

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Рег. № 000004521



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра энергетики и электротехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Электротехнологии в теплоэнергетике

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергообеспечение предприятий

Очная, заочная, очно-заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 143 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Ниязов А. М., кандидат технических наук, заведующий кафедрой

Олин Н. Л., старший преподаватель

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2022 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов системы знаний для проектирования, монтажа и эксплуатации электротехнологических установок

Задачи дисциплины:

- - изучить и усвоить физические основы преобразования электрической энергии в тепловую и химическую энергию, методы непосредственного использования электрической энергии в технологических процессах;
- изучить и усвоить физические основы преобразования электрической энергии в тепловую и химическую энергию, методы непосредственного использования электрической энергии в технологических процессах;
- - освоить современные инженерные методы расчета преобразующих устройств и установок;
- - получить знания по устройству, принципам действия и применению современного электронагревательного оборудования, использования электрической энергии в технологических процессах, принципам управления и автоматизации, правилам эксплуатации и безопасного обслуживания;
- - приобрести навыки постановки и решения инженерных задач в области использования электрической энергии в технологических процессах, технико-экономического обоснования, разработки проектных решений, освоение методики наладки и испытания оборудования.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электротехнологии в теплоэнергетике» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

Изучению дисциплины «Электротехнологии в теплоэнергетике» предшествует освоение дисциплин (практик):

Физика;  
Математика;  
Электротехника и электроника.

Освоение дисциплины «Электротехнологии в теплоэнергетике» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Проектирование систем энергообеспечения;  
Научно-исследовательская работа;  
Технологические энергосистемы предприятий.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

**- ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Типовые методики расчетов, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен уметь:

Проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с техническим заданием

Студент должен владеть навыками:

Методиками проведения расчетов по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием средств автоматического проектирования в соответствии с технически заданием

**- УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

методики поиска, сбора и обработки информации, метод системного анализа

Студент должен уметь:

применять методики поиска, сбора, обработки информации, системный подход для решения поставленных задач и осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из актуальных российских и зарубежных источников

Студент должен владеть навыками:

поиск, сбор и обработка, критический анализ и синтез информации, системный подход для решения поставленных задач

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
Практические занятия	20	20
Лекционные занятия	20	20
Лабораторные занятия	14	14
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>54</b>	<b>54</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Восьмой семестр	Девятый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
Практические занятия	4	4	
Лекционные занятия	4	4	
Лабораторные занятия	4	4	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>24</b>	
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>		<b>4</b>
Зачет	4		4
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

#### Объем дисциплины и виды учебной работы (очно-заочная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Девятый семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>22</b>	<b>22</b>

Практические занятия	6	6
Лекционные занятия	8	8
Лабораторные занятия	8	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Зачет	4	4
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Восьмой семестр, Всего</b>	<b>108</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>54</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Энергетические основы электро-технологии</b>	<b>18</b>	<b>6</b>			<b>12</b>
Тема 1	Характеристики элек-тромагнитного поля	6	2			4
Тема 2	Классификация электротермического оборудо-вания	6	2			4
Тема 3	Закономерности преобразования электро-энергии	6	2			4
<b>Раздел 2</b>	<b>Электронагрев в технологических процессах</b>	<b>70</b>	<b>10</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>32</b>
Тема 4	Тепловой расчет электротермического оборудования	10	2	4		4
Тема 5	Прямой электронагрев сопротивлением	22	2	4	6	10
Тема 6	Косвенный нагрев со-противлением	22	2	4	6	10
Тема 7	Диэлектрический нагрев	8	2	2		4
Тема 8	Индукционный нагрев.	8	2	2		4
<b>Раздел 3</b>	<b>Специальные виды электротехнологии</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
Тема 9	Применение сильных электрических полей	14	2	4	2	6
Тема 10	Манитная и ультра звуковая обработка материалов	6	2			4

### Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	История развития электротермии и ее роль в сельском хо-зяйстве. Энергетические основы электротехнологии. Характе-ристика электромагнитного поля (ЭМП). Система уравнений Максвелла. Движение энергии с ЭМП. Технологические прояв-ления ЭМП.

Тема 2	Преобразование электрической энергии в тепловую. Прямой и косвенный способы преобразования. Электротермическое оборудование. Определения. Терминология. Классификация
Тема 3	Распространение и поглощение электромагнитной волны. Общие закономерности преобразования электроэнергии в другие виды
Тема 4	Тепловой расчет электротермического оборудования. Тепловой баланс электротермического оборудования. Расчет мощности ЭТУ. Тепловой КПД
Тема 5	Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Прямой электронагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Электродный нагрев. Особенности и области применения. Электродные системы. Расчет электродных систем
Тема 6	Косвенный нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов. Расчет нагревателей сопротивлением. Приближенные методы расчета. Расчет и выбор ТЭНов
Тема 7	Диэлектрический нагрев. Основные физические закономерности диэлектрического нагрева. Расчет параметров и выбор установок диэлектрического нагрева
Тема 8	Индукционный нагрев. Основные физические закономерности индукционного нагрева
Тема 9	Применение сильных электрических полей. Виды электрических полей. Электростатическое поле. Наведенное электростатическое поле. Контактная зарядка частиц в электростатическом поле. Высоковольтные электротехнологии
Тема 10	Магнитная обработка материалов. Магнитное поле, как физический фактор. Магнитные и электромагнитные семяочистительные машины. Обработка технологической воды для нагревательных устройств в магнитном поле. Ультразвуковая обработка материала. Принцип действия ультразвуковых преобразователей. Ультразвук, как физический фактор. Эффекты, проявляемые ультразвуком. Область применения ультразвука.

### Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>104</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>92</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Энергетические основы электро-технологии</b>	<b>33</b>	<b>2</b>			<b>31</b>
Тема 1	Характеристики электромагнитного поля	9				9
Тема 2	Классификация электротермического оборудования	14	1			13
Тема 3	Закономерности преобразования электро-энергии	10	1			9
<b>Раздел 2</b>	<b>Электронагрев в технологических процессах</b>	<b>49,5</b>	<b>1,5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>43</b>

Тема 4	Тепловой расчет электротермического оборудования	10,5	0,5	1		9
Тема 5	Прямой электронагрев сопротивлением	11,5	0,5	1	2	8
Тема 6	Косвенный нагрев со-противлением	8				8
Тема 7	Диэлектрический нагрев	9				9
Тема 8	Индукционный нагрев.	10,5	0,5	1		9
<b>Раздел 3</b>	<b>Специальные виды электротехнологии</b>	<b>21,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>18</b>
Тема 9	Применение сильных электрических полей	12,5	0,5	1	2	9
Тема 10	Магнитная и ультра звуковая обработка материалов	9				9

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	История развития электротермии и ее роль в сельском хо-зяйстве. Энергетические основы электротехнологии. Характе-ристика электромагнитного поля (ЭМП). Система уравнений Максвелла. Движение энергии с ЭМП. Технологические прояв-ления ЭМП.
Тема 2	Преобразование электрической энергии в тепловую. Прямой и косвенный способы преобразования. Электротермическое обо-рудование. Определения. Терминология. Классификация
Тема 3	Распространение и поглощение электромагнитной волны. Об-щие закономерности преобразования электроэнергии в другие виды
Тема 4	Тепловой расчет электротермического оборудования. Тепло-вой баланс электротермического оборудования. Расчет мощно-сти ЭТУ. Тепловой КПД
Тема 5	Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Прямой электронагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Электродный нагрев. Особенности и области применения. Электродные системы. Расчет электродных систем
Тема 6	Косвенный нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов. Расчет нагревателей сопротивлением. Приближенные методы расчета. Расчет и выбор ТЭНов
Тема 7	Диэлектрический нагрев. Основные физические закономерности диэлектрического нагрева. Расчет параметров и выбор уста-новок диэлектрического нагрева
Тема 8	Индукционный нагрев. Основные физические закономерности индукционного нагрева
Тема 9	Применение сильных электрических полей. Виды электриче-ских полей. Электростатическое поле. Наведенное электроста-тическое поле. Контактная зарядка частиц в электростатическом поле. Высоковольтные электротехнологии
Тема 10	Магнитная обработка материалов. Магнитное поле, как физиче-ский фактор. Магнитные и электромагнитные семяочиститель-ные машины. Обработка технологической воды для нагрева-тельных устройств в магнитном поле. Ультразвуковая обработка материала. Принцип действия ульт-развуковых преобразователей. Ультразвук, как физический фактор. Эффекты, проявляемые ультразвуком. Область приме-нения ультразвука.

### Тематическое планирование (очно-заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>104</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>82</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Энергетические основы электро-технологии</b>	<b>23,5</b>	<b>1,5</b>			<b>22</b>
Тема 1	Характеристики элек-тромагнитного поля	6,5	0,5			6
Тема 2	Классификация электротермического оборудо-вания	8,5	0,5			8
Тема 3	Закономерности преобразования электро-энергии	8,5	0,5			8
<b>Раздел 2</b>	<b>Электронагрев в технологических процессах</b>	<b>59,5</b>	<b>4,5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>44</b>
Тема 4	Тепловой расчет электротермического оборудования	9,5	0,5	1		8
Тема 5	Прямой электронагрев сопротивлением	15	1	1	3	10
Тема 6	Косвенный нагрев со-противлением	15	1	1	3	10
Тема 7	Диэлектрический нагрев	10	1	1		8
Тема 8	Индукционный нагрев.	10	1	1		8
<b>Раздел 3</b>	<b>Специальные виды электротехнологии</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>16</b>
Тема 9	Применение сильных электрических полей	12	1	1	2	8
Тема 10	Манитная и ультра звуковая обработка материалов	9	1			8

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

### Содержание дисциплины (очно-заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	История развития электротермии и ее роль в сельском хо-зяйстве. Энергетические основы электротехнологии. Характе-ристика электромагнитного поля (ЭМП). Система уравнений Максвелла. Движение энергии с ЭМП. Технологические прояв-ления ЭМП.
Тема 2	Преобразование электрической энергии в тепловую. Прямой и косвенный способы преобразования. Электротермическое обо-рудование. Определения. Терминология. Классификация
Тема 3	Распространение и поглощение электромагнитной волны. Об-щие закономерности преобразования электроэнергии в другие виды
Тема 4	Тепловой расчет электротермического оборудования. Тепло-вой баланс электротермического оборудования. Расчет мощно-сти ЭТУ. Тепловой КПД
Тема 5	Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Прямой электронагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Электродный нагрев. Особенности и области применения. Электродные системы. Расчет электродных систем
Тема 6	Косвенный нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов. Расчет нагревателей сопротивлением. Приближенные методы расчета. Расчет и выбор ТЭНов

Тема 7	Диэлектрический нагрев. Основные физические закономерности диэлектрического нагрева. Расчет параметров и выбор установок диэлектрического нагрева
Тема 8	Индукционный нагрев. Основные физические закономерности индукционного нагрева
Тема 9	Применение сильных электрических полей. Виды электрических полей. Электростатическое поле. Наведенное электростатическое поле. Контактная зарядка частиц в электростатическом поле. Высоковольтные электротехнологии
Тема 10	Магнитная обработка материалов. Магнитное поле, как физический фактор. Магнитные и электромагнитные семяочистительные машины. Обработка технологической воды для нагревательных устройств в магнитном поле. Ультразвуковая обработка материала. Принцип действия ультразвуковых преобразователей. Ультразвук, как физический фактор. Эффекты, проявляемые ультразвуком. Область применения ультразвука.

## **6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

### **Литература для самостоятельной работы студентов**

1. Электротехнология : курс лекций : электронное учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», очной и заочной форм обучения / сост.: П. Л. Лекомцев [и др.]. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2018. - 146 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&id=24442>

2. Электротехнологии в теплоэнергетике : методические указания для выполнения лабораторных работ студентами, обучающимися по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» / [сост.: А. М. Ниязов, П. Л. Лекомцев]. - Ижевск : [б. и.], 2016. - 51 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13180>

3. Электротехнологические установки и процессы : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация бакалавр) / сост.: А. М. Ниязов, П. Л. Лекомцев. - Ижевск : [б. и.], 2016. - 65 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13164>

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)**

#### **Восьмой семестр (54 ч.)**

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (14 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Задача (практическое задание) (20 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (20 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)**

**Всего часов самостоятельной работы (92 ч.)**



Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (52 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Контрольная работа (выполнение) (20 ч.)

Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (20 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

### **Вопросы и задания для самостоятельной работы (очно-заочная форма обучения)**

#### **Всего часов самостоятельной работы (82 ч.)**

Вид СРС: Лабораторная работа (подготовка) (14 ч.)

Вид учебного занятия, направленный на углубление и закрепление знаний, практических навыков, овладение методикой и техникой эксперимента. При подготовке осуществляется изучение теоретического материала, изучение методики эксперимента, выполнение конспекта к лабораторной работе.

Вид СРС: Задача (практическое задание) (30 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (38 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### **7. Тематика курсовых работ(проектов)**

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## **8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации**

### **8.1. Компетенции и этапы формирования**

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 1: Энергетические основы электро-технологии.
ПК-2 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 2: Электронагрев в технологических процессах.
ПК-2 УК-1	4 курс, Восьмой семестр	Зачет	Раздел 3: Специальные виды электротехнологии.

## 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

**Базовый уровень:**

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

**Пороговый уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

**Уровень ниже порогового:**

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

**Критерии оценки знаний студентов по дисциплине**

**Оценка Не зачтено:**

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;

- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

**Оценка Зачтено:**

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;

- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

### **8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля**

Раздел 1: Энергетические основы электро-технологии

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Дайте определение понятию «Электротермия».

2. На какие группы делятся сельскохозяйственные потребители теплоты?

3. Что изучает «Электротермия»?

4. Какой энергетический баланс в сельском хозяйстве?

5. Перечислите преимущества электротермического оборудования по сравнению с установками традиционного нагрева.

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Назовите основные этапы развития электротермии.

2. Какой термодинамический смысл уравнения Умова-Пойнтинга и как оно используется для расчета электротермических процессов и устройств?

3. В чем различия физической природы и количественного описания теплоты Джоуля-Ленца и теплоты Зеебека-Пельтье?

4. В чем заключается физический смысл общего уравнения электронагрева?

5. Назовите основные элементы теплового расчета электротермических устройств.

Раздел 2: Электронагрев в технологических процессах

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Какие постоянные параметры уравнения нагрева (охлаждения) Вы знаете и как они определяются?

2. Как изменяется процесс нагрева (охлаждения), скорость нагрева (охлаждения) и термический КПД от температуры и времени нагрева?

3. Какие тепловые потоки учитываются при составлении уравнения теплового баланса объекта?

4. Как определяются полезная, потребная и расчетная мощности ЭТУ?

5. Как определяется тепловой поток, передаваемый конвективно или излучением?

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Порядок расчета электроводонагревателей и котлов электродного типа.

2. Как определяются параметры проточного электроводонагревателя?

3. Особенности индукционного нагрева и его преимущества.

4. Индукционный нагрев на промышленной частоте, особенности применения. Индукционные электроводонагреватели.

5. Преимущества и недостатки диэлектрического нагрева.

### Раздел 3: Специальные виды электротехнологии

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

1. Что входит в понимании ЭИТ? Основные области ее применения.
2. Модель электрического поля Земли.
3. Какое влияние оказывает атмосферное электричество на растения, животных и человека? Значение отрицательных ионов в биологических процессах.
4. Основные области применения электролиза.
5. Физическое различие поля коронного разряда и электростатического поля?

ПК-2 Способен проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием

1. Что такое коронный разряд? Какие виды разрядов вы знаете?
2. Объясните принцип работы электрокоронных и электростатических сепараторов.
3. Электрокоронные фильтры. В чем их преимущество перед другими методами фильтрации воздуха? Объясните принцип работы электрофильтра.
4. Редуцированная вольтамперная характеристика электрокоронного фильтра. Покажите ее.
5. Что такое начальная напряженность и начальная напряженность коронирования.

### 8.4. Вопросы промежуточной аттестации

#### Восьмой семестр (Зачет, ПК-2, УК-1)

1. Электротехнология, ее особенности и составные части.
2. Анализ технологических схем преобразования электрической энергии в тепловую.
3. История развития электротермии и ее роль в сельскохозяйственном производстве и этапы внедрения
4. Преимущества и недостатки электротермических устройств.
5. Классификация и способы преобразования электрической энергии в тепловую.
6. Классификация электротермических установок. Этапы проектирования ЭТУ.
7. Основы теплового расчета электротермических установок
8. Конструкция электронагревателей и способы расчета.
9. Устройство проточного элементного водонагревателя. Расчет электронагревательных устройств по кривым связи.
10. Устройство трубчатого электронагревателя. Определение параметров электронагревательного устройства по удельной мощности на единицу поверхности нагревателя
11. Устройство электрокалориферных установок. Определение параметров электронагревателя по коэффициенту теплоотдачи с его поверхности.
12. Устройство трубчатого электронагревателя. Преимущества и недостатки ТЭН.
13. Методика расчет ЭТУ при использовании ТЭН.
14. Методика расчет ЭТУ с нагревательным проводом. Устройство нагревательных устройств.
15. Электронагрев сопротивлением (прямой нагрев, методы аппаратуры).
16. Электросварка, особенности технологического процесса, физические явления.
17. Контактная сварка, электрическая схема управления.
18. Электродный нагрев. Преимущества и недостатки. Конструкции электродов.
19. Устройство парового электродного котла. Особенности расчета и эксплуатации.
20. Экспериментальное и теоретическое определение воды. Уравнение Шмидтбауэра.

21. Электродные водонагреватели и котлы. Конструкция, порядок расчета и особенности эксплуатации.
22. Расчет и выбор параметров аккумуляторов тепловой энергии. Схема управления при использовании электроаккумуляторов.
23. Индукционный нагрев, его особенность. Электрооборудование для обеспечения процесса. Расчет обогревательных панелей при нагреве индукционным способом.
24. Диэлектрический нагрев. Физические основы, преимущества и недостатки применения. Расчет удельной мощности при диэлектрическом нагреве, влияние фактора потерь.
25. Электрификация парников и теплиц, способы обогрева (электродный, элементный, индукционный).
26. Электронагревательные полы, конструкция, область применения. Основы расчета и конструирования.
27. Электротермическое оборудование для сушки и тепловой обработки материалов.
28. Электротермические процессы и оборудование в ремонтно-механических мастерских.
29. Электротепловые приборы в быту, их характеристика и особенность эксплуатации.
30. Классификация средств ЭИТ по факторам воздействия. Примеры применения.
31. Характеристика электрических полей (электростатическое поле - однородное, неоднородное).
32. Характеристика электрических полей (поле коронного разряда, начальное напряжение и напряжение коронирования).
33. Классификация электросемяобрабатывающих машин (ЭСМ).
34. ЭСМ-Б (барабанного типа), действующие силы, условия отрыва и скольжения частиц.
35. Диэлектрический метод сепарации семян, конструкция сепаратора.
36. ЭСМ-горка, действующие силы, технологический процесс.
37. Электросепаратор транспортерно-решетный. Роль диэлектрической подложки электрода.
38. Характеристика физико-химического действия электрического тока и его применение в СХП.
39. Физическая суть гравитационного дозатора мелких сыпучих смесей, схемы, силы.
40. Источники питания для установок ЭИТ (схема выпрямления напряжения схемы умножения напряжения).
41. Электрокоронные фильтры.
42. Природа ультразвука, процессы ультразвуковой технологии. УЗ -эффекты.
43. Применение ультразвука.
44. Электроаэрозоли в с.х., классификация по назначению, способы получения, аппараты.
45. Способы зарядки аэрозолей. Электростатическое распыление аэрозоля.

#### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

## **9. Перечень учебной литературы**

1. Электротехнологические установки и процессы : учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация бакалавр) / сост.: А. М. Ниязов, П. Л. Лекомцев. - Ижевск : [б. и.], 2016. - 65 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13164>

2. Электротехнологии в теплоэнергетике : методические указания для выполнения лабораторных работ студентами, обучающимися по направлению «Теплоэнергетика и теплотехника» / [сост.: А. М. Ниязов, П. Л. Лекомцев]. - Ижевск : [б. и.], 2016. - 51 с. - URL: <http://portal.izhgsha.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=13180>

3. Беззубцева, М. М. Электротехнологии и электротехнологические установки в АПК : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие для магистров по направлению "Агроинженерия" / М. М. Беззубцева ; ФГБОУ ВПО Санкт-Петербургский ГАУ. - Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2012. - on-line : рис. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет ; Adobe Acrobat Reader. - URL: <https://lib.rucont.ru/efd/258992/info>

4. Брунов, О. Г. Источники питания для дуговой сварки : [ Электронный ресурс ] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 150202 "Оборудование и технология сварочного производства" / О. Г. Брунов, С. А. Солодский, Д. П. Ильященко ; ФГБОУ ВПО Национальный исследовательский Томский политехн. ун-т. - Томск : Изд-во Томского политехн. ун-та, 2012. - Систем. требования: Наличие подключения к локальной сети академии и к Интернет. - URL: <http://ebs.rgazu.ru/?q=node/858>

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
3. <http://energobser18.ru> - АНО «Агентство по энергосбережению Удмуртской Республики»
4. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
5. <http://moodle.izhgsha.ru/course/view.php?id=361> - "Электротехнология". Онлайн-курс, представленный на федеральной платформе "Современная цифровая образовательная среда в РФ"
6. [portal.izhgsha.ru](http://portal.izhgsha.ru) - Портал ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА с ситемой тестирования, информацией об успеваемости, ВКР, расписаниями учебных занятий и преподавателей

#### **Методика применения онлайн-курсов СЦОС**

При изучении дисциплины может быть использован онлайн-курс "Электротехнология", разработанный в академии на средства гранта Минобрнауки РФ России и прошедший процедуру внешней экспертизы. Онлайн-курс позволяет организовать самостоятельное изучение всех разделов дисциплины. Доступ к курсу осуществляется под учетной записью обучающегося через федеральную площадку «Современная цифровая образовательная среда Российской Федерации». По результатам изучения материалов онлайн курса проводится контрольное тестирование в компьютерном классе вуза в присутствии преподавателя. Результаты тестирования могут быть учтены при формировании итоговой оценки по результатам промежуточной аттестации по дисциплине.

#### **11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> </ul>

	<p>- решить заданные домашние задания;</p> <p>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</p> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
<p>Самостоятельная работа</p>	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p> <p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно.</p> <p>Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p>



По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.

При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
  - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
  - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
  - по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

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

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, Лабораторные стенды

4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.