)  $M_{пуск} \geq 0,25 M_{тр}$ ;
- 3)  $k_u^2 M_{пуск} \geq M_{тр} + 0,25 M_n$ ;
- 4)  $k_u^2 M_{кр} \geq M_{тр} + 0,25 M_n$ .

11. Какое выражение следует использовать при проверке асинхронного двигателя по перегрузочной способности:

- 1)  $k_u^2 \geq M_{max, граф}$ ;

$$2) k_u^2 \geq M_{тр};$$

$$3) k_u^2 \geq M_n + 0,25 M_{max, граф};$$

$$4) k_u^2 \geq M_{max, граф} + 0,25 M_n.$$

12. При увеличении статической нагрузки на валу двигателя допустимое число включений двигателя:

- 1) увеличится;
- 2) останется неизменным;
- 3) уменьшится.

7) Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет):

1. Электрические цепи и их элементы.
2. Основные параметры электрической цепи.
3. Классификация электрических цепей.
4. Закон Ома и законы Кирхгофа для цепей постоянного тока.
5. Определение и параметры линейных электрических цепей постоянного тока.
6. Методы расчета сложных цепей постоянного тока.
7. Метод контурных токов.
8. Закон Ома для цепей переменного тока.
9. Последовательное соединение элементов R, L и C. Векторная диаграмма. Резонанс напряжений.
10. Параллельное соединение элементов R, L и C. Векторная диаграмма. Резонанс токов.
11. Мощность однофазных цепей переменного тока.
12. Получение синусоидального тока, его основные параметры, преимущества по сравнению с постоянным током.
13. Способы соединения фаз 3-х фазного источника питания. Фазные и линейные напряжения и токи.
14. Соединения элементов трехфазной цепи «звездой».
15. Соединения элементов трехфазной цепи «треугольником».
16. Роль нулевого проводника в трехфазных цепях переменного тока.
17. Примеры несимметричных режимов при соединении «звездой». Построить векторные диаграммы: неравномерная нагрузка с нулевым проводником и без него.
18. Примеры несимметричных режимов при соединении звездой. Построить векторные диаграммы: обрыв фазного провода при наличии нулевого проводника и обрыв фазного провода при отсутствии нулевого проводника.
19. Примеры несимметричных режимов при соединении треугольником. Построить векторные диаграммы: неравномерная нагрузка и обрыв фазного провода.
20. Примеры несимметричных режимов при соединении треугольником. Построить векторные диаграммы – обрыв линейного провода и обрыв фазного провода.

21. Мощность трехфазных цепей.
22. Определение, основные параметры и классификация трансформаторов.
23. Устройство и принцип действия трансформатора.
24. Устройство силового трансформатора. КПД трансформатора.
25. Потери в трансформаторе. Условия включения их на параллельную работу. Диаграмма мощности трансформатора.
26. Коэффициент мощности –  $\cos \phi$ . Пути повышения  $\cos \phi$ .
27. Измерительные трансформаторы.
28. Методы измерений. Погрешности измерений.
29. Измерение тока, напряжения, мощности.
30. Устройство и принцип действия асинхронного электродвигателя. Энергетические процессы, происходящие в асинхронном электродвигателе. Диаграмма мощностей асинхронного электродвигателя.
31. Механическая характеристика асинхронного электродвигателя. Регулирование скорости вращения асинхронного электродвигателя.
32. Паспорт асинхронного электродвигателя. Пуск асинхронного электродвигателя.
33. Индукционные измерительные механизмы.
34. Основные понятия и определения электропривода.
35. Классификация электроприводов.
36. Преимущества электропривода в сравнении с другими видами привода.
37. Номинальные режимы. Выбор электродвигателя для привода рабочей машины.
38. Основные данные электродвигателя и их соотношения.
39. Напряжение и схема соединения обмоток трёхфазных электродвигателей.
40. Выбор мощности двигателя для различных режимов работы электропривода.
41. Назначение аппаратуры управления и защиты.
42. Классификация аппаратуры управления и защиты.
43. Аппаратура ручного управления.
44. Аппаратура дистанционного и автоматического управления.
45. Аппаратура контроля и защиты электродвигателей.
46. Устройство и принцип действия автоматического выключателя.
47. Устройство и принцип действия теплового реле.
48. Объясните назначение блок-контактов магнитного пускателя ПМ в схеме управления электродвигателем, при автоматическом и дистанционном (ручном) режимах работы электродвигателя.
49. Назначение предохранителей и тепловых реле при защите электродвигателей.
50. Что такое режим короткого замыкания электродвигателя?
51. Какой ток прерывает плавкая вставка предохранителя?
52. По какому току выбирается плавкая вставка предохранителя для электродвигателя?
53. Какие способы применяются для улучшения коэффициента мощности электродвигателей?
54. Какие отрицательные последствия низкого коэффициента мощности электродвигателя?

55. Нарисуйте схему включения магнитного пускателя для запуска электродвигателя и объясните принцип её работы.
56. Нарисуйте схему включения реверсивного способа пуска электродвигателя и объясните принцип её работы.
57. Какие контакты у магнитного пускателя относятся к замыкающим и какие – к размыкающим?
58. Как действует нулевая защита у магнитного пускателя? Приведите практический пример.
59. Преимущества магнитного пускателя по сравнению с рубильником.
60. Почему при нажатии на обе кнопки “Пуск” и “Стоп” двигатель не включается и что произойдет, если одновременно нажать на кнопки “Пуск вперёд” и “Пуск назад”?

#### Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

Формой промежуточного контроля является зачет. Для подготовки к зачету дан перечень вопросов. Зачет проводится в виде устного опроса.

Для допуска к зачету по дисциплине «Электротехника, электропривод и электрооборудование» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, выполнение и защиту лабораторных работ со сдачей отчетов по ним, выполнение контрольной работы.

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электротехника, электропривод и электрооборудование» применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов. Критерии выставления «зачета» по системе: «зачет», «незачет» представлены в таблице 7.

Таблица 7

#### Критерии оценивания результатов обучения (зачета)

Оценка	Критерии оценивания
«зачет»	Оценку «зачет» 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. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы.</b>
«незачет»	Оценку «незачет» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. — М.: Издательство Юрайт, 2015. — 431 с. — (Бакалавр. Академический курс).
2. Новожилов, О.П. Электротехника (теория электрических цепей) /О.П. Новожилов. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 644 с.- (Бакалавр. Академический курс).
3. Шичков, Л.П. Электрический привод: учебник и практикум для академического бакалавриата, обучающихся по инженерно-техническим и аграрным направлениям /Л.П.Шичков. 2-е изд. испр. и доп.— М.: Изд. Юрайт, 2019. — 326 с.- (Бакалавр. Академический курс).

### 7.2. Дополнительная литература

1. Данилов, И. А. Общая электротехника [Текст]: часть 1 / Данилов, И. А. - М.: Юрайт, 2018. — 426 с.
2. Данилов И. А. Общая электротехника [Текст]: часть 2 / Данилов, И. А. - М.: Юрайт, 2018. — 251 с.
3. Герасенков, А. А. Электрические и электронные аппараты. Электромеханические аппараты [Текст]: учебное пособие: [в 2-х т.] Т.1. / А. А. Герасенков, Н. Е. Кабдин. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. —164 с.
4. Герасенков, А. А. Электрические и электронные аппараты. Электронные аппараты [Текст]: учебное пособие: [в 2 т.] Т.2 / А. А. Герасенков, Н. Е. Кабдин. — М. ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. — 160 с.
5. Герасенков, А. А. Электропривод: устройства защиты и управления [Текст]: учебное пособие. / Герасенков А. А., Кабдин Н. Е., Сергованцев А. В. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. — 122 с.
6. Забудский, Е.И. Электрические машины. Ч2. Асинхронные машины [Текст]: учебное пособие для вузов / Е.И. Забудский. — М.: ООО «Мегаполис», 2017. — 304 с.
7. Копылов И.П. Электрические машины [Текст]: / И. П. Копылов. - 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2015. — (Бакалавр. Академический курс)
8. Медведев, А.А. Эксплуатация электрооборудования в сельском хозяйстве [Текст]: учебник для вузов / А.А. Медведев, С.А. Суворов, В.А. Лавров. — М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. — 278 с.
9. Сторчевой, В.Ф. Электроснабжение, электротехника с основами электроники [Текст]: учебное пособие/ Сторчевой В.Ф., Сучугов С.В., Уманский, П.М.- Москва: МЭСХ, 2021. — 125 с.
10. Сторчевой В.Ф. Практикум по электротехнике, основам электроники и электрическим машинам природообустройства [Текст]: практикум / В.Ф. Сторчевой, С.В. Сучугов, П.М. Уманский. — М.: МЭСХ, 2018. — 251 с.
11. Сторчевой В.Ф. Электротехника с основами электроники и электроснабжение [Текст]: учебное пособие / В.Ф. Сторчевой, П.М. Уманский, С.В. Сучугов. — М.: МЭСХ, 2017. — 52 с.

12. Сторчевой В.Ф. Электрооборудование транспортно-технологических средств и систем [Текст]: учебное пособие к лабораторным работам / В.Ф. Сторчевой, С.В. Сучугов, П.М. Уманский. — М.: МЭСХ, 2017. — 121 с
13. Сторчевой В.Ф., Электротехника и основы электроники [Текст]: учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / В.Ф. Сторчевой, С.В. Сучугов, П.М. Уманский — М.: МЭСХ, 2018. — 90 с.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Правила устройства электроустановок. [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. — Новосибирск: Норматива, 2019 — 462 с.
2. ГОСТ Р 50369-92. Электроприводы. Термины и определения. — Госстандарт России.
3. ГОСТ 27471–81. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.
4. ГОСТ 12139–94. Машины электрические вращающиеся. Ряды номинальных мощностей и частот.
5. ГОСТ Р МЭК 60204.1–99. Безопасность машин. Электрооборудование машин и механизмов. Ч. 1. Общие требования.
6. ГОСТ Р 51689–2000. Машины электрические вращающиеся. Двигатели асинхронные мощностью от 0,12 до 400 кВт включительно.
7. ГОСТ 14254–96 (МЭК 529-89). Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP).
8. ГОСТ 26772–85. Машины электрические вращающиеся. Обозначения выводов и направления вращения.
9. ГОСТ 2.710–81 ЕСКД. Обозначения буквенно-цифровые в электрических схемах.
10. ГОСТ 2.755–87 ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения.
11. ГОСТ 2.709–89 ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических системах.
12. ГОСТ 2.759–82. Обозначения условные графические в схемах. Элементы аналоговой техники.
13. ГОСТ 28173–89. Машины электрические вращающиеся. Номинальные данные и рабочие характеристики.

### 7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электротехника, электропривод и электрооборудование» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах. Лабораторные работы проводятся в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение контрольной работы.

На лекциях излагается теоретический материал, лабораторные работы и практические занятия проводятся для закрепления теоретических знаний.

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

В учебном процессе рекомендуется использовать следующее программное обеспечение: Mathcad, Matlab, КОМПАС, AutoCad, Microsoft Power Point, Migo, Kahoot, Mentimeter, Zoom и др., 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=40470> (Электротехника и электроника: учебное пособие) (открытый доступ);
3. <http://window.edu.ru/window/library?p rid=24979> Электротехника и электроника. Трехфазные электрические цепи: 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.cnsnb.ru/elbib.shtm> (электронная библиотека ГН ЦНСХБ) (открытый доступ);
8. <http://opdo.timacad.ru/> Образовательный портал РГАУ МСХА им. К.А Тимирязева. Электронный ресурс кафедры «Электроснабжения и электротехники». Теоретические основы электротехники (открытый доступ).
9. 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>
  - <https://www.mentimeter.com/>

### 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

Перечень программного обеспечения					
№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1. Линейные электрические цепи	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированно-	Microsoft Microsoft Autodesk	2016 2016 2020

	постоянного тока	Power Point Mentimeter	го проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft	2016 2014
2.	Раздел 2. Электрические цепи синусоидального тока	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированно-го проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
3.	Раздел 3. Трехфазные цепи переменного тока	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированно-го проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
4.	Раздел 5. Трансформаторы	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированно-го проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014
5.	Раздел 6. Асинхронные машины	Microsoft Word Microsoft Excel AutoCad Power Point Mentimeter	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Система автоматизированно-го проектирования (САПР) Презентация <a href="https://www.mentimeter.com/">https://www.mentimeter.com/</a> компьютерная программа (приложение) для обратной связи в режиме реального времени	Microsoft Microsoft Autodesk Microsoft	2016 2016 2020 2016 2014

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

Таблица 9

**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: Компьютеры - 24 шт. Интерактивная доска – 1 шт., проектор – 1 шт.:
Корпус № 24, аудитория № М15	Лаборатория «Асинхронных машин»: Лабораторные стенды: ЛЭС-5 (инв. № 41036000005107. = 7 шт. 41036000005109). Вольтметры инв. № 210134000000449- № 210340000000453. Амперметры инв. № 210134000000454– № 210134000000457). Фазометры инв. № 210134000000623. 210134000000226, Плакаты по электротехнике инв. № 410138000000251 – № 410138000000271
Корпус № 24, аудитория № 204	Лаборатория «Электропривод и электрооборудование» 1) Лабораторный стенд «Исследование режимов пуска и динамического торможения асинхронных электродвигателей» инв. № 64535. 2) Лабораторный стенд «Исследование механических характеристик двухскоростного асинхронного электродвигателя»: инв. № 64568. 3) Лабораторный стенд «Исследование электромеханических свойств ДПТ независимого возбуждения»: инв. № 64532. 4) Лабораторный стенд «Управление торможением асинхронного электродвигателя при помощи реле контроля скорости» инв. № 64530. 5) Лабораторный стенд «Типовые схемы управления асинхронными электродвигателями» инв. № 64529. 6) Лабораторный стенд «Исследование управления асинхронным электродвигателем в функции пути с помощью конечных выключателей» инв. № 64531.
Корпус № 24, аудитория № 211	Лаборатория «Электрические и электронные аппараты» Типовой комплект учебного оборудования «Электрические аппараты», исполнение стендовое, ручное ЭА-СР: инв. № 410126000000024. -Модуль «Модуль питания»

	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Модуль «Автотрансформатор»</li> <li>-Модуль «Модуль измерительный»</li> <li>-Модуль «Секундомер и светосигнальная арматура»</li> <li>-Модуль «Электромагнитное реле»</li> <li>-Модуль «Реле времени и напряжения»</li> <li>-Модуль «Предохранители и автоматические выключатели»</li> <li>-Модуль «Магнитный пускатель»</li> <li>-Модуль «Реле тока и тепловое реле»</li> <li>-Модуль «Командоаппараты и датчики»</li> <li>-Каркас 2x5</li> <li>-Стол лабораторный с подвесным ящиком</li> <li>-Комплект соединительных проводников и кабелей.</li> <li>1. Лабораторная работа «Исследование параметров контактных систем коммутационных аппаратов»: Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 1 А -Милливольтметр 200 мВ -Реостат 2 А, 50 Ом -Контактор ПМЛ12100 -Кнопочный пост ПКЕ 112-1 УЗ К Гр -Универсальный переключатель УП5313</li> <li>2. Лабораторная работа «Исследование защитных характеристик реле перегрузки электротепловых токовых» -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Реостат 2 А, 50 Ом -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 25 А -Реле тепловое РТЛ 1016, 9-13 А -Реле тепловое ТРН 25, 12 А -Секундомер 0-3600 с</li> <li>3. Лабораторная работа «Исследование защитных характеристик автоматических выключателей»: -Регулируемый автотрансформатор 0-250 В -Реостат 2 А, 50 Ом -Понижающий трансформатор 220/24 В -Амперметр 25 А -Автоматический выключатель АП50Б, 6,3 А -Автоматический выключатель ВА47-29, С10 -Автоматический выключатель DEK ВА 101, С10 -Секундомер 0-3600 с</li> <li>4. Лабораторная работа «Исследование параметров срабатывания УЗО-Д»: -Прибор АСТРА-ПРОФИ -Лампа накаливания 220 В, 40 Вт (2 шт.) -Автоматический выключатель ВА47-29, С16 -УЗО ВД1-63 20А, 10 мА -УЗО DEKraft 2P 63А 100мА -УЗО DEKraft 2P 63А 30мА</li> </ul>
Корпус № 24, аудитория № 310.	Лаборатория «Электротехнологические установки». Лабораторных комплексов ЛКЭТ-2 обеспечивает



	экспериментальное изучение по дисциплине электро-техника инв. № 410124000602788 Лабораторный комплекс по электротехнике ЛКЭТ-3А инв. № 410124000602837 Лабораторный комплекс по электротехнике ЛКЭТ-3А инв. № 410124000602825 Лабораторный комплекс по электротехнике ПКЭТ-3Б инв. № 1101048442
Для самостоятельной работы студентов используются ресурсы Центральной научной библиотеки имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающие 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом, а также комнаты для самоподготовки в общежитиях № 4, № 5, № 11.	

### 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

В результате изучения дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» студент получает знания об основных законах электротехники, о методах расчета электрических и магнитных цепей, о методах измерения электрических величин, о теории электрических машин, по основам электропривода; по устройству, методам расчета и выбору аппаратов защиты и управления.

Методические рекомендации для успешного освоения студентами дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. С этой целью необходимо перед следующей лекцией проработать материал предыдущей лекции. В случае возникновения вопросов необходимо обратиться к учебной литературе, а при невозможности самостоятельно решить возникшие проблемы подготовить вопросы и обратиться с ними к преподавателю. Организовать электронное хранилище информации по своему направлению подготовки и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. На *лабораторных* работах происходит ознакомление студентов с современным электрооборудованием, а также методиками проведения исследований, методами измерений, электроизмерительными приборами (вольтметрами, амперметрами, ваттметрами и т. д.).

На первой лабораторной работе объявляется перечень лабораторных работ, ознакомление студентов: с порядком проведения лабораторной работы, с техникой безопасности, с объемом, формой отчетов и правилами их сдачи. На лабораторных работах необходимо обдуманно выполнять экспериментальные исследования, производить расчеты, строить характеристики, чертить схемы и

анализировать полученные результаты. При защите лабораторной работы студент должен представить полностью оформленный отчет и ответить на контрольные вопросы преподавателя по содержанию проведенных исследований, выполнению расчетов, обработке результатов и построению графических зависимостей. Защищать лабораторную работу по возможности следует в день её выполнения или ближайшее время.

На *практических* занятиях обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты. Практические занятия должны обеспечить ознакомление студентов с современным электрооборудованием пищевых производств.

3. Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропродмаш», «Золотая осень», «Электро 20..» и др.

*Самостоятельная работа студентов* предполагает проработку лекционного материала, подготовку к лабораторным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (контрольной работы).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

### 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

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электротехника, электропривод и электрооборудование» согласно структуре, являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации и выполнение контрольной работы.

#### Лекция

Используются следующие методы, средства и формы обучения:

1. Методы обучения. В процессе чтения лекции необходимо привлекать студентов активно принимать участие в усвоении и понимании материала, задавая вопросы и комментируя ответы студентов.

а) по характеру познавательной деятельности:

- репродуктивный;
  - проблемный.
- б) по источнику знаний:
- словесный;
  - наглядный (Электрические схемы, рисунки, модели, плакаты).

Контроль усвоения осуществляется путем проведения лабораторных работ, выполнения контрольной работы и зачета.

Лекция – традиционно ведущая форма обучения в вузе. Она является методологической и организационной основой для всех форм учебных занятий, в том числе самостоятельных. Ее основная цель – формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала.

Лекция должна излагаться простым и доступным языком; иметь четкую логику изложения; последовательно раскрывать причинно-следственные связи; содержать только достоверные и научно проверенные факты; включать достаточное количество ярких и убедительных примеров, фактов, доказывающих правильность выдвигаемых положений; быть эмоциональной; отражать элементы личной оценки и отношения преподавателя к излагаемым фактам, событиям. В ходе лекции преподаватель, опираясь на имеющиеся у студентов знания и практический опыт, подводит их к пониманию и усвоению новых знаний, формулированию правил и выводов.

На лекции рекомендуется использовать преимущественно проблемный метод обучения, когда преподаватель ставит перед студентами учебную проблему, побуждая их к самостоятельному поискам её решения. Например, объяснение причины увеличения тока при резонансе напряжений в электрической цепи, преподаватель просит высказать соображения о возможности уменьшения этого тока, комментируя предложения студентов. Аналогично может проходить изучение любых разделов рабочей программы, касающихся сугубо технических вопросов. Например, ознакомив студентов со способами расчета электрических цепей синусоидального тока, можно попросить студентов высказать соображения по условиям применения каждого из них, отмечая и усиливая мотивацию верных решений и поясняя, в чём состоит ошибочность решений неверных.

В ходе лекций целесообразно обращать внимание на энергетическую сторону процессов и явлений в электрических цепях, поясняя, например, что КПД показывает потери активной мощности в цепи и зависит от части активной мощности, используемой потребителем полной активной мощности, которая включает также и различные потери в цепи. А коэффициент мощности зависит только от параметров цепи (активного и полного сопротивлений цепи). Обсуждение вопроса о преимуществе способов соединения сопротивлений нагрузки и обмоток генератора, какими соображениями пользуются при выборе этих способов. Как показывает опыт, ответы на подобные вопросы часто не являются очевидными для студентов даже старших курсов.

Полезно использовать метод обучения, основанный на обмене взглядами по определенной задаче, причем эти взгляды отражают собственное мнение студентов или опираются на материалы, приведенные в различных источниках. Этот метод формирует у студента самостоятельное мышление, умение аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Например, когда при подборе способа повышения коэффициента мощности рассматриваются несколько способов, это и ме-

тод подбора мощности двигателя, соответствующей мощности рабочей машины. В этом случае необходимо учитывать изменение нагрузки, способы пуска двигателя и регулирования скорости вращения двигателя. Кроме того, использование для повышения коэффициента мощности конденсаторных батарей. При этом следует учитывать затраты на конденсаторные батареи, а также на надежность их работы. Таким образом, при выборе способа повышения коэффициента двигателя необходимо проанализировать их достоинства и недостатки в сравнении друг с другом и показать, в каких условиях применение одного из способов может оказаться более рациональным и почему. Необходимо проанализировать их достоинства и недостатки в сравнении друг с другом и показать, в каких условиях применение одного из них может оказаться более рациональным и почему. В ходе обсуждения постоянно следует обращать внимание студентов на то, что вопрос: «какой из способов лучше?» без указания конкретных условий его применения не имеет ответа. Нужно показать, что лучшим будет тот способ, который, удовлетворяя всем техническим требованиям, окажется наиболее дешёвым. Хорошо проведенная дискуссия имеет большую обучающую и воспитательную ценность: учит более глубокому пониманию задачи; умению защищать свою позицию; считаться с мнениями других.

В процессе чтения лекции полезно использовать наглядные методы обучения. Их условно можно подразделить на две большие группы: метод иллюстраций и метод демонстраций.

Метод иллюстраций предполагает показ ученикам компьютерных презентаций, макетов, слайдов, иллюстративных пособий: плакатов, таблиц, пр.

Метод демонстраций обычно связан с демонстрацией приборов, опытов, технических установок, кинофильмов, видеороликов, диафильмов и др. При использовании наглядных методов обучения необходимо соблюдать ряд условий:

- а) применяемая наглядность должна соответствовать уровню подготовки студентов;
- б) наглядность должна использоваться в меру и показывать ее следует постепенно и только в соответствующий момент лекции;
- в) наблюдение должно быть организовано таким образом, чтобы все студенты могли хорошо видеть демонстрируемый материал;
- г) необходимо четко выделять главное, существенное при показе иллюстраций;
- д) детально продумывать пояснения, даваемые в ходе демонстрации явлений;
- е) демонстрируемая наглядность должна быть точно согласована с содержанием материала;
- ж) привлекать самих студентов к нахождению желаемой информации в демонстрационном или наглядном пособии.

Контроль усвоения лекционного материала может осуществляться как по реакции аудитории на поставленные учебные проблемы, так и путём опроса отдельных студентов. В последнем случае полезно оценивать достоверность и полноту ответа, учитывая впоследствии это обстоятельство при защите внеаудиторного задания, проведении зачёта, о чём студентов следует информировать в начале лекционного курса.

При оставлении, какого-либо раздела или его части на самостоятельное изучение студентов следует дать перечень вопросов, на которые нужно будет найти ответы в учебнике и указать номера соответствующих глав и параграфов. Контроль усвоения этих знаний можно провести в виде контрольной работы во время практиче-

ских занятий, (желательно, в тестовой форме) с указанием критериев оценки её результатов.

### Практические занятия

Практические занятия, целью которых является закрепление и углубление знаний, полученных в лекционном курсе, целесообразно проводить также с использованием проблемного метода обучения. При использовании этого метода преподаватель, входе изложения материала, ставит проблему, формулирует познавательную задачу, а затем, совместно со студентами раскрывает систему доказательств, сравнивает различные точки зрения и подходы, показывает способ решения поставленной задачи. Путем постановки тщательно продуманной системы вопросов подводит студентов к пониманию нового материала или проверяет усвоение ими уже изученного. Вопросы должны быть краткими, четкими, содержательными, сформулированными так, чтобы заставляли студента думать. Не следует ставить двойных, подсказывающих вопросов или наталкивающих на угадывание ответа. Также не следует формулировать альтернативных вопросов, требующих однозначных ответов типа “да” или “нет”. Например, при рассмотрении вопроса о выборе способа соединения нагрузки, преподаватель ставит перед студентами познавательную задачу - «Какие факторы следует учитывать при выборе способа соединения обмоток генератора и сопротивлений нагрузки?». Затем сравнивает различные способы соединения (обмотки генератора соединяют в звезду, а сопротивления потребителей в треугольник и наоборот), путем постановки тщательно продуманной системы вопросов подводит их к пониманию факторов, влияющих на решения поставленной задачи.

Репродуктивный метод проведения практического занятия, суть которого состоит в изучении материала на основе образца или правила и носит алгоритмический характер, т.е. выполняется по инструкциям, предписаниям, правилам, следует использовать только при изложении материала, имеющего справочный характер. Однако и в последнем случае следует обратить внимание студентов на физическую природу явления той или иной рекомендации, величины норматива, коэффициента и др.

Желательно добиться, чтобы на практических занятиях студенты имели конкретный учебник или пособие, где содержится материал данного занятия. В ходе занятия, после объяснения преподавателя, целесообразно попросить студентов внимательно ознакомиться с иллюстрациями, поясняющими конструкцию реального насоса, насосной станции, после чего, задавая соответствующие вопросы, выяснить, как усвоен материал. Опыт применения подобной методики показывает, что студенты часто не дают себе труда внимательно разобраться не только в деталях электродвигателя, но даже и в принципе его работы. Полезным, оказывается, дать задание студентам найти в учебнике ответ на конкретный вопрос. Работа с книгой в аудитории в известной степени избавляет многих студентов от «книгобоязни», даёт определённый навык чтения электрических схем и облегчит работу студенту при самостоятельном изучении поставленных задач.

**Самостоятельная работа** студентов предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (контрольной). При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

### Лабораторные работы

Лабораторные работы являются связующим звеном теории и практики. Они позволяют углубить и закрепить теоретические знания, получаемые на лекциях, проверить научно-теоретические положения экспериментальным путем, выработать у студентов практические умения и навыки. Одновременно они являются базой для научно-исследовательской работы студентов.

Лабораторные работы должны тематически следовать за определенными темами теоретического курса. Особое внимание при проведении лабораторных работ преподавателю следует уделить вопросам, направленным на понимание студентами их необходимости для своего направления подготовки, на их связь с теоретическим материалом, на выяснение физических процессов и сделанные обучаемым выводы.

Студенты должны заранее самостоятельно подготовиться к лабораторной работе с использованием указанной преподавателем литературы: учебники, лекции, методические указания. Подготовить ответы на контрольные вопросы, предложенные преподавателем к данной лабораторной работе.

Перед проведением лабораторных работ преподаватель проводит подробный инструктаж по технике безопасности, и каждый студент расписывается в журнале «Журнал регистрации инструктажа на рабочем месте». Допуск студентов к проведению лабораторной работы производится после проверки усвоения последовательности проведения лабораторной работы и контрольных вопросов, указанных в задании, включая правила техники безопасности.

Преподаватель должен тщательно организовать проведение лабораторной работы и принимать все меры к развитию у студентов самостоятельности, инициативы и творческого подхода при ее выполнении, оказывая им в необходимых случаях помощь, но, не ограничивая их самостоятельность. Следить за правильным использованием аппаратуры, приборов, инструмента, точным выполнением студентами правил техники безопасности и эффективности использования учебного времени.

Лабораторные работы по дисциплине «Электротехника, электропривод и электрооборудование» должны обеспечить ознакомление студентов с современным электрооборудованием, а также методиками проведения исследований, методами измерений, электроизмерительными приборами (вольтметрами, амперметрами, ваттметрами и т. д.).

Рекомендуется посещение тематических и агропромышленных выставок с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

**Программу разработал:**

Сучугов С.В., к.т.н., доцент



(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины Б1.О.21 «Электротехника, электропривод и электрооборудование» ОПОП ВО по направлению 15.03.01 Технологические машины и оборудование, направленность Машины и аппараты пищевых производств (квалификация выпускника – бакалавр)**

Стушкиной Натальей Алексеевной, и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцентом, кандидатом технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Электротехника, электропривод и электрооборудование» ОПОП ВО по направлению **15.03.01 Технологические машины и оборудовани**», направленность **Машины и аппараты пищевых производств** (уровень обучения-бакалавр) разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф.Бородина (разработчик – Сучугов Сергей Васильевич, доцент, кандидат технических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «**Электротехника, электропривод и электрооборудование**» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению **15.03.01 Технологические машины и оборудование**, Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению **15.03.02 Технологические машины и оборудование**.

3. Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления **15.03.02 Технологические машины и оборудование**.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Электротехника, электропривод и электрооборудование» закреплено **3 компетенция (9 индикатор достижения компетенции)**. Дисциплина «Электротехника, электропривод и электрооборудование» 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.

5. Общая трудоёмкость дисциплины «**Электротехника. Электропривод и электрооборудование**» составляет 3 зачётные единицы (108 часов).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Электротехника, электропривод и электрооборудование» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению **15.03.02 Технологические машины и оборудование** и возможность дублирования в содержании отсутствует.

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

8. Программа дисциплины «**Электротехника, электропривод и электрооборудование**» предполагает занятия в интерактивной форме.

9. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления **15.03.02 Технологические машины и оборудование**.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний: устный опрос, выполнение тестовых заданий, дискуссия, решение типовых задач, выполнение контрольной работы соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме **зачета**, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины, включенной в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного цикла – Б1 ФГОС ВО направления **15.03.02 Технологические машины и оборудование**.

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

12. У Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Теория эксперимента» представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 13 наименования, Интернет-ресурсы – 9 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления **15.03.02 Технологические машины и оборудование**.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «**Электротехника, электропривод и электрооборудование**» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «**Электротехника, электропривод и электрооборудование**».

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «**Электротехника, электропривод и электрооборудование**» ОПОП ВО по направлению **15.03.02 Технологические машины и оборудование** направленность **Машины и аппараты пищевых производств** (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Сучуговым Сергеем Васильевичем, доцентом, кандидатом технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Стушкина Н.А., и.о. заведующего кафедрой электроснабжения и электротехники имени И.А. Будзко института механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», доцент, кандидат технических наук

  
(подпись)

« 25 » 08 2022 г.