

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

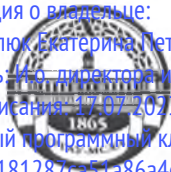
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна

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

Дата подписания: 17.07.2023 10:21:52

Уникальный программный ключ:

7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d41



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 института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина



И.Ю. Игнаткин

2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ДВ.01.02 «Электронагрев материалов»

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Направленность: Энергообеспечение предприятий

Курс 4

Семестр 8

Форма обучения: очная

Год начала подготовки: 2021 г.

Москва, 2021

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

«31» «августа» 2021 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«31» «августа» 2021 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01  
«31» «августа» 2021 г.

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

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Чистова Я.С., к.п.н.  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

  
(подпись)

Протокол № 03 «18» 10 2021 г.

Заведующий выпускающей кафедрой теплотехники, гидравлики и энергообеспечения предприятий

Кожевникова Н.Г., к. т. н., доцент   
(ФИО, ученая степень, ученое звание) (подпись)

«31» «августа» 2021 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ Евдокимова А.В.  
(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ .....	4
1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ.....	5
3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЕМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	14
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	20
6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	21
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	21
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.....	26
7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
7.1 Основная литература .....	26
Ссылка на полный текст: <a href="https://e.lanbook.com/book/169058">https://e.lanbook.com/book/169058</a> .....	27
7.2 Дополнительная литература .....	27
7.3 Нормативные правовые акты.....	27
7.4 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям .....	28
8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	28
9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....	28
10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	29
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ..	31
Виды и формы отработки пропущенных занятий.....	32
12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	32

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Электронагрев материалов» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий

**Цель освоения дисциплины:** освоение студентами теоретических и практических знаний по электронагревательным устройствам и установкам; приобретение умений и навыков обоснования режимов работы, использования методов и средств повышения эффективности работы электронагревательных установок на базе поиска, критического анализа, синтеза информации и системного подхода для решения задач в области электронагрева материалов.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений профессиональный модуль по направленности (профилю) Энергообеспечение предприятий, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) учебного плана по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): УК (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1).

### Краткое содержание дисциплины:

Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Основы динамики электронагрева. Классификация электротермических установок. Основные положения расчета электронагревательных установок. Поверочный и конструктивный расчеты. Полный расчет. Тепловой расчет. Уравнение теплового баланса. Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников. Электродный нагрев. Материалы электродов. Расчет электродных нагревательных устройств. Определение требуемой мощности и конструктивных параметров электродной системы. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели. Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги. Индукционный нагрев. Режимы индукционного нагрева. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания индукционного нагрева. Диэлектрический нагрев. Основы диэлектрического нагрева и его особенности. Выбор частоты и напряженности электрического поля при диэлектрическом нагреве. Источники питания установок диэлектрического нагрева. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.

**Общая трудоемкость дисциплины:** 2 зач. ед. (72 часа /в том числе практическая подготовка 4 часа).

**Промежуточный контроль:** зачет.

## 1. Цель освоения дисциплины

**Целью освоения дисциплины «Электронагрев материалов»** является освоение студентами теоретических и практических знаний по электронагревательным устройствам и установкам; приобретение умений и навыков обоснования режимов работы, использования методов и средств повышения эффективности работы электронагревательных установок на базе поиска, критического анализа, синтеза информации и системного подхода для решения задач в области электронагрева материалов.

В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать:

- физические основы и закономерности преобразования электроэнергии в энергию тепловую;
- основные понятия и определения в электронагреве материалов;
- технологические особенности использования электроэнергии и ее производных (исключая механическую энергию) в основных производственных и вспомогательных процессах;
- основные требования к электротермическим установкам;
- устройство, принцип действия современного электротермического оборудования и электротермических средств измерения;
- методы выбора составляющих элементов электронагревательных устройств и установок, методы их расчета и проектирования.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Электронагрев материалов» включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1). Дисциплина «Электронагрев материалов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электронагрев материалов» являются курсы: : математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3-4 семестры), информатика (1 курс, 1 семестр), введение в профессиональную деятельность (1 курс, 1 семестр), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), электротехника и электроника (2 курс, 3-4 семестры), цифровые технологии (2 курс, 4 семестр), электрические машины (3 курс, 5 семестр), автоматика (3 курс, 6 семестр), тепломассообмен (3 курс, 6 семестр).

Знания и умения по дисциплине «Электронагрев материалов» используются при проектировании предприятий отрасли, а также для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является наличие в её содержании сочетания чисто теоретических вопросов с вопросами, содержащими прикладной характер.

Рабочая программа дисциплины «Электронагрев материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индиви-

дуально 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.

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1	УК-1	способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Выполняет поиск необходимой информации, её критический анализ и обобщает результаты анализа для решения поставленной задачи	методы поиска, критического анализа и синтеза информации, применение системного подхода для решения задач в области электронгрева материалов	применять методы поиска, критического анализа и синтеза информации, системного подхода для решения задач в области электронгрева материалов	навыками поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода для решения задач в области электронгрева материалов
2	ПКос-1	способен осуществлять технические решения, направленные на повышение эффективности систем энергообеспечения предприятий	ПКос-1.1 Демонстрирует знания режимов, методов и средств повышения эффективности работы основного энергетического и тепло-технологического оборудования	режимы работы, методы и средства повышения эффективности работы электронагревательных установок	обосновывать режимы работы, использовать методы и средства повышения эффективности работы электронагревательных установок	методами и средствами повышения эффективности работы электронагревательных установок

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа/в том числе 4 часа практическая подготовка), их распределение по видам работ в семестре № 8 представлено в таблице 2.

Таблица 2

##### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ в семестре

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/а	всего/а
		в т.ч. семестре № 8
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72/4	72/4
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>44,25/4</b>	<b>44,25/4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>44,25/4</b>	<b>44,25/4</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	22	22
практические занятия (ПЗ)	22/4	22/4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>27,75</b>	<b>27,75</b>
контрольная работа	10	10
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям и т.д.)	8,75	8,75
Подготовка к зачёту (контроль)	9	9
Вид промежуточного контроля:	зачет	

##### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

##### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплины (укрупнено)	Всего/а	Аудиторная работа				Висаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/а	ЛР	ПКР	
Раздел 1 «Общие вопросы электронного нагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»	7	2	4			1
Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»	15/2	4	4/2			7
Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»	9	4	4			1
Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных	5	2	2			1



Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего/а	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ всего/а	ЛР	ПКР	
устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»						
<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»</b>	14/2	4	4/2			6
<b>Раздел 6. «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»</b>	5	2	2			1
<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»</b>	5	2	2			1
<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>	2,75	2				0,75
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25				0,25	
Подготовка к зачету (контроль)	9					9
<b>Всего за 8 семестр</b>	<b>72/4</b>	<b>22</b>	<b>22/4</b>		<b>0,25</b>	<b>27,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>72/4</b>	<b>22</b>	<b>22/4</b>		<b>0,25</b>	<b>27,75</b>

**Раздел 1.** Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок

**Тема 1.** Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева

Рассматриваемые вопросы.

Термины и определения электротермии. Закономерности преобразования электрической энергии в тепловую. Физические основы и количественные закономерности преобразования электрической энергии в тепловую.

Виды электротехнологий и области их использования в сельскохозяйственном производстве. Основные способы преобразования электроэнергии в другие виды. Прямое преобразование. Косвенное преобразование. Виды нагрева: нагрев сопротивлением, дуговой нагрев, индукционный нагрев, диэлектрический нагрев, электронный нагрев, нагрев излучением оптического квантового генератора (лазера), плазменный нагрев. Понятие «Электротермические установки». Современное состояние и тенденции развития электротехнологии. Объем электрической энергии в энергетическом балансе сельского хозяйства.

**Тема 2.** Классификация электротермических установок

Рассматриваемые вопросы.

Понятие «электротермические установки». Классификация электротермических установок (ЭТУ): а) по роду тока; б) по частоте тока; в) по способам теплопередачи; г) по технологическому назначению; д) по способу превращения электрической энергии в тепловую; е) по напряжению питания; ж) по рабочей температуре.

Классификация электротермических установок по способу превращения электрической энергии в тепловую: нагрев сопротивлением, нагрев электрической дугой, нагрев в переменном магнитном поле – индукционный способ, нагрев в переменном электрическом поле – диэлектрический способ, нагрев электронным пучком, нагрев квантами (инфракрасный, лазерный способы нагрева), плазменный нагрев. Классификация электротермических установок по роду тока: постоянного тока, переменного тока. По частоте тока: промышленной частоты (50 Гц), повышенной частоты, высокой частоты, сверхвысокой частоты. По виду нагрева: прямого нагрева, косвенного нагрева. По рабочей температуре: низкотемпературные, среднетемпературные, высокотемпературные. По технологическому назначению: универсальные, специальные.

## **Раздел 2. Основные положения расчета электронагревательных установок**

### **Тема 1. Основные положения расчета электронагревательных установок**

#### **Рассматриваемые вопросы.**

Поверочный и конструктивный расчет электротермических установок. Полный расчет. Аэродинамический расчет. Гидравлический расчет. Механический расчет. Электрический и конструктивный расчеты. Тепловой расчет. Уравнение теплового баланса. Определение мощности, температуры поверхности нагревательных элементов, интенсивности теплоотдачи, параметров тепловой изоляции, теплового КПД и основных конструктивных размеров электротермической установки. Исходные данные для расчета: напряжение питания  $U_{пит}$ ; мощность одного нагревателя  $P_n$ ; условия работы нагревательных элементов, температурный режим. Расчет нагревателей основан на совместном решении, связывающих электрические и тепловые параметры нагревателей. Определение теплового КПД и удельного расхода электрической энергии. Выбор тепловой изоляции. Схемы включения нагревательных элементов и способы регулирования мощности электротермических установок.

## **Раздел 3. Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева**

### **Тема 1. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников**

#### **Рассматриваемые вопросы.**

Физическая сущность электрического сопротивления. Физическая сущность нагрева сопротивлением. Прямой электронагрев сопротивлением применяют для электропроводящих сред и материалов. Нагрев осуществляется за счет прохождения электрического тока непосредственно через нагревательную среду или материал (деталь). Закон Джоуля-Ленца. Проводники первого и второго рода. Способы электронагрева сопротивлением. Электроконтактный нагрев металлических тел – проводников 1 рода. Электродный нагрев – прямой нагрев электропроводящих сред проводников 2 рода, имеющих ионную проводимость (вода, молоко, почва и т.п.). Электрическое сопротивление проводников первого и второго рода. Удельное электрическое сопротивление проводников. Зависимость удельного сопротивления проводника от температуры.

**Тема 2.** Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева

Рассматриваемые вопросы.

Электроконтактный нагрев. Прямой нагрев сопротивлением металлических тел называют электроконтактным. Основные области применения: прямой нагрев металлических деталей (заготовок) несложной формы (валов, осей, труб, лент) при их термической и механической обработке; контактная сварка, наплавка при восстановлении изношенных металлических деталей; прогрев трубопроводов с целью размораживания, предотвращения замерзания, подогрева циркулирующей жидкости. Схема установки электроконтактного нагрева. Выбор источников питания электроконтактного нагрева. Расчет параметров источника питания установок электроконтактного нагрева. Коэффициент полезного действия устройства электроконтактного нагрева. Зависимость теплового КПД от геометрических параметров детали.

Расчет и выбор нагревательных трансформаторов. Мощность трансформатора и его вторичное напряжение.

Недостатки и преимущества электроконтактного нагрева.

**Раздел 4.** Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей

**Тема 1.** Электродный нагрев. Материалы электродов

Рассматриваемые вопросы.

Материалы электродов: 1) для технических целей: конструкционная сталь и латунь; 2) для пищевых целей: графит, нержавеющая сталь и титан.

Электродные системы: из электродов изогнутых под углом  $120^\circ$ , из коаксиальных (цилиндрических) электродов, из плоских электродов. Схемы замещения. Допустимая плотность тока на электродах и напряженность электрического поля.

Отличие электродного нагрева от других видов нагрева.

**Тема 2.** Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей

Рассматриваемые вопросы.

Расчет электродных нагревательных устройств. Определение требуемой мощности и конструктивных параметров электродной системы. Параметры нагревателей периодического действия для определения требуемой мощности: объем нагреваемого материала, удельная теплоемкость, плотность материала, удельное электрическое сопротивление, время нагрева, начальная и конечная температуры, термический КПД. Нагреватели непрерывного действия. Производительность нагревателей непрерывного действия. Расчетная мощность и расчетный ток нагревателя. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.

**Раздел 5.** Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов

**Тема 1.** Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели

Рассматриваемые вопросы.

Косвенный электронагрев сопротивлением - электрический ток протекает по электрическим нагревателям, тепло от которых передается нагреваемой среде. Косвенный электронагрев сопротивлением - для проводящих и непроводящих материалов. Требования к выбору материала нагревательных элементов и их конструкции. Материалы нагревательных элементов: жаростойкие, жаропрочные и технологичные.

Классификация элементных электронагревательных установок. Элементные электронагревательные установки подразделяют: по характеру работы – непрерывного и периодического действия (проточные и непроточные); по конструктивным особенностям – переносные, напольные, настенные; по числу фаз – однофазные и трехфазные; по используемому напряжению – с напряжением до 1000 В и свыше 1000 В; по используемым нагревательным элементам – с трубчатыми электрическими нагревательными элементами (ТЭНы) и с герметичными угольно-графитовыми проводниками. Нагревательные элементы по конструктивному исполнению: открытые, закрытые и герметические (ТЭНы). Трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы). Электрический и конструктивный расчеты нагревательных элементов.

Преимущества и недостатки косвенного электронагрева сопротивлением.

**Тема 2.** Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей.

Рассматриваемые вопросы.

Особенности расчета стальных нагревателей. Нагревательные провода и кабели. Технические данные нагревательных проводов и кабелей. Классификация греющих кабелей по конструктивному исполнению.

Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Исходные данные для расчета нагревательных устройств. Задача расчета. Последовательность выполнения расчета.

Основные области использования устройств на базе нагревательных проводов и кабелей.

**Раздел 6.** Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги

**Тема 1.** Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги

Рассматриваемые вопросы.

Физическая природа электродугового разряда. Электрическая сварочная дуга. Электрическая дуга: вольтовая дуга, дуговой разряд. Свойства и характеристики электрической дуги. Зажигание, устойчивость горения и регулирование тока дуги. Вольт-амперная характеристика электрической дуги (зависимость падения напряжения на дуге от значения тока). Особенности горения электрической дуги на переменном токе. Преимущества, недостатки и области использования электродугового нагрева.

## **Тема 2. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги** Рассматриваемые вопросы.

Виды электросварки и их принципиальное различие. Дуговая сварка, как способ соединения различных металлов и сплавов. Особенности стыковой, точечной и роликовой электросварки. Точечная сварка. Роликовая (шовная) сварка. Источники питания установок электродугового электрического нагрева. Требования, предъявляемые к источникам питания сварочной дуги (требования, предъявляемые к источникам сварочного тока). Технологические требования. Техно-экономические показатели. Режимы работы источников питания для дуговой сварки: продолжительный, перемежающийся и повторно-кратковременный. Классификация источников питания: по роду тока, по виду внешних характеристик, по способу получения энергии, по количеству обслуживаемых постов, по применению. Источники питания переменного тока. Сварочные трансформаторы. Источники питания сварочной дуги постоянного тока. Полупроводниковые выпрямители (постоянного тока). Сварочные генераторы постоянного тока (преобразователи). Вентильные генераторы. Способы регулирования сварочной дуги. Преимущества и недостатки сварочных агрегатов на постоянном и переменном токе. Устройства, в которых явление электрической дуги является вредным: коммутационные устройства, автоматические выключатели, высоковольтные выключатели, контакторы.

## **Раздел 7. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания**

### **Тема 1. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора** Рассматриваемые вопросы.

Физическая основа индукционного нагрева. Индукционный нагрев полупроводниковых материалов в переменном магнитном поле. Закон электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла и закон Джоуля-Ленца. Вектор плотности потока мощности или вектор Пойтинга. Индукционный нагрев: поверхностный, глубинный, сквозной. Определение тепловой мощности в нагревательном материале при индукционном нагреве. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности при индукционном нагреве. Режимы индукционного нагрева. Установки индукционного нагрева. Нагревательный индуктор – рабочий орган установки индукционного нагрева. Конструкция индуктора. Формы индуктора: трубчатые, в виде «змейки», восьмерки, трех листового клевера. Индукторы: цилиндрические, овальные, щелевые, стержневые, плоские и петлевые. Классы деления индукторов: низкочастотные и высокочастотные. Выбор длины и числа витков индуктора. Определение внутреннего диаметра индуктора.

### **Тема 2. Выбор источника питания индукционного нагрева** Рассматриваемые вопросы.

Источники питания установок индукционного электрического нагрева. Генераторы индукционных токов. Тиристорные преобразователи частоты. Инверторы тока, резонансные инверторы. Современные источники питания индукционных установок. Электрическая схема генератора индукционного нагрева.

## **Раздел 8. Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение**

**Тема 1.** Основы диэлектрического нагрева и его особенности  
Рассматриваемые вопросы.

Диэлектрический нагрев полупроводников и проводников II рода. Физическая основа диэлектрического нагрева. Выбор частоты и напряженности электрического поля при диэлектрическом нагреве. Процессы поляризации. Основные особенности диэлектрического нагрева материалов. Установки для диэлектрического нагрева. Источники питания установок диэлектрического нагрева. Расчет конденсатора для диэлектрического нагрева. Области применения диэлектрического нагрева. Преимущества и недостатки диэлектрического нагрева.

**Тема 2.** Термоэлектрический нагрев и охлаждение  
Рассматриваемые вопросы.

Термоэлектрические явления. Термоэлектрические эффекты: Зеебека, Пельтье и Томсона. Физические основы термоэлектрического нагрева и охлаждения. ТермоЭДС. Термоэлектрические тепловые насосы. Классификация тепловых насосов. Принцип работы теплового насоса. Использование тепловых насосов в сельскохозяйственном производстве. Преимущества и недостатки термоэлектрического нагрева и охлаждения. Области применения термоэлектрического нагрева и охлаждения.

### 4.3 Лекции/практические занятия

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/из них практическая подготовка
1.	Раздел 1 «Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»				6
	Тема 1. Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева Тема 2. Классификация электротермических установок	Лекция № 1. Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2
	Тема 1. Общие вопросы электронагрева материалов и его	Практическое занятие № 1. Изучение взаимосвязей тепловых и электрических харак-	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева	теристик нагревателей. Практическое занятие № 2. Тепловые расчеты системы нагрева.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос	2
2.	<b>Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»</b>				8/2
	Тема 1. Основные положения расчета электронагревательных установок	Лекция № 2, № 3. Основные положения расчета электронагревательных установок	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		4
		Практические занятия №3, № 4. Решение задач по определению параметров элементных нагревателей.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос Решение типовых задач	4/2
3.	<b>Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»</b>				8
	Тема 1. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников	Лекция № 4. Прямой нагрев сопротивлением. Способы электрического нагрева сопротивлением.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2
	Тема 2. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева	Лекция № 5. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2
		Практическое занятие №5. Выбор источника питания электроконтактного нагрева.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос	2
		Практическое занятие №6. Решение задач по определению параметров электроконтактных нагревателей.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Решение типовых задач	2
4.	<b>Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»</b>				4
	Тема 1. Электродный нагрев.	Лекция № 6. Электродный нагрев. Мате-	УК-1 (УК-1.1)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	Материалы электродов <b>Тема 2.</b> Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	риалы электродов. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.	ПКос-1 (ПКос-1.1)		
	<b>Тема 2.</b> Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	Практическое занятие №7. Расчет электродных нагревательных устройств. Решение задач по определению параметров водонагревателей	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос Решение типовых задач	2
4.	<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»</b>				8/2
	<b>Тема 1.</b> Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели.	Лекция № 7. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2
	Трубчатые электрические нагреватели.	Практическое занятие № 8. Обосновывающие расчеты для выбора электрокалориферной установки	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос Тестирование	2
	<b>Тема 2.</b> Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей	Лекция № 8. Особенности расчета стальных нагревателей. Нагревательные провода и кабели.			2
		Практическое занятие № 9. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос Решение типовых задач	2/2
6.	<b>Раздел 6 «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»</b>				4



№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов/ из них практическая подготовка
	<p><b>Тема 1.</b> Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги</p> <p><b>Тема 2.</b> Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги</p>	Лекция № 9. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2
	<b>Тема 2.</b> Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги	Практическое занятие № 10. Расчет источников питания электродугового нагрева.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос Решение типовых задач	2
7.	<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»</b>				4
	<p><b>Тема 1.</b> Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора</p> <p><b>Тема 2.</b> Выбор источника питания индукционного нагрева</p>	Лекция № 10. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания индукционного нагрева.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2
	<b>Тема 2.</b> Выбор источника питания индукционного нагрева	Практическое занятие № 11. Выбор источника питания индукционного нагрева.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)	Устный опрос	2
8.	<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>				2
	<p><b>Тема 1.</b> Основы диэлектрического нагрева</p> <p><b>Тема 2.</b> Термоэлектрический нагрев и охлаждение</p>	Лекция № 11. Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.	УК-1 (УК-1.1) ПКос-1 (ПКос-1.1)		2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Название раздела, темы	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
<b>Раздел 1 «Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»</b>		
1.	Тема 1 Общие вопросы электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева	Общие представления об электронагреве материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Основные закономерности преобразования электрической энергии в тепловую. Виды теплопередачи (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
2.	Тема 2. Классификация электротермических установок	Классификация электротермических установок: по способу превращения электрической энергии в тепловую; по роду тока; по частоте тока; по виду нагрева: прямого нагрева, косвенного нагрева; по рабочей температуре: низкотемпературные, среднетемпературные, высокотемпературные; по технологическому назначению: универсальные, специальные (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»</b>		
3.	Тема 1. Основные положения расчета электронагревательных установок	Тепловой расчет электронагревательных установок. Уравнение теплового баланса. Выбор теплоизоляции. Особенности теплоотдачи нагревателя (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»</b>		
4.	Тема 1. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников	Физическая сущность электронагрева сопротивлением. Закон Джоуля-Ленца. Прямой нагрев сопротивлением. Косвенный нагрев сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников. Пленочные электронагреватели (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
5.	Тема 2. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева	Схема установки для электроконтактного нагрева. Расчет и выбор нагревательных трансформаторов. Электроконтактная сварка. Точечная сварка. Роликовая (шовная) сварка. Выбор источников питания электроконтактного нагрева. Недостатки и преимущества электроконтактного нагрева (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»</b>		
6.	Тема 1. Электродный нагрев. Материалы электродов	Электродный нагрев. Материалы электродов (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
7.	Тема 2. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	Особенности эксплуатации электродных водонагревателей. Расчет электродных нагревательных устройств. Взаимосвязь начальной, средней и конечной мощности электродного водонагревателя (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))

№ п/п	Название раздела, темы	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»</b>		
8.	Тема 1. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели	Требования к выбору материала. Трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы). Электрический и конструктивный расчеты нагревательных элементов (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
9.	Тема 2. Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей	Электротермические установки нагрева и сушки в АПК. Бытовые электронагреватели. Электронагревательные провода и кабели. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 6 «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»</b>		
10.	Тема 1. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги	Условия обеспечения дугового разряда. Регулирование тока сварочной дуги (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
11.	Тема 2. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги	Виды электросварки и их принципиальное различие. Дуговая сварка как способ соединения различных металлов и сплавов. Электрические схемы источников питания сварочных агрегатов постоянного и переменного тока. Способы регулирования сварочной дуги (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»</b>		
12.	Тема 1. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора	Физическая основа индукционного нагрева. Закон электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла и закон Джоуля-Ленца. Конструкция индуктора. Использование индукционного нагрева деталей в АПК (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
13.	Тема 2. Выбор источников питания индукционного нагрева	Источники питания установок индукционного электрического нагрева. Современные источники питания индукционных установок. Генераторы индукционных токов. Электрическая схема генератора индукционного нагрева (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>		
14.	Тема 1. Основы диэлектрического нагрева и его особенности	СВЧ нагревательные установки. Термоэлектрические тепловые насосы (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))
15.	Тема 2. Термоэлектрический нагрев и охлаждение	Термоэлектрические явления. Термоэлектрические эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. Физические основы термоэлектрического нагрева и охлаждения. ТермоЭДС. Работа теплового насоса. Области применения термоэлектрического нагрева и охлаждения (УК-1 (УК-1.1), ПКос-1 (ПКос-1.1))

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия	Л	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)
1.	Общие вопросы электронного нагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
2.	Основные положения расчета электронного нагревательных установок	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
3.	Прямой нагрев сопротивлением. Способы электрического нагрева сопротивлением.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
4.	Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа лекция).
5.	Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги	Л	Информационно-коммуникационная технология: (мультимедиа лекция). Демонстрация фильма об электродуговом нагреве
6.	Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания индукционного нагрева.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
7.	Решение задач по определению параметров элементных нагревателей	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач).
8.	Решение задач по определению параметров электроконтактных нагревателей	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач).
9.	Расчет электродных нагревательных устройств. Решение задач по опре-	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач).

№ п/п	Тема и форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий (форм обучения)	
	делению параметров водонагревателей		
10.	Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач).
11.	Расчет источников питания электродугового нагрева	ПЗ	Технология контекстного обучения (решение типовых задач).

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

При изучении разделов дисциплины «Электронагрев материалов» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, вопросы к устному опросу студентов на практических занятиях, выполнения тестовых заданий, решение типовых задач, 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 «Электронагрев материалов» учебным планом предусмотрено выполнение контрольной работы. Задачей выполнения контрольной работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы.

Контрольная работа – самостоятельная работа студента, основанная на изучении литературных и иных источников информации по заданной теме. Объем контрольной работы не должен превышать 20 страниц печатного текста, включая таблицы, графики, эскизы, схемы и фотографии, необходимые для иллюстрации и раскрытия сути заданной темы. Оформляется контрольная работа в текстовом редакторе Microsoft Word и Microsoft Excel для составления таблиц, диаграмм и вычисления простых и сложных функций.

В конце контрольной работы необходимо дать перечень использованной литературы.

Примерные темы контрольной работы:

1. Расчет мощности электрокалорифера и выбор электродвигателя для привода вентилятора.
2. Расчет мощности электрообогреваемого пола животноводческого помещения.
3. Расчет мощности электрообогреваемого пола в свинарнике-маточнике.

4. Расчет мощности почвенного электрообогревателя на базе нагревательного провода.

Задание к контрольной работе выдается каждому студенту индивидуально (по вариантам).

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

**По разделу 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов»**

**Теме 1. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели**  
Практическое занятие № 8. Обосновывающие расчеты для выбора электрокалориферной установки.

#### Тест № 1 (Вариант № 1)

1. Какой способ нагрева применяют в электрокалориферах типа СФОЦ?

- 1) Индукционный.
- 2) Диэлектрический.
- 3) Косвенный нагрев сопротивлением.
- 4) Прямой нагрев сопротивлением.

2. Что является причиной выхода из строя электрокалориферной установки при остановке вентилятора?

- 1) Увеличение теплоотдачи ТЭН.
- 2) Короткое замыкание.
- 3) Уменьшение теплоотдачи ТЭН.
- 4) Увеличение потребляемой мощности.

3. С какой целью ТЭНы для электрокалориферов выполняют с алюминиевым ребрением?

- 1) Для увеличения механической прочности.
- 2) Для снижения температуры поверхности.
- 3) Для повышения КПД.
- 4) Для увеличения теплоотдачи.

4. Из какого материала изготавливают спирали ТЭН?

- 1) Вольфрам.
- 2) Никелина.
- 3) Манганина.
- 4) Нихрома

5. Какой из перечисленных материалов используется в качестве наполнителя в ТЭНах?

- 1) Фарфор.
- 2) Слюда.
- 3) Стекловолокно.
- 4) Окись магния.

6. Что означают цифры и буквы, отмеченные звездочками, в условном обозначении \*\* \* \* \* \* \* ТЭН-25А 10/0,5Р220:

1) Наружный диаметр, длина контактного стержня, развернутая длина ТЭНа, условное обозначение нагреваемой среды и материала оболочки.

2) Наружный диаметр, развернутая длина, номинальная мощность, номинальное напряжение.

3) Развернутая длина, наружный диаметр, номинальная мощность, условное обозначение нагреваемой среды и материала оболочки.

4) Номинальная мощность, развернутая длина, наружный диаметр ТЭНа, условное обозначение длины контактного стержня.

7. Допустимая температура окружающего воздуха ТЭН в электрокалорифере:

1) 180°С.

2) 600°С.

3) 100°С.

4) 300°С.

8. Диаметр проволоки в ТЭН:

1) 10 мм.

2) 8,2 ...9мм.

3) Неограниченный.

4) 0,25...1,6 мм.

9. Каков срок службы ТЭНов?

1) До 100 тыс. часов.

2) До 50 тыс. часов.

3) До 20 тыс. часов.

4) До 10 тыс. часов.

10. Какова максимальная длина ТЭНа?

1) 2м.

2) 6м.

3) 10м.

4) 5м.

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

**По разделу 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»**

**Теме 2. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева**

Практическое занятие № 5 . Выбор источника питания электроконтактного нагрева.

Вопросы для устного опроса

1. Перечислите основные принципиальные отличия прямого и косвенного способов электронагрева.

2. В каких областях сельскохозяйственного производства используется прямой метод нагрева различных материалов?
3. В чем заключается физическая сущность электронагрева материалов методом сопротивления и какие он имеет особенности и преимущества?
4. Назовите основные параметры режимов при нагреве металлов методом сопротивления.
5. Охарактеризуйте методику расчета источника питания электроконтактного нагрева.
6. Назовите параметры источников питания установок электроконтактного нагрева.
7. Напишите формулу определения полезной мощности источника питания установок электроконтактного нагрева.
8. Напишите формулу определения общей мощности источника питания установок электроконтактного нагрева.
9. Напишите формулу определения среднего значения вторичного напряжения источника питания за время нагрева.
10. Как определяются мощность установки для нагрева металлов по методу сопротивления и время нагрева?
11. Как определить продолжительность включения источника питания электроконтактного нагрева?
12. Как изменяются значения термического КПД от геометрических размеров нагреваемой заготовки?
13. Как зависит среднее значение вторичного напряжения источника питания за время нагрева от размеров заготовки и времени ее нагрева?
14. Назовите основные области применения электроконтактного нагрева.

4) Пример типовых задач для текущего контроля знаний, обучающихся:

**По разделу 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»**

**Тема 2. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей**

Практическое занятие № 7. Расчет электродных нагревательных устройств. Решение задач по определению параметров водонагревателей.

**Задача 1.** Как изменится мощность непроточного электродного водонагревателя, если рабочую площадь электродов увеличить в 2 раза?

**Задача 2.** Как изменится мощность непроточного электродного водонагревателя, если межэлектродное расстояние уменьшить в 2 раза?

**Задача 3.** Определите мощность электродного непроточного электроводонагревателя при температуре  $T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , если при  $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$  она составляет  $P=20\text{ кВт}$ .

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

1. Сельское хозяйство как сфера использования электронагревательных материалов.
2. Технологические воздействия в сельскохозяйственном производстве.
3. Объем электрической энергии в энергетическом балансе сельского хозяйства.



4. Общие понятия об электронагреве материалов.
5. Общие понятия электротермии.
6. Классификация электротермических установок.
7. Основные способы преобразования электроэнергии в другие виды
8. Особенности электроконтактного нагрева.
9. Расчет установок электроконтактного нагрева.
10. Особенности электродного нагрева.
11. Электродные системы и схемы их замещения.
12. Расчет электродных нагревателей периодического действия с плоскими электродами.
13. Расчет электродных нагревателей периодического действия с коаксиальными электродами.
14. Расчет электродных нагревателей непрерывного действия с плоскими электродами.
15. Расчет электродных нагревателей непрерывного действия с коаксиальными электродами.
16. Регулирование мощности электронагревателей при электродном нагреве.
17. Косвенный нагрев методом сопротивления и требования к материалу нагревательных элементов.
18. Конструкции нагревательных элементов.
19. Способы теплоотдачи от нагревательных элементов.
20. Расчет нагревательных элементов по поверхностной мощности.
21. Расчет нагревательных элементов по рабочему току и расчетной температуре.
22. Регулирование мощности при элементном нагреве.
23. Физические основы индукционного нагрева.
24. Удельная поверхностная мощность при индукционном нагреве.
25. КПД системы «индуктор – деталь» при индукционном нагреве.
26. Коэффициент мощности при индукционном нагреве.
27. Выбор частоты при индукционном нагреве.
28. Режимы индукционного нагрева.
29. Физические основы диэлектрического нагрева.
30. Расчет параметров диэлектрического нагревателя.
31. Физические основы электродугового нагрева и статическая вольтамперная характеристика электрической дуги.
32. Устойчивость горения электрической дуги.
33. Регулирование тока электрической дуги.
34. Особенности горения электрической дуги переменного тока.
35. Термоэлектрические явления.
36. Принципы работы полупроводникового теплового насоса.
37. Энергетические показатели полупроводникового теплового насоса.
38. Условие получения максимальной холодопроизводительности полупроводникового теплового насоса.
39. Вывод общего уравнения электронагрева.
40. Определение мощности электротермических установок периодического действия.

41. Определение мощности электротермических установок непрерывного действия.
42. Расчет изолирующей вставки для электродного водонагревателя.
43. Каковы пределы регулирования мощности трехфазного нагревателя, имеющего по два нагревательных элемента в каждой фазе?
44. От каких параметров индуктора и нагреваемой детали зависит КПД индукционного нагрева?
45. Техника безопасности при эксплуатации электродных водонагревателей.
46. Зависимость температуры и скорости нагрева от времени при постоянной мощности электрического нагревателя.
47. Каковы причины ограничения плотности тока и напряженности электрического поля в электродных нагревателях?
48. Выбор мощности источника питания для электроконтактного и дугового нагрева.
49. Требования, предъявляемые к материалу нагревательных элементов.
50. Принципы выбора нагревательных проводов и ТЭНов.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электронагрев материалов» 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. Боцман, В.В. Светотехника и электротехнология [Электронный ресурс] учебное пособие / В. В. Боцман. - Белгород: БелГГАУ им.В.Я.Горина, – СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 139 с.

Ссылка на полный текст: <https://e.lanbook.com/book/123351>

2. Юдаев, И.В., Живописцев, Е.И. Электрический нагрев: основы физики процессов и конструктивных расчетов [Электронный ресурс]: учебное пособие /И.В. Юдаев, Е.И. Живописцев.– СПб.: Издательство «Лань», 2021.– 196 с. – Ссылка на полный текст: <https://e.lanbook.com/book/169058>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст]: учебное пособие для вузов /Л.А. Баранов, В.А. Захаров. – М.: КолосС, 2008. – 344 с.

2. Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология [Текст]: учебное пособие для вузов /Л.А. Баранов, В.А. Захаров. – М.: КолосС, 2006. – 344 с.

3. Башилов А.М. Низкотемпературный электронагрев [Текст]: учебное пособие / А.М. Башилов, С.А. Растимешин, С.С. Трунов, С.А. Егоров, Ю.Б. Катков. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. – 68 с.

4. Газалов, В.С. Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве [Текст] : сб. науч. тр. / МСХ РФ, ФГОУ ВПО Азово-Черномор. гос. агроинж. академия; [Ред. кол.: В. С. Газалов (отв. ред.) и др.]. – зерноград: АЧГАА, Вып. 4., Т. 1, 2004. – 120 с.

5. Живописцев, Е.Н. Электротехнология и электрическое освещение [Текст]: учебное пособие / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990.– 303 с.

6. Карасенко, В.А. Электротехнология [Текст]: учебное пособие для вузов /В.А. Карасенко. – М.: Колос, 1992. – 304 с.

7. Лысаков, А.А. Электротехнология. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. А. Лысаков. - Ставрополь: СтГАУ, 2013. – 124 с.

Ссылка на полный текст: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=61144](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=61144)

8. Правила устройства электроустановок [Текст]: все действующие разделы ПУЭ-6 и ПУЭ-7. 6-е изд. и 7-е изд. – Новосибирск: Норматика, 2019. – 462 с.

### Периодические издания

1. Журнал «Электричество», URL-адрес: <http://www.znack.com> (открытый доступ);

2. Журнал «Электротехника», URL-адрес: <http://www.znack.com> (открытый доступ);

3. Журнал «Известия вузов. Электромеханика», URL-адрес: <http://electromeh.npi-tu.ru/> (открытый доступ);

4. Журнал «Энергохозяйство за рубежом» , URL-адрес: <http://www.prosmi.ru/catalog/3906> (открытый доступ).

## 7.3 Нормативные правовые акты

1. ГОСТ Р 50571.14-96 (МЭК 364-7-705-84) Электроустановки зданий. Часть 7. Требования к специальным электроустановкам. Раздел 705 Электроустановки сельскохозяйственных и животноводческих помещений. Принят и введен в действие Постановлением Госстандарта России от 24 декабря 1996 г. № 683.

2. Правила устройства электроустановок. 7 издание, дополненное с исправлениями. – М.: Норматика, 2018.

3. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс]. – Система «ГАРАНТ».

4. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования.

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

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электронагрев материалов» являются лекции, практические занятия, консультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах. По курсу предусмотрено выполнение контрольной работы.

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

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

Программы: программная среда AutoCAD 2, программная среда Multisim, Microsoft Office, Mathcad 14, LOGO SOFT COMFORT, интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

1. Тексты книг по электротехническим дисциплинам, в основном формате pdf для бесплатного перекачивания <http://www.kodges.ru/> (открытый доступ).

2. Нормативная документация, статьи, программы, книги, проекты, чертежи и многое другое, по всем разделам энергетики <http://glavnyenergetyk.narod.ru/index.htm> (открытый доступ).

3. Энергетика: оборудование, документация <http://forca.ru/> (открытый доступ).

4. Электронная электротехническая библиотека <http://www.electrolibrary.info> (открытый доступ).

5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (открытый доступ).

6. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/> (открытый доступ).

7. Центральная научная библиотека им. Н.И. Железнова [www.library.timacad.ru/](http://www.library.timacad.ru/) (открытый доступ).

#### 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 I «Общие вопросы»	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, состав-	Microsoft Microsoft	2016 2016

	электронагрева материалов и его применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»	Power Point	ление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft	2016
2.	Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
3.	Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
4.	Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
5.	Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
6.	Раздел 6 «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016

**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: компьютеров – 17 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт., ёнив. № 410124000602951
Корпус № 24, аудитория № 310	<p>Лаборатория «Электротехнологические установки». Лабораторный стенд «Электротехнологические установки и системы» исполнение стендовое с ноутбуком ЭТУ-СН - 2 шт. инв. № 410124000603071 и инв. № 410126000000025.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Моноблок «Индукционный нагрев металлов» - 1 шт.</li> <li>2) Моноблок «Модель электрической печи сопротивления» - 1 шт.</li> <li>3) Ноутбук - 1 шт.</li> <li>4) USB-осциллограф - 1 шт.</li> <li>5) Лабораторная стойка - 1 шт.</li> <li>6) Комплект силовых кабелей и соединительных проводов - 1 шт.</li> </ol> <p>Выполняемые на стенде лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение двухпозиционной системы регулирования температуры в электрической печи.</li> <li>2. Изучение системы регулирования температуры в электрической печи по П, и ПИД законам.</li> <li>3. Изучение принципа действия установок индукционного нагрева.</li> <li>4. Изучение влияния материала заготовки на время ее нагрева при одинаковой установленной мощности нагревателя.</li> <li>5. Изучение влияния материала на энергетические процессы нагрева при различной установленной мощности нагревателя.</li> <li>6. Определение зависимости эффективности нагрева от перекрытия поля заготовкой в индукторе.</li> <li>7. Изучение влияния магнитных материалов на процесс индукционного нагрева.</li> </ol>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.	

## 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Электронагрев материалов» студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при разработке электронагревательных устройств и установок в технологических процессах. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

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

- лекции (занятия лекционного типа);
- практические занятия (занятия семинарского типа);
- индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;
- самостоятельная работа обучающихся;
- занятия иных видов.

На учебных занятиях обучающиеся выполняют запланированные настоящей программой отдельные виды учебных работ, в том числе отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью. Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Электронагрев материалов» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. Самостоятельно производить расчеты элементов электронагревательных установок с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами электрообогрева, инфракрасного нагрева и сушки. Организовать электронное хранилище информации по своей специальности и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

2. На *практических занятиях* обдуманно выполнять задания, самостоятельно производить расчеты, анализировать полученные результаты.

3. Максимально использовать возможности практик: учебной практики «Профилирующая (агротехнологическая) практика» и производственных практик: «Технологической» и «Эксплуатационной» для изучения электронагревательных установок, имеющихся на предприятии.

4. *Самостоятельная работа студентов* предполагает проработку лекционного материала, изучение дополнительной литературы, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (самостоятельная работа).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

Регулярно посещать тематические выставки, например, «Агропроммаш», «Золотая осень», «Интерсвет» и др. с последующей групповой дискуссией по результатам посещения.

### **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.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электронагрев материалов», согласно структуре, являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, консультации и самостоятельная работа студентов.

Чтение лекций осуществляется в аудитории, оборудованной аппаратурой для компьютерной презентации.

На лекциях излагается теоретический материал: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения.

Преподавание дисциплины «Электронагрев материалов» требует особых методических подходов вследствие специфики общей подготовки студентов:

1. На **лекциях** следует обратить особое внимание на элементы и детали средств электронагрева, на физические основы их работы, разъясняя новые понятия и определения.

2. Желательно содержание разделов с описанием технических средств и устройств электронагревательных, сушильных и инфракрасных установок сопроводить демонстрацией реальных источников нагрева и физических моделей.

3. Чтение **лекций** целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, с помощью слайдов и элементов компьютерной графики, а также различных компьютерных фильмов. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п. Продолжительность фильмом рекомендуется не более 5-7 минут.

4. На **практических занятиях** студенты решают задачи с применением основных законов теплотехники: тепловой расчет системы отопления; овладевают методиками поддержания режимов работы электротехнического оборудования электрифицированных и автоматизированных технологических процессов. На практических занятиях контроль знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций рекомендуется проводить методом устного опроса и тестирования.

При изучении методов электротехнического и теплового расчетов, при решении типовых задач использовать справочную литературу минимум по од-



ному экземпляру на двух студентов.

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

По наиболее сложным темам и возникшим при этом вопросам, на практическом занятии могут быть проведены собеседования и индивидуальные консультации.

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электроннагревательным устройствам и установкам, средствам механизации и электрификации технологических процессов.

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

**Программу разработал:**

Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

---

(подпись)

## РЕЦЕНЗИЯ

на рабочую программу дисциплины Б1.В.ДВ.01.02 «Электронагрев материалов»  
ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность  
Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – бакалавр)

Загинайловым Владимиром Ильичем, профессором кафедры 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», доктором технических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Электронагрев материалов» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, направленность Энергообеспечение предприятий (квалификация выпускника – бакалавр) разработанной в институте механики и энергетики имени В.П. Горячкина ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина (разработчик – Сторчевой Владимир Федорович, профессор, доктор технических наук).

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

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Электронагрев материалов» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе актуальность учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений профессиональный модуль по направленности (профилю) Энергообеспечение предприятий, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) Блока 1 «Дисциплины (модули)».

3. Представленные в Программе цели дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Электронагрев материалов» закреплены 2 компетенции (2 индикатора достижения компетенции). Дисциплина «Электронагрев материалов» 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 «Электронагрев материалов» составляет 2 зачётные единицы (72 часа/ из них практическая подготовка 4 часа).

6. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Электронагрев материалов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника 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 «Электронагрев материалов» 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 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

10. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, решение типовых задач, тестирование, вопросы к дискуссии, 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, формируемой участниками образовательных отношений профессиональный модуль по направленности (профилю) Энергообеспечение предприятий, дисциплины (модули) по выбору 1 (ДВ.1) Блока 1 «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО направления 13.03.01 *Теплоэнергетика и теплотехника*.

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

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины «Электронагрев материалов» представлено: основной литературой – 2 источника (базовый учебник), дополнительной литературой – 8 наименований, периодическими изданиями – 3 источника со ссылкой на электронные ресурсы, Интернет-ресурсы – 7 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО направления 13.03.01 *Теплоэнергетика и теплотехника*.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Электронагрев материалов» 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 «Электронагрев материалов».

### ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Электронагрев материалов» ОПОП ВО по направлению 13.03.01 *Теплоэнергетика и теплотехника*, направленность *Энергообеспечение предприятий* (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Сторчевым В.Ф., профессором, доктором технических наук соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Загинайлов В.И., профессор кафедры 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», доктор технических наук

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

« 31 »  \_\_\_\_\_ 2021 г.