



## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.....	4
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ .....	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очная форма).....	7
СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма) .....	13
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	17
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ....	18
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	29
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	30

# 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Электротехнологии» является - формирование у студентов системы знаний для проектирования, монтажа и эксплуатации установок электротехнологии в сельскохозяйственном производстве.

Задачи дисциплины:

- изучить и усвоить физические основы преобразования электрической энергии в тепловую в химическую и биологическую 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 сельскохозяйственного назначения, 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 сельскохозяйственного производства, технико-экономического обоснования, разработки проектных решений, освоение методики наладки и испытания оборудования.

Область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программы бакалавриата, включает:

- эффективное использование и сервисное обслуживание сельскохозяйственной техники, машин и оборудования, средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства;
- разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются:

- машинные технологии и системы машин для производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства, технологии и средства производства сельскохозяйственной техники, технологии технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования, методы и средства испытания машин, машины, установки, аппараты, приборы и оборудование для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства, а также технологии и технические средства перерабатывающих цехов и предприятий;
- электрифицированные и автоматизированные сельскохозяйственные технологические процессы, электрооборудование, энергетические установки и средства автоматизации сельскохозяйственного и бытового назначения;
- энергосберегающие технологии и системы электро-, тепло-, водоснабжения сельскохозяйственных потребителей.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Электротехнологии» включена в вариативную часть блока дисциплин.

Организация изучения дисциплины предусматривает чтение лекций, проведение практических и лабораторных занятий, самостоятельную работу студентов по темам дисциплины, курсовое проектирование.

Для изучения дисциплины «Электротехнологии» необходимы следующие знания, умения и навыки:

**Знание:** дифференцирование и интегрирование, потенциальные поля и вероятностные задачи; растворы, электролитическую диссоциацию; электростатику, постоянный ток, электромагнитные явления, акустику; теорию поля, электрическое и магнитное поля; компоненты электроники; автоматику; технологические процессы получения животноводческих и растительных продуктов; агроприемы предпосевной обработки семян и клубней; зерноочистительные и сортировальные машины, машины для обработки почвы; технику безопасности.

**Умение:** выбирать способы и методики решения электротехнических теплотехнических задач.

**Навыки:** отыскивать причины явлений в электротехнике и теплотехнике; классифицировать и систематизировать объекты электротехники и теплотехники.

Результаты изучения дисциплины должны способствовать освоению последующих специальных профессиональных дисциплин учебного плана.

Содержательно-логические связи дисциплины отражены в таблице 2.1

2.1 Содержательно-логические связи дисциплины Электротехнологии

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	коды и название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.В.10	Математика Физика Химия Теплотехника Безопасность жизнедеятельности Автоматизация систем электроснабжения Автоматика Прикладная механика Электротехника Электроника	Электрофизические методы обработки материалов Подготовка выпускной квалификационной работы

### 3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

#### 3.1 Перечень профессиональных (ПК) компетенций

Но- мер/индекс компетен- ции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать	Уметь	Владеть
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные законы расчета электро-технологических задач, задач термодинамики и теплопередачи, знать базовые правила эксплуатации электро-термического оборудования	применять методы расчета для определения параметров электротехнологических процессов и установок, качества продукции и электрооборудования	современными методами определения параметров электротехнологических процессов и состояния электрооборудования
ОПК-8	способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы	основную терминологию и методики охраны окружающей среды	работать с документальным материалом о состоянии окружающей среды; рассчитывать некоторые количественные параметры оценки состояния окружающей среды.	методами расчета количества загрязнений в окружающую среду в результате выбросов промышленными предприятиями и автотранспортом.
ОПК-5	способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;</li> <li>- строение и свойства материалов;</li> <li>сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий;</li> <li>- технологию термоупрочнению и других видов упрочнения с целью придания материалам требуемых эксплуатационных свойств;</li> <li>- методы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различные эксплуатационных факторов;</li> <li>-выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;</li> </ul>	- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов.

		формообразования и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности		
--	--	---	--	--

Согласно Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) областью профессиональной деятельности выпускника включает эффективное использование и сервисное обслуживание средств электрификации и автоматизации технологических процессов при производстве, хранении и переработке продукции растениеводства и животноводства; разработку технических средств для технологической модернизации сельскохозяйственного производства.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольноизмерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (очная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Се- местр	Ауди- торных	Самост. работа	Лекций	Лабора- торных	Практи- ческих	Промежуточная аттестация	Всего
6	54	63	28	14	12	27 - экзамен	144

### 4.1 Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семест- ра); -промежуточной ат- тестации (по семест- рам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
<b>1</b>	<b>6</b>		<b>Энергетические основы электро- технологии</b>	<b>20</b>	<b>8</b>	<b>2</b>			<b>10</b>	
			Характеристики электромагнитного поля	3	1				2	Устный или пись- менный опрос
			Закономерности преобразования электроэнергии	4	2				2	Устный или пись- менный опрос
			Терминология. Классификация электротермиче- ского оборудова- ния	4	2				2	Устный или пись- менный опрос
			Тепловой расчет электротермиче- ского оборудо- вания	9	3	2			4	Устный или пись- менный опрос
<b>2</b>	<b>6</b>		<b>Способы электро- нагрева</b>	<b>47</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>		<b>23</b>	
			Прямой электро- нагрев сопротив- лением.	8	2		2		4	Устный или пись- менный опрос
			Косвенный нагрев сопротивлением.	12	2	4	2		4	Устный или пись- менный опрос
			Электродуговой нагрев.	8	2		2		4	Устный или пись- менный опрос
			Индукционный нагрев.	5	2				3	Устный или пись- менный опрос
			Диэлектрический нагрев.	5	2				3	Устный или пись- менный опрос
			Инфракрасный нагрев.	4	1				3	Устный или пись- менный опрос
			Термоэлектриче- ский нагрев	5	1		2		2	Устный или пись- менный опрос

3	6		<b>Электронагрев в сельском хозяйстве</b>	<b>50</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>		<b>30</b>	
			Электрические водонагреватели.	17	2	4	2		7	Устный или письменный опрос
			Электротермическое оборудование для создания микроклимата.	13	2	2	2		7	Устный или письменный опрос
			Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта.	12	2		2		8	Устный или письменный опрос
			Оборудование для сушки.	10	2				8	Устный или письменный опрос
			<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>27</b>						Курсовая работа. Экзамен
Итого				<b>144</b>	<b>28</b>	<b>12</b>	<b>14</b>		<b>63</b>	

#### 4.2 Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВО)			
		ПК-8	ОПК-8	ОПК-5	общее количество компетенций
<b>Энергетические основы электротехнологии.</b>	<b>20</b>	+	+	+	3
<b>Способы электронагрева.</b>	<b>47</b>	+	+	+	3
<b>Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>	<b>50</b>	+	+	+	3

### 4.3 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	Трудоемкость (час.)
<b>Энергетические основы электротехнологии.</b>			<b>8</b>
1.	Характеристики электромагнитного поля	История развития электротермии и ее роль в сельском хозяйстве. Энергетические основы электротехнологии. Характеристика электромагнитного поля (ЭМП). Система уравнений Максвелла. Движение энергии с ЭМП. Технологические проявления ЭМП.	1
2.	Закономерности преобразования электроэнергии	Распространение и поглощение электромагнитной волны. Общие закономерности преобразования электроэнергии в другие виды.	2
3.	Терминология. Классификация электротермического оборудования	Преобразование электрической энергии в тепловую. Прямой и косвенный способы преобразования. Электротермическое оборудование. Определения. Терминология. Классификация.	2
4.	Тепловой расчет электротермического оборудования	Тепловой расчет электротермического оборудования. Тепловой баланс электротермического оборудования. Расчет мощности ЭТУ. Тепловой КПД.	3
<b>Способы электронагрева.</b>			<b>12</b>
5.	Прямой электронагрев сопротивлением.	Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Прямой электронагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Электродный нагрев. Особенности и области применения. Электродные системы. Расчет электродных систем.	2
6.	Косвенный нагрев сопротивлением.	Косвенный нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов. Расчет нагревателей сопротивлением. Приближенные методы расчета. Расчет и выбор ТЭНов.	2
7.	Электродуговой нагрев.	Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики дуги. Условия устойчивого горения дуги. Особенности дуги переменного и постоянного тока. Сварочные трансформаторы.	2
8.	Индукционный нагрев.	Индукционный нагрев. Основные физические закономерности индукционного нагрева.	2
9.	Диэлектрический нагрев.	Диэлектрический нагрев. Основные физические закономерности диэлектрического нагрева. Расчет параметров и выбор установок диэлектрического нагрева.	2
10.	Инфракрасный нагрев.	Инфракрасный нагрев. Электронно-лучевой и лазерный нагрев.	1
11.	Термоэлектрический нагрев	Термоэлектрический нагрев и охлаждение. Физические основы и область применения. Полупроводниковые тепловые насосы	1
<b>Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>			<b>8</b>
12.	Электрические водонагреватели.	Электрические водонагреватели, котлы, парогенераторы. Область применения и классификация. Расчет мощности и выбор водонагревателей. Расчет аккумуляторных установок.	2
13.	Электротермическое оборудование для создания микроклимата.	Электротермическое оборудование для создания микроклимата. Электрокалориферные установки. Характеристика приточно-вытяжных установок (ПВУ). Вентиляционно-отопительные установки ЭОКС. Тепловые насосы и кондиционеры воздуха. Электрообогреваемые полы, средства инфракрасного обогрева, брудеры.	2

14	Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта.	Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта. Обогрев почв в парниках элементным, электродным и индукционным способами, преимущества, недостатки. Устройства для электрообогрева теплиц. Расчет нагревательных устройств для парников и теплиц, автоматизация их работы.	2
15	Оборудование для сушки.	Оборудование для сушки и тепловой обработки сельскохозяйственных материалов. Активное вентилирование и конвективная сушка. Электротермическое оборудование ремонтно-механических мастерских и электротермические бытовые приборы.	2
			28

#### 4.4 Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1		<b>Способы электронагрева.</b>	<b>6</b>
	5	Определение удельной проводимости воды и расчет электродного водонагревателя.	2
	6	Исследование открытых нагревательных элементов.	2
	11	Термоэлектрический нагрев и охлаждение	2
2		<b>Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>	<b>8</b>
	13	Исследование работы электронагревательного коврика.	2
	7	Исследование аппарата дуговой сварки АДЗ-50.	2
	12	Исследование электрического элементного проточного водонагревателя ЭПВ-2А.	2
	15	Исследование системы поддержания микроклимата в овощехранилище (ШАУ-АВ).	2
			<b>14</b>

#### 4.5 Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	<b>Энергетические основы электротехнологии.</b>		
		Расчет преобразования электрической энергии в тепловую	2
2	<b>Способы электронагрева.</b>		
		Расчет открытых нагревательных проводов	2
		Расчет ТЭНов	2
3	<b>Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>		
		Расчет емкостного водонагревателя.	2
		Расчет проточного водонагревателя	2
		Расчет электронагревателей для обогрева пола животноводческих помещений.	2
			<b>12</b>

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	<b>Энергетические основы электротехнологии.</b>			
1.	Характеристики электромагнитного поля	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
2.	Закономерности преобразования электроэнергии	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Опрос
3.	Терминология. Классификация электротермического оборудования	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Опрос
4.	Тепловой расчет электротермического оборудования	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
	<b>Способы электронагрева.</b>			
5.	Прямой электронагрев сопротивлением.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
6.	Косвенный нагрев сопротивлением.	4	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
7.	Электродуговой нагрев.	4	Работа с учебной литера-	Опрос

			турой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	
8.	Индукционный нагрев.	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
9.	Диэлектрический нагрев.	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
10.	Инфракрасный нагрев.	3	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
11.	Термоэлектрический нагрев	2	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
<b>Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>				
12.	Электрические водонагреватели.	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
13.	Электротермическое оборудование для создания микроклимата.	7	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
14.	Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
15.	Оборудование для сушки.	8	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции Выполнение курсовой работы	Опрос
		<b>63</b>		

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (заочная форма)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Се- местр	Ауди- торных	Самост. работа	Лекций	Лабора- торных	Практи- ческих	Промежуточная аттестация	Всего
6	12	60	8	4	-		72
7	2	61	-	-	2	9 - экзамен	72
<b>всего</b>	<b>14</b>	<b>130</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	9 - экзамен	<b>144</b>

### Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины (мо- дуля), темы раздела	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма: -текущего контроля успеваемости, СРС (по неделям семест- ра); -промежуточной атте- стации (по семестрам) КРС
				всего	лекция	практические занятия	лаб. занятия	семинары	СРС	
<b>1</b>	<b>6</b>		<b>Модуль 1. Энергети- ческие основы элект- ротехнологии.</b>	<b>33, 5</b>	<b>1,5</b>	<b>2</b>			<b>30</b>	
	6		Характеристики элект- ромагнитного поля	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос
	6		Терминология. Класси- фикация электротерми- ческого оборудования	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос
	6		Тепловой расчет элект- ротермического обо- рудования	12, 5	0,5	2			10	Экспресс-опрос
<b>2</b>	<b>6</b>		<b>Модуль 2. Способы электронагрева.</b>	<b>54, 5</b>	<b>2,5</b>		<b>2</b>		<b>50</b>	
	6		Прямой электронагрев сопротивлением.	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос
	6		Косвенный нагрев со- противлением.	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос на лекции
	6		Электродуговой нагрев.	12, 5	0,5		2		10	Экспресс-опрос
	6		Индукционный нагрев.	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос на лекции
	6		Диэлектрический нагрев.	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос
<b>3</b>	<b>6</b>		<b>Модуль 3. Электро- нагрев в сельском хозяйстве.</b>	<b>47</b>	<b>4</b>		<b>2</b>		<b>41</b>	
	6		Электрические водо- нагреватели.	11, 5	1				10	Экспресс-опрос на лекции
	6		Электротермическое оборудование для со- здания микроклимата.	11, 5	1				10	Экспресс-опрос
	6		Устройства для обогре- ва сооружений защи- щенного грунта.	10, 5	0,5				10	Экспресс-опрос
	6		Оборудование для сушки.	10, 5	0,5				11	Экспресс-опрос

	6		Электрические водонагреватели.	2			2			Экспресс-опрос
			<b>Экзамен</b>	<b>9</b>						
Итого				<b>144</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>4</b>		<b>121</b>	

### Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции (вместо цифр – шифр и номер компетенции из ФГОС ВО)			
		ПК-8	ОПК-5	ОПК-8	общее количество компетенций
<b>Энергетические основы электротехнологии.</b>	<b>33,5</b>	+	+	+	3
<b>Способы электронагрева.</b>	<b>54,5</b>	+	+	+	3
<b>Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>	<b>47</b>	+	+	+	3

### Содержание разделов дисциплины

№	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах	
	<b>Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.</b>		
1	Характеристики электромагнитного поля	История развития электротермии и ее роль в сельском хозяйстве. Энергетические основы электротехнологии. Характеристика электромагнитного поля (ЭМП). Система уравнений Максвелла. Движение энергии с ЭМП. Технологические проявления ЭМП. Распространение и поглощение электромагнитной волны. Общие закономерности преобразования электроэнергии в другие виды.	0,5
2	Терминология. Классификация электротермического оборудования	Преобразование электрической энергии в тепловую. Прямой и косвенный способы преобразования. Электротермическое оборудование. Определения. Терминология. Классификация.	0,5
3	Тепловой расчет электротермического оборудования	Тепловой расчет электротермического оборудования. Тепловой баланс электротермического оборудования. Расчет мощности ЭТУ. Тепловой КПД.	0,5
	<b>Модуль 2. Способы электронагрева.</b>		
4	Прямой электронагрев сопротивлением.	Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Прямой электронагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Электродный нагрев. Особенности и области применения. Электродные системы. Расчет электродных систем.	0,5
5	Косвенный нагрев сопротивлением.	Косвенный нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов. Расчет нагревателей сопротивлением. Приближенные методы расчета. Расчет и выбор ТЭНов.	0,5
6	Электродуговой нагрев.	Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики дуги. Условия устойчивого горения дуги. Особенности дуги переменного и постоянного тока. Сварочные трансформаторы.	0,5
7	Индукционный нагрев.	Индукционный нагрев. Основные физические закономерности индукционного нагрева.	0,5
8	Диэлектрический нагрев.	Диэлектрический нагрев. Основные физические закономерности диэлектрического нагрева. Расчет параметров и выбор установок диэлектрического нагрева.	0,5

<b>Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>			
9	Электрические водонагреватели.	Электрические водонагреватели, котлы, парогенераторы. Область применения и классификация. Расчет мощности и выбор водонагревателей. Расчет аккумуляторных установок.	1
10	Электротермическое оборудование для создания микроклимата.	Электротермическое оборудование для создания микроклимата. Электрокалориферные установки. Характеристика приточно-вытяжных установок (ПВУ). Вентиляционно-отопительные установки ЭОКС. Тепловые насосы и кондиционеры воздуха. Электрообогреваемые полы, средства инфракрасного обогрева, брудеры.	1
11	Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта.	Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта. Обогрев почв в парниках элементным, электродным и индукционным способами, преимущества, недостатки. Устройства для электрообогрева теплиц. Расчет нагревательных устройств для парников и теплиц, автоматизация их работы.	0,5
12	Оборудование для сушки.	Оборудование для сушки и тепловой обработки сельскохозяйственных материалов. Активное вентилирование и конвективная сушка. Электротермическое оборудование ремонтно-механических мастерских и электротермические бытовые приборы.	0,5

### Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	<b>Модуль 2. Способы электронагрева.</b>		
		Исследование аппарата дуговой сварки АДЗ-50.	2
2	<b>Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>		
		Исследование электрического элементного проточного водонагревателя ЭПВ-2А.	2
			<b>4</b>

### Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)	Трудоемкость (час.)
1	<b>Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>		
		Расчет электротермических установок (электрические водонагреватели)	2
			<b>2</b>

### Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины (модуля), темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	<b>Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.</b>			
1	Характеристики электромагнитного поля	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
2	Терминология. Классификация электротермического	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос

	оборудования			
3	Тепловой расчет электротермического оборудования	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Контрольный опрос
<b>Модуль 2. Способы электронагрева.</b>				
4	Прямой электронагрев сопротивлением.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Контрольный опрос
5	Косвенный нагрев сопротивлением.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и практическим занятиям	Экспресс-опрос на лекции
6	Электродуговой нагрев.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Контрольный опрос
7	Индукционный нагрев.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Экспресс-опрос на лекции
8	Диэлектрический нагрев.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
<b>Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.</b>				
9	Электрические водонагреватели.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Экспресс-опрос на лекции
10	Электротермическое оборудование для создания микроклимата.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции и лабораторным занятиям	Контрольный опрос
11	Устройства для обогрева сооружений защищенного грунта.	10	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Контрольный опрос
12	Оборудование для сушки.	11	Работа с учебной литературой, подготовка к лекции	Тестирование
		<b>121</b>		

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) профиль «Электроснабжение» используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (портал);
- компьютерное тестирование;
- программное обеспечение КОМПАС;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических установок и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах.

### 5 Образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые образовательные технологии	Количество часов
6	Л	Лекции, с постановкой проблем и анализом их решения на примере действующих Программ	4
	ЛР	Лабораторные работы с условиями	-
	ПР	Решение ситуационных задач	14
			18

Занятия проводятся с использованием мультимедийного оборудования на лекциях, компьютерных программ MICROSOFT OFFICE, справочно-информационных систем для самостоятельной работы. Презентации содержат определения, структурные и принципиальные схемы электротехнологических процессов, установок, объектов и т.д.

При выполнении расчетных заданий используется учебная литература, приведенная ниже.

Самостоятельная работа включает подготовку к тестам, выполнение расчетных заданий и подготовку к их защите, подготовку к защите курсовой работы и экзамену.

# 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ<sup>1</sup>

## 6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

Контроль знаний студентов по дисциплине «Электротехнологии» проводится в устной и (или) письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль (зачет с оценкой по курсовой работе, экзамен).

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.
- использование ролевых игр (соревнований) по группам, внутри групп;
- поощрение индивидуальных и творческих заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы.

Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и (или) письменный экспресс-опрос по окончанию изучения каждой темы.

Промежуточная аттестация - защита курсовой работы и экзамен.

### 6 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ семестра	Виды контроля и аттестации (ТАт, ПрАт)	Компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства и форма контроля
1.	6	ВК, ТАт	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	Энергетические основы электротехнологии	Устный или тестовый контроль
2.	6	ТАт	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	Способы электронагрева	Устный или тестовый контроль
3.	6	ТАт	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	Электронагрев в сельском хозяйстве	Устный или тестовый контроль
4.	6	ПрАт	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5		Защита курсовой работы
5	6	ПрАт	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5		Экзамен

<sup>1</sup> Фонд оценочных средств по дисциплине приведен в приложении

## Методика текущего контроля и промежуточной аттестации

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

Отметка *«отлично»* выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка *«хорошо»* выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка *«удовлетворительно»* выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## Примеры оценочных средств

### *а) для входного контроля (ВК):*

1. Назовите основные характеристики электромагнитного поля. Формы ее проявления.
2. Схемы преобразования электрической энергии в тепловую.
3. Способы электронагрева. Преимущества, недостатки.
4. Приведите уравнение теплового баланса электротермической установки.
5. Электрическое сопротивление проводников I и II рода. Зависимости сопротивления от температуры
6. Электроконтактный нагрев. Основные понятия.
7. Электродный нагрев. Электродные системы.
8. Нагрев сопротивлением. Материалы нагревательных элементов.
9. Трубчатые электронагреватели ТЭН. Маркировка.
10. Способы регулирования мощности нагревателей.
11. Инфракрасный нагрев. Основные понятия.
12. Электродуговой нагрев. Основные понятия.
13. Физические основы индукционного нагрева.
14. Физические основы диэлектрического нагрева.
15. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.
16. Элементные водонагреватели. Устройство. Принцип действия.
17. Электродные водонагреватели и парогенераторы. Устройство. Принцип действия.
18. Индукционные водонагреватели. Устройство. Принцип действия.
19. Электрические калориферы и калориферные установки.
20. Оборудование инфракрасного нагрева.
21. Электротермическое оборудование при сушке и тепловой обработке сельскохозяйственных материалов.

### *б) для текущей успеваемости (ТАм):*

#### Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.

1. Назовите основные этапы развития электротермии.
2. На какие группы можно разделить сельскохозяйственные потребители теплоты? Перечислите их особенности.
3. Какой термодинамический смысл уравнения Умова-Пойнтинга и как оно используется для расчета электротермических процессов и устройств?
4. В чем различия физической природы и количественного описания теплоты Джоуля-Ленца и теплоты Зеебека-Пельтье?
5. В чем заключается физический смысл общего уравнения электронагрева?
6. Назовите основные элементы теплового расчета электротермических устройств.
7. Назовите основные закономерности преобразования электрической энергии в тепловую.
8. Основные конструкции электронагревателей.
9. Назовите способы расчета электронагревателей и их особенности.
10. Расчет электронагревателей по кривым связи, его особенность и порядок расчета.
11. Что означают при расчете коэффициенты монтажа и среды?
12. Определение длины нагревательного элемента на примере расчета спирали.
13. Определение параметров электронагревателя по таблицам удельной мощности на единицу длины электронагревателя.
14. Определение параметров электронагревателя по удельной мощности на единицу поверхности нагревателя.
15. Определение параметров электронагревателя по коэффициенту теплоотдачи.

## Модуль 2. Способы электронагрева.

1. Марки нагревательных проводов их конструктивная разница.
2. Какие температурные режимы у нагревательных проводов.
3. Какой материал у токонесущей жилы нагревательного провода.
4. Использование нагревательных проводов в нагревательных ковриках (конструкция) и панелях.
5. Порядок допускаемой мощности на погонный метр нагревательного провода разной марки.
6. Порядок расчета ЭТУ с нагревательным проводом.
7. Область применения ЭТУ с нагревательным проводом.
8. Преимущества и недостатки ТЭН.
9. Конструкция ТЭН по назначению.
10. Каталожная маркировка ТЭН.
11. Порядок расчета ЭТУ при использовании ТЭН по их мощности.
12. Оптимальное размещение ТЭН в электроводонагревателях.
13. Пленочные электронагревательные элементы. Особенность и преимущество их применения.
14. Контактная сварка, особенность выбора режима работы.
15. Порядок выбора электрооборудования для контактного нагрева.
16. Какое напряжение применяется для контактного нагрева?
17. Электрические схемы управления для процесса электроконтактного нагрева, их особенность.
18. Назначение контактной сварки.
19. Какие типы установок применяют для обеспечения контактной сварки.
20. Конденсаторные установки для контактной сварки.
21. Схема управления технологическим процессом в конденсаторных установках.
22. Какие преимущества и недостатки имеет контактная сварка деталей?
23. Преимущества и недостатки установок электродного нагрева.
24. Покажите конструкции электродов, применяемые в водоелектронагревателях (плоские, коаксиальные).
25. Как изменится мощность электродных водонагревателей в процессе нагрева и почему?
26. Как экспериментально и теоретически определить удельное сопротивление воды? Как записывается уравнение Шмидтбаура, его смысл?
27. Порядок расчета электроводонагревателей и котлов электродного типа.
28. Как определяются параметры проточного электроводонагревателя?
29. Какие конструктивные особенности имеют трехфазные электроводонагреватели и котлы КЭВЗ, КЭВ и паровые котлы ЭКП?
30. Особенность эксплуатации электрокотлов.
31. Нарисуйте электрическую схему управления электродного электроводонагревателя ЭПЗ–100.
32. Особенности индукционного нагрева и его преимущества.
33. Область применения индукционного нагрева.
34. Электрооборудование для индукционного нагрева.
35. Термический и электрический КПД индукционного нагрева.
36. Машинные и ламповые генераторы для индукционного нагрева, область применения.
37. Схемы управления генераторами для индукционного нагрева.
38. Индукционный нагрев на промышленной частоте, особенности применения. Индукционные электроводонагреватели.
39. Кабельный индукционный нагрев панелей. Особенности и преимущества кабельного индуктора, порядок расчета.
40. Преимущества и недостатки диэлектрического нагрева.
41. Область применения диэлектрического нагрева.
42. Определение удельной мощности при диэлектрическом нагреве.

43. Что такое фактор потерь и каково его влияние на диэлектрический нагрев?
44. Оптимальные условия для проведения диэлектрического нагрева (выбор частоты).
45. Определение параметров рабочего конденсатора при диэлектрическом нагреве.
46. Нагрев диэлектриков при параллельном и последовательном их расположении в рабочем конденсаторе, особенности процесса нагрева.
47. Применение диэлектрического нагрева материалов в различных технологических процессах сельскохозяйственного производства (конструктивные устройства).

### Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.

1. Что понимается под микроклиматом производственных помещений?
2. Электрокалориферные установки (конструкции, назначение и область применения).
3. Характеристика приточно-вытяжных установок (ПВУ).
4. Вентиляционно-отопительные установки ЭОКС.
5. Тепловые насосы и кондиционеры воздуха - назначение и область применения.
6. Электрооборудование местного обогрева - электрообогреваемые полы, конструкция, область применения, средства инфракрасного обогрева, брудеры.
7. Устройства для обогрева почвы в парниках элементным способом.
8. Электродный обогрев парников, преимущества и недостатки, особенности эксплуатации.
9. Индукционный метод обогрева.
10. Устройства для электрообогрева теплиц.
11. Методика расчета нагревательных устройств для парников и теплиц.
12. Автоматизация процесса электрообогрева в сооружениях защищенного грунта.
13. В чем состоит принцип активного вентилирования и конвективной сушки?
14. Какое оборудование при этом применяется?
15. Как устроен бункер активного вентилирования зерна?
16. Какими параметрами определяется мощность электронагревателей в установках активного вентилирования и сушки?
17. Предложите способы и устройства для сушки фруктов, травы на сено.
18. Суть электросилосования.
19. Целесообразность и преимущество применения электросилосования в сравнении с традиционными методами силосования.
20. Удельный расход энергии при технологическом процессе.
21. Электрическая схема управления технологическим процессом.
22. Приведите примеры применения электротермического оборудования в ремонтно-механических мастерских.
23. Преимущества применения электротермического оборудования в механических мастерских при ремонтных работах.
24. Применение электротермического оборудования для обеспечения микроклимата при ремонтных работах в механических мастерских.
25. Назовите типовые электронагревательные приборы, применяемые в быту. В чем их отличие от нагревателей производственного назначения?
26. Приведите основные меры повышения электробезопасности при использовании бытовых электронагревательных приборов.

### ***в) для промежуточной аттестации (ПрАт):***

Комплект тестовых заданий представлен в ЭБС ИжГСХА.

## Примерный перечень тем курсовых работ

1. Проектирование электротермической установки
2. Проектирование электротехнологической установки
3. Проектирование установки электрофизического воздействия

## Структура курсовой работы

- Задание
- Содержание
- Введение
- 1 Разработка схемы электротехнологического процесса
- 1.1 Патентный поиск и литературный обзор прогрессивных технологий
- 1.2 Разработка структурной схемы технологического процесса
- 2 Тепловой расчет ЭТУ
- 2.1 Расчет мощности ЭТУ
- 2.2 Тепловой КПД и конструктивные параметры ЭТУ
- 2.3 Температура элементов ЭТУ. Динамика нагрева
- 2.4 Расчет тепловой изоляции
- 3 Электрический расчет ЭТУ
- 3.1 Расчет конструктивных размеров электрических нагревателей
- 3.2 Разработка принципиальной схемы управления ЭТУ
- 4 Расчет параметров автоматического регулирования
- 5 Расчет внутренних силовых сетей и выбор ПЗА
- 6 Разработка мероприятий по технике безопасности
- 7 Расчет технико-экономических показателей
- Литература
- Спецификация

## Примеры вопросов для курсовой работы

1. Что является исходными данными для расчета ЭТУ.
2. Определение требуемых параметров водонагревателя. Влияние параметров среды.
3. Назовите факторы влияющие на выбор стандартной ЭТУ.
4. Расчет и проектирование нестандартной ЭТУ.
5. Порядок расчета аккумуляционного водонагревателя.
6. Порядок проверочного расчета ТЭНа.
7. Исходные данные для расчета тепловой изоляции.
8. Порядок расчета по заданному снижению температуры горячей воды в водонагревателе при остывании ее на разность температур.
9. Порядок расчета по нормируемой температуре наружной поверхности водонагревателя.
10. Назовите требования при разработке принципиальной электрической схемы управления ЭТУ.
11. Поясните выбор силовых проводов и кабелей при электроснабжении ЭТУ.
12. Выбор аппаратуры управления и защиты.
13. Эксплуатация и техника безопасности.

## Вопросы для подготовки к экзамену

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. Основы обеспечения микроклимата производственных и животноводческих помещений. Методы расчета.

## 6.2 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

1. Рабочая программа дисциплины «Электротехнологии».
2. Электротехнологии. Лабораторный практикум : метод. указания / П.Л. Лекомцев, А.М.Ниязов, О.Г.Долговых, Н.Л.Олин. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 72 с.
3. Электротехнологические установки и процессы : учебное пособие. / Сост. А.М. Ниязов, П.Л. Лекомцев. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2016. – 65с.
4. Электротехнология : матер. к курс. проектир. для студ. оч. и заоч. форм обуч. - Ижевск : РИО ИжГСХА, 2001. - 89 с.
5. Курсовое проектирование по электротехнологии [Электронный ресурс] : курс.расчет / ИжГСХА ; [Сост. П. Л.Лекомцев]. - Ижевск : РИО ИжГСХА, 2004. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM).
6. Курсовое проектирование по электротехнологии : учеб. пособие / П. Л. Лекомцев ; ред. В. Д. Дерендяева ; ИжГСХА. - Ижевск : РИО ИжГСХА, 2002. - 76 с.
7. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя)
8. Курс Moodle для самостоятельного изучения дисциплины [Электронный ресурс] : <http://moodle.izhgsha.ru/course/view.php?id=361>

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	Брунов, О.Г. Источники питания для дуговой сварки / О.Г. Брунов, С.А. Солодский, Д.П. Ильященко. – Томск: ГОУ ВПО «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», 2012. – 165 с.	1-3	6		ЭБС "AgriLib" <a href="http://ebs.rgazu.ru">http://ebs.rgazu.ru</a>
3	Электротехнологические установки и процессы : учебное пособие. / Сост. А.М. Ниязов, П.Л. Лекомцев. – Ижевск: ФГОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 65с.	1-3	6		<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1.	Сокунов, Б.А. Электротермические установки / Б.А. Сокунов, Л.С. Грובה. – УГТУ-УПИ, 2004. – 122 с.	1-3	6		ЭБС "AgriLib" <a href="http://ebs.rgazu.ru">http://ebs.rgazu.ru</a>
2.	Баранов, Л.А. Светотехника и электротехнология / Л.А. Баранов, В.А. Захаров. – М.: КолосС, 2006	1-3	6	100	
3.	Карасенко, В.А. Электротехнология / В.А. Карасенко, Е.М. Заяц, А.И. Барам, В.С. Корко. – М.: Колос, 1992.	1-3	6	4	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
4.	Гайдук, В.Н. Практикум по электротехнологии / В.Н. Гайдук, В.Н. Шмигель. – М.: Агропромиздат, 1989.	1-3	6	97	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
5.	Лекомцев, П.Л. Электротехнология. Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Электротермия / П.Л. Лекомцев [и др.]; под ред. П.Л. Лекомцева. – Ижевск, ИжГСХА, 2000.	1-3	6	30	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
6.	Лекомцев, П.Л. Курсовое проектирование по электротехнологии : учеб. Пособие / П.Л. Лекомцев. – ИжГСХА. - Ижевск : РИО ИжГСХА, 2002	1-3	6	190	<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>
7.	Электротехнологии. Лабораторный практикум : метод. указания / П.Л. Лекомцев, А.М.Ниязов, О.Г.Долговых, Н.Л.Олин. – Ижевск : ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 72 с.	1-3	6		<a href="http://portal.izhgsha.ru">http://portal.izhgsha.ru</a>

### 7.3 Перечень интернет-ресурсов

1. Сайт Министерство энергетики Российской Федерации <http://minenergo.gov.ru/>
2. Федеральный портал по научной и инновационной деятельности <http://www.sci-innov.ru>
3. Федеральная служба тарифов Российской Федерации <http://www.fstrf.ru>.
4. Министерство энергетики и ЖКХ Удмуртской Республики <http://rekudm.ru>.
5. Сайт ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://www.izhgsha.ru>
6. Интернет портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА» <http://portal.izhgsha.ru>
7. Сайт - электронная энциклопедия энергетики <http://www.trie.ru>.
8. Сайт газеты «Энергетика и промышленность России» <http://www.eprussia.ru/>
9. Электронная версия журнала "Промышленный электрообогрев и электроотопление" <http://www.e-heating.ru>
10. Курс Moodle для самостоятельного изучения дисциплины [Электронный ресурс] : <http://moodle.izhgsha.ru/course/view.php?id=361>

### 7.4 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для изучения дисциплины необходимо иметь чистую тетрадь для выполнения заданий. Перед началом занятий надо бегло повторить материал из курсов дисциплин «Электротехника», «Теплотехника», «Материаловедение».

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 подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением решать конкретные задачи по разработке и проектированию электротехнологических установок и процессов, а также выявлять существующие проблемы.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении выпускной квалификационной работы, а также на производственной практике

## **7.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологий:

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

*При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:*

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.

3. 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.

*Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:*

Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».

«1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий) Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование:

Лабораторный стенд «Исследование проточного водонагревателя»; Лабораторный стенд «Исследование тепловентилятора РН – 6»; Лабораторный стенд «Исследование характеристик сварочного аппарата АДЗ – 50»; Лабораторный стенд «Исследование электрических водонагревателей»; Лабораторный стенд «Экспериментальное определение удельной проводимости воды»; Макет плоского электронагревателя.

Помещение для самостоятельной работы.

Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

для проведения промежуточной аттестации студентов  
по итогам освоения дисциплины

### **ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ**

**Направление подготовки** *«Агроинженерия»*

**Профиль** *«Электроснабжение»*

**Квалификация выпускника** – *бакалавр*

**Форма обучения** – *очная, заочная*

## **ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ**

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам, заданиям и курсовой работе.

Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

### **ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний (1-й этап)	Оценочные средства для проверки умений (2-й этап)	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
1.	Энергетические основы электро-технологии	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2.	Способы электро-нагрева	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3.	Электронагрев в сельском хозяй-стве	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

# 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

## Перечень профессиональных компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ПК-8	готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок	основные законы расчета электро-технологических задач, задач термодинамики и теплопередачи, знать базовые правила эксплуатации электро-термического оборудования	применять методы расчета для определения параметров электро-технологических процессов и установок, качества продукции и электрооборудования	современными методами определения параметров электротехнологических процессов и состояния электрооборудования
ОПК-8	способностью обеспечивать выполнение правил техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и норм охраны труда и природы	основную терминологию и методики охраны окружающей среды	работать с документальным материалом о состоянии окружающей среды; рассчитывать некоторые количественные параметры оценки состояния окружающей среды.	методами расчета количества загрязнений в окружающую среду в результате выбросов промышленными предприятиями и автотранспортом.
ОПК-5	способностью обоснованно выбирать материал и способы его обработки для получения свойств, обеспечивающих высокую надежность детали	<ul style="list-style-type: none"> <li>- современные способы получения материалов и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;</li> <li>- строение и свойства материалов; сущность явлений, происходящих в материалах в условиях эксплуатации изделий;</li> <li>- технологию термоупрочнения и других видов упрочнения с целью придания материалам требуемых эксплуатационных свойств;</li> <li>- методы</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-оценивать и прогнозировать состояние материалов и причин отказов деталей под воздействием на них различные эксплуатационных факторов;</li> <li>-выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;</li> </ul>	- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов.

		формообразование и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности		
--	--	---	--	--

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных сельскохозяйственных технологических процессов, машин и установок, в том числе работающих непосредственно в контакте с биологическими объектами;
- техническое обслуживание, ремонт электрооборудования, энергетических сельскохозяйственных установок, средств автоматики и связи, контрольно-измерительных приборов, микропроцессорных средств и вычислительной техники;
- эксплуатация систем электро-, тепло-, водоснабжения;
- организация работ по применению ресурсосберегающих машинных технологий для производства и первичной переработки сельскохозяйственной продукции;
- участие в проектировании технических средств, систем электрификации и автоматизации технологических процессов и объектов инфраструктуры сельскохозяйственных предприятий;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях сельскохозяйственной техники, электрооборудования и средств автоматизации; участие в разработке новых машинных технологий и технических средств;

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

Знать:

- основные законы преобразования электрической энергии;
- современные способы разработки оборудования и изделий из них с заданным уровнем эксплуатационных свойств;
- методы воздействия и обработки заготовок для изготовления деталей заданной формы и качества, их технологические особенности.

Уметь:

- оценивать и прогнозировать состояние материалов;
- выбирать рациональный способ получения заготовок, исходя из заданных эксплуатационных свойств;
- применять средства измерения для контроля качества продукции и технологических процессов;

Владеть:

- опытом выполнения эскизов и технических чертежей деталей и сборочных единиц машин;
- методикой выбора конструкционных материалов для изготовления элементов машин и механизмов;
- средствами и методами повышения безопасности и экологичности технических средств и технологических процессов.

## 2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

### **1-й этап (уровень знаний):**

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

### **2-й этап (уровень умений):**

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

### **3-й этап (уровень владения навыками):**

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

Критерии оценивания уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования при проведении экзамена определяются по четырехбалльной системе: *«отлично»*, *«хорошо»*, *«удовлетворительно»*, *«неудовлетворительно»*.

### **3. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

#### **3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (1-й этап)**

##### *3.1.1 Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.*

1. Электротехнология, ее особенности и составные части.
2. История развития электротермии и ее роль в сельскохозяйственном производстве и этапы внедрения.
3. Анализ технологических схем преобразования электрической энергии в тепловую.
4. Классификация и способы преобразования электрической энергии в тепловую.
5. Классификация электротермических установок. Этапы проектирования ЭТУ.

##### *3.1.2 Модуль 2. Способы электронагрева.*

1. Основы теплового расчета электротермических установок
2. Конструкция электронагревателей и способы расчета.
3. Устройство трубчатого электронагревателя. Преимущества и недостатки ТЭН.
4. Электросварка, особенности технологического процесса, физические явления.
5. Электронагрев сопротивлением (прямой нагрев, методы аппаратуры).
6. Контактная сварка, электрическая схема управления.
7. Электродный нагрев. Преимущества и недостатки. Конструкции электродов.
8. Индукционный нагрев, его особенность. Электрооборудование для обеспечения процесса. Расчет обогревательных панелей при нагреве индукционным способом.
9. Диэлектрический нагрев. Физические основы, преимущества и недостатки применения. Расчет удельной мощности при диэлектрическом нагреве, влияние фактора потерь.

##### *3.1.3 Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.*

1. Устройство проточного элементного водонагревателя.
2. Устройство трубчатого электронагревателя.
3. Устройство электрокалориферных установок.
4. Устройство парового электродного котла. Особенности расчета и эксплуатации.
5. Электрификация парников и теплиц, способы обогрева (электродный, элементный, индукционный).
6. Электронагревательные полы, конструкция, область применения. Основы расчета и конструирования.
7. Электротермическое оборудование для сушки и тепловой обработки материалов.
8. Электротермические процессы и оборудование в ремонтно-механических мастерских.
9. Электротепловые приборы в быту, их характеристика и особенность эксплуатации.

#### **3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (2-й этап)**

##### *3.2.1 Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.*

1. Анализ преимущества и недостатков электротермических устройств.

2. Расчет электронагревательных устройств по кривым связи.
3. Определение параметров электронагревательного устройства по удельной мощности на единицу поверхности нагревателя
4. Определение параметров электронагревателя по коэффициенту теплоотдачи с его поверхности.

### 3.2.2 Модуль 2. Способы электронагрева.

1. Методика расчет ЭТУ при использовании ТЭН.
2. Методика расчет ЭТУ с нагревательным проводом. Устройство нагревательных устройств.
3. Экспериментальное и теоретическое определение воды. Уравнение Шмидтбауэра.

### 3.2.3 Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.

1. Расчет и выбор параметров аккумуляторов тепловой энергии. Схема управления при использовании электроаккумуляторов.
2. Основы обеспечения микроклимата производственных и животноводческих помещений. Методы расчета.
3. Конструкция, порядок расчета и особенности эксплуатации.

## 3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемых в ходе изучения дисциплины (3-й этап)

### 3.3.1 Модуль 1. Энергетические основы электротехнологии.

1. Определить мощность установки для испарения 100 литров воды за 50 мин. Начальная температура воды  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , плотность  $998\text{ кг/м}^3$ , удельная теплота фазового превращения  $2000\text{ кДж/кг}$ , к.п.д. установки  $0,95$ .
2. Определить мощность тепловых потерь с боковой и торцевой поверхности водонагревателя цилиндрической формы вместимостью  $0,5\text{ м}^3$ . Температура воды в баке  $85\text{ }^{\circ}\text{C}$ , окружающей среды –  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Бак имеет тепловую изоляцию толщиной  $0,04\text{ м}$ , выполненной из материала с коэффициентом теплопроводности  $0,05\text{ Вт/(м}\cdot^{\circ}\text{C)}$ . Коэффициент теплоотдачи наружной поверхности изоляции  $10\text{ Вт/(м}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$ . Теплоотдачей от воды к стенке и теплопроводностью стенки можно пренебречь. Размеры бака принять оптимальными.
3. В термоэлектрическом преобразователе, работающем в режиме комбинированного производства теплоты и холода, получен тепловой поток  $2000\text{ Вт}$ , при этом затрачена работа  $500\text{ Вт}$ . Определить отопительный и холодильный коэффициенты и коэффициент преобразования энергии.
4. Рассчитать мощность печи для нагрева под закалку стальных деталей диаметром  $100\text{ мм}$  и длиной  $250\text{ мм}$ . В печь одновременно укладывается  $10$  деталей. Продолжительность нагрева  $2\text{ ч}$ . Температура закалки  $870^{\circ}\text{C}$ . К.п.д. печи  $75\%$ .

### 3.3.2 Модуль 2. Способы электронагрева.

1. По стальному проводу длиной  $100\text{ м}$ , диаметром  $2\text{ мм}$  протекает ток частотой  $1000\text{ Гц}$ . Определить активное сопротивление стального проводника при температуре  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для углеродистой стали  $\rho_{20} = 0,135\cdot 10^{-6}\text{ Ом}\cdot\text{м}$ ,  $\mu=200$ ,  $\alpha=0,006\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ .
2. Определить расстояние между электродами электродного водонагревателя, если допустимая плотность тока составляет  $0,2\text{ А/см}^2$ . Удельное сопротивление воды  $\rho_{20} = 1000\text{ Ом}\cdot\text{см}$ . Напряжение питания установки  $380\text{ В}$ . Температура нагретой воды  $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
3. В электронагревательной установке расположены шесть нагревательных элементов с сопротивлением одного нагревателя  $24\text{ Ом}$ . Определить мощность, потребляемую

установкой при соединении нагревателей в последовательную и двойную звезду, последовательный и двойной треугольник. Линейное напряжение сети 220 В.

4. Нагревательный элемент, выполненный в виде спирали на огнеупорном каркасе, находится в неподвижном воздухе. Материал нагревателя нихром Х20Н80, установившаяся рабочая температура спирали 500 °С, потребляемая мощность 1 кВт, напряжение питания 220 В. Определить диаметр и длину проволоки нагревателя и основные размеры спирали.
5. В нагревательном элементе, выполненном из нихромовой проволоки диаметром 1,1 мм и длиной 10 м, протекает ток 10 А. определить мощность, потребляемую нагревателем, количество теплоты, выделяемой в нем за 1 ч, и приложенное напряжение.
6. Металл расплавляется в открытой индукционной печи. Температура поверхности 1200°С. Внутренний диаметр тигля 20 см. определить мощность, излучаемую поверхностью металла в пространство с температурой 20°С.

### 3.3.3 Модуль 3. Электронагрев в сельском хозяйстве.

1. Выбрать ТЭНы для подогрева 100 л. молока от 10 до 30 °С за 30 мин. Допустимая удельная поверхностная мощность ТЭНов для подогрева молока 2 Вт/см<sup>2</sup>, удельная теплоемкость молока 3,92 кДж/(кг·°С).
2. Определить температуру воздуха на выходе из калорифера мощностью 15 кВт. Подача воздуха равна 1000 м<sup>3</sup>/ч, плотность воздуха 1,2 кг/м<sup>3</sup>, теплоемкость 1 кДж/(кг·°С).
3. Изолирующая вставка в трубопроводе должна обеспечивать сопротивление столба воды 2000 Ом при температуре воды 90 °С. Диаметр трубопровода 0,05 м, удельное сопротивление воды  $\rho_{20} = 5000 \text{ Ом}\cdot\text{см}$ . Определить длину изолирующей вставки.
4. Определить минимально допустимое расстояние между пластинчатыми электродами водонагревателя, если  $\rho_{20} = 270 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , а напряжение между электродами 380 В.
5. Определить глубину высокочастотной закалки стальной детали в индукторе при частоте  $f = 20 \text{ кГц}$ , если  $\rho_{20} = 0,15 \cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , а  $\mu_r = 100$ .
6. Бак для нагрева воды до кипения обернут листом асбеста толщиной 2,5 мм. Высота бака 0,7 м, диаметр 0,5 м. Чему равны тепловые потери с боковой и торцевой поверхностей бака?
7. Определить количество провода марки ПОСХВ для обогрева почвы и воздуха (раздельно) парника мощностью 21 кВт, если отношение мощностей 2,5:1.

### Примерный перечень тем курсовых работ

- 1 Проектирование электротермической установки
- 2 Проектирование электротехнологической установки
- 3 Проектирование установки электрофизического воздействия

### Структура курсовой работы

- |     |   |
|-----|---|
|     | Задание   |
|     | Содержание  |
|     | Введение  |
| 1   | Разработка схемы электротехнологического процесса             |
| 1.1 | Патентный поиск и литературный обзор прогрессивных технологий |
| 1.2 | Разработка структурной схемы технологического процесса        |
| 2   | Тепловой расчет ЭТУ   |
| 2.1 | Расчет мощности ЭТУ   |
| 2.2 | Тепловой КПД и конструктивные параметры ЭТУ                   |
| 2.3 | Температура элементов ЭТУ. Динамика нагрева                   |
| 2.4 | Расчет тепловой изоляции                                      |
| 3   | Электрический расчет ЭТУ                                      |

- 3.1 Расчет конструктивных размеров электрических нагревателей
  - 3.2 Разработка принципиальной схемы управления ЭТУ
  - 4 Расчет параметров автоматического регулирования
  - 5 Расчет внутренних силовых сетей и выбор ПЗА
  - 6 Разработка мероприятий по технике безопасности
  - 7 Расчет технико-экономических показателей
- Литература  
Спецификация

### Примеры вопросов для курсовой работы

1. Что является исходными данными для расчета ЭТУ.
2. Определение требуемых параметров водонагревателя. Влияние параметров среды.
3. Назовите факторы влияющие на выбор стандартной ЭТУ.
4. Расчет и проектирование нестандартной ЭТУ.
5. Порядок расчета аккумуляционного водонагревателя.
6. Порядок проверочного расчета ТЭНа.
7. Исходные данные для расчета тепловой изоляции.
8. Порядок расчета по заданному снижению температуры горячей воды в водонагревателе при остывании ее на разность температур.
9. Порядок расчета по нормируемой температуре наружной поверхности водонагревателя.
10. Назовите требования при разработке принципиальной электрической схемы управления ЭТУ.
11. Поясните выбор силовых проводов и кабелей при электроснабжении ЭТУ.
12. Выбор аппаратуры управления и защиты.
13. Эксплуатация и техника безопасности.

### Вопросы для подготовки к экзамену

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. Основы обеспечения микроклимата производственных и животноводческих помещений. Методы расчета.

#### 4. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Результаты обучения (этапы формирования компетенций)	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
<b>Знания, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (1-й этап):</b> основные законы расчета электротехнологических задач, задач термодинамики и теплопередачи, знать базовые правила эксплуатации электротермического оборудования	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильно формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
<b>Умения, приобретаемые в ходе освоения дисциплины (2-й этап):</b> применять методы расчета для определения параметров электротехнологических процессов и установок, качества продукции и электрооборудования	ПК-8, ОПК-8, ОПК-5	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
<b>Навыки, приобретаемые в ходе освоения дисциплины</b>	ПК-8, ОПК-8,	Содержание дисциплины освоено	Содержание дисциплины освоено	Обучающийся глубоко и прочно

<p><b>(3-й этап):</b> современными методами определения параметров электротехнологических-технологических процессов и состояния электрооборудования</p>	<p>ОПК-5</p>	<p>частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.</p>	<p>полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..</p>	<p>усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.</p>
---	--------------	---	--	---

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

## Примеры экзаменационных билетов

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования  
"Ижевская государственная сельскохозяйственная академия"  
Кафедра "Энергетика и электротехнологии"

---

### Экзаменационный билет № 1

по дисциплине "Электротехнологии"  
профиль подготовки – Электроснабжение

1. Дайте определение что такое «Электротехнология». Приведите ее особенности и составные части.
2. Методика расчет ЭТУ с нагревательным проводом. Устройство нагревательных устройств.
3. Определить минимально допустимое расстояние между пластинчатыми электродами водонагревателя, если  $\rho_{20} = 270 \text{ м} \cdot \text{м}$ , а напряжение между электродами 380 В.

---

Билет рассмотрен и утверждён на заседании кафедры « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 года  
Заведующий кафедрой Ниязов А.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования  
"Ижевская государственная сельскохозяйственная академия"  
Кафедра "Энергетика и электротехнологии"

---

### Экзаменационный билет № 2

по дисциплине "Электротехнологии"  
профиль подготовки – Электроснабжение

1. Классификация электротермических установок. Этапы проектирования ЭТУ.
2. Экспериментальное и теоретическое определение воды. Уравнение Шмидтбауэра.
3. Выбрать ТЭНы для подогрева 100 л. молока от 10 до 30 оС за 30 мин. Допустимая удельная поверхностная мощность ТЭНов для подогрева молока 2 Вт/см<sup>2</sup>, удельная теплоемкость молока 3,92 кДж/(кг· оС).

---

Билет рассмотрен и утверждён на заседании кафедры « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 года  
Заведующий кафедрой Ниязов А.М.

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ<sup>2</sup>

Номер изменения	Номер измененного листа	Дата внесения изменения и номер протокола	Подпись ответственного за внесение изменений
1	5, 26-28	19 от 26.06.19	<i>Ошкунко</i>
2	24, 26, 28	11 от 25.05.2020	<i>Ошкунко</i>
3	26 - 28	15 от 20.11.2020	<i>Ошкунко</i>
4	26-28	1 от 31.08.2021 г.	<i>Ошкунко</i>

ФИО	Фамилия (полностью)	Профессиональное наименование
Иванов Иван Иванович	Иванов Иван Иванович	Инженер-электрик
Петров Петр Петрович	Петров Петр Петрович	Инженер-электрик
Сидоров Сергей Сергеевич	Сидоров Сергей Сергеевич	Инженер-электрик

2) Связи: профессионально-деловые связи, связи с клиентами, связи с поставщиками, связи с подрядчиками, связи с органами государственной власти, связи с органами местного самоуправления, связи с общественными организациями, связи с иными организациями.

Фирменное наименование и система обозначения объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов интеллектуальной собственности, принадлежащих к объектам интеллектуальной собственности.

Участие в создании объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов интеллектуальной собственности, принадлежащих к объектам интеллектуальной собственности.

Участие в создании объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов интеллектуальной собственности, принадлежащих к объектам интеллектуальной собственности.

Участие в создании объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов интеллектуальной собственности, принадлежащих к объектам интеллектуальной собственности.

Участие в создании объектов интеллектуальной собственности, в том числе объектов интеллектуальной собственности, принадлежащих к объектам интеллектуальной собственности.

<sup>2</sup> АИ(Б)ЭС - Электротехнология