

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 17.07.2023 10:29:25  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181287ca51a86a4c69d33e1779345d45

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института механики и  
энергетики имени В.П. Горячкина  
И.Ю. Игнаткин  
“ 03 ” \_\_\_\_\_ 2021 г.

## Лист актуализации рабочей программы дисциплины

### Б1.О.31 «Электротехнологии»

для подготовки бакалавров  
Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Электроснабжение  
Форма обучения: очная.  
Год начала подготовки: 2019  
Курс 4  
Семестр 7

В рабочую программу вносятся следующие изменения (на 2021 год).

1. В Аннотацию.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3).

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электро-снабжение.

2. В раздел 2. Место дисциплины в учебном процессе

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

Дисциплина «Электротехнологии» включена в обязательную часть Блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Дисциплина «Электротехнологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленности Электро-снабжение.

3. В раздел 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, в таблицу 1.

Таблица 1

#### **Требования к результатам освоения учебной дисциплины**

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	способен применять со-	ОПК-3.5 Демонстрирует	основные законы термодина-	применять законы термодинами-	навыками применения

		ответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	мики, электричества и магнетизма, необходимые для решения типовых задач при расчете и выборе нагревательных электроустановок	ки, электричества и магнетизма, необходимые для решения типовых задач при расчете и выборе нагревательных электроустановок	законов термодинамики, электричества и магнетизма, необходимые для решения типовых задач при расчете и выборе нагревательных электроустановок
			ОПК-3.6 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	элементарные основы оптики	применяет основы оптики для решения задач в электротехнологии	навыками применения основ оптики для решения задач в электротехнологии
2.	ОПК-4	способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.3 Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	основы теории цепей электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	применять основы теории цепей электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами при расчете нагревательных электроустановок	навыками расчета нагревательных электроустановок с применением теории цепей электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами

4. В пункт 4.3 Лекции/лабораторные работы/практические занятия, в таблицу 4.

Таблица 4

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

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1 «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1.</b> Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева <b>Тема 2.</b> Классификация электротермических установок	Лекция № 1. Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1.</b> Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева	Практическое занятие № 1. Изучение взаимосвязей тепловых и электрических характеристик нагревателей.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Дискуссия Устный опрос	2
		Практическое занятие № 2. Тепловые расчеты системы нагрева.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос	2
2.	<b>Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»</b>				<b>8</b>
	<b>Тема 1.</b> Основные положения расчета электронагревательных установок	Лекция № 2, № 3. Основные положения расчета электронагревательных установок	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		4
		Практическое занятие № 3. Решение задач по определению параметров элементных нагревателей.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос	2
		Лабораторная работа № 1. Исследование открытых нагревательных элементов.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2
3.	<b>Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1.</b> Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников	Лекция № 4. Прямой нагрев сопротивлением. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева	Лекция № 5. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
		Практическое занятие № 4. Выбор источника питания электроконтактного нагрева. Решение задач по определению параметров электроконтактных нагревателей.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		лей.			
4.	<b>Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»</b>				<b>8</b>
	<b>Тема 1.</b> Электродный нагрев. Материалы электродов.	Лекция № 6. Электродный нагрев. Материалы электродов.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	Лекция № 7. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
		Практическое занятие № 5. Расчет электродных нагревательных устройств. Решение задач по определению параметров водонагревателей	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2
		Лабораторная работа № 2. Исследование и поверочный расчет электродного водонагревателя.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2
4.	<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»</b>				<b>12</b>
	<b>Тема 1.</b> Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели.	Лекция № 8. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
		Лабораторная работа № 3. Изучение двухпозиционной системы регулирования температуры в электрической печи	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4. Изучение системы регулирования температуры в электрической печи по П, и ПИД законам	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическое занятие № 6. Обосновывающие расчеты для выбора электрокалориферной установки.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос Тестирование	2
	<b>Тема 2.</b> Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей	Лекция 9. Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Методика расчета электрообогреваемых полов.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
		Практическое занятие № 7. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2
6.	<b>Раздел 6 «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1.</b> Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги	Лекция № 10. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги	Лекция № 11. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
		Практическое занятие № 8. Расчет источников питания электродугового нагрева.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2
7.	<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»</b>				<b>10</b>
	<b>Тема 1.</b> Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора	Лекция № 12. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
		Лабораторная работа № 5. Изучение принципа действия установок индукционного на-	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4	Защита лабораторной работы	2

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		грева.	(ОПК-4.3)		
		Лабораторная работа № 6. Изучение влияния материала заготовки на время ее нагрева при одинаковой установленной мощности нагревателя. Лабораторная работа № 7. Изучение влияния материала заготовки на энергетические процессы нагрева при различной установленной мощности нагревателя.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 8. Определение зависимости эффективности нагрева от перекрытия поля заготовкой в индукторе. Лабораторная работа № 9. Изучение влияния магнитных материалов на процесс индукционного нагрева	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2
	<b>Тема 2. Выбор источника питания индукционного нагрева</b>	Лекция № 13. Выбор источника питания индукционного нагрева.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
<b>8.</b>	<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1. Основы диэлектрического нагрева и его особенности</b>	Лабораторная работа № 10. Исследование СВЧ нагревателя	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лекция № 14. Диэлектрический нагрев. Основы диэлектрического нагрева и его особенности.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
	<b>Тема 2. Термоэлектрический нагрев и охлаждение</b>	Лекция № 15. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
<b>9.</b>	<b>Раздел 9 «Современные виды электро-</b>				<b>4</b>

№ п/п	Название раздела, темы	№ и название лекций/ лабораторных работ/ практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>технологий. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве»</b>				
	<b>Тема 1.</b> Современные виды электротехнологий. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон	Лекция № 16. Современные виды электротехнологий. Общие представления и задачи современных видов электротехнологий в АПК с использованием озона. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования	Лекция № 17. Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования.	ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)		2

5. В пункт 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины, в таблицу 5.

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	Название раздела, темы	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
<b>Раздел 1 «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»</b>		
1.	<b>Тема 1.</b> Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева	Общие представления об электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Основные закономерности преобразования электрической энергии в тепловую. Виды теплопередачи (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
2.	<b>Тема 2.</b> Классификация электротермических установок	Классификация электротермических установок: по способу превращения электрической энергии в тепловую; по роду тока; по частоте тока; по виду нагрева: прямого нагрева, косвенного нагрева; по рабочей температуре: низкотемпературные, среднетемпературные, высокотемпературные; по технологическому назначению: универсальные, специальные (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»</b>		
3.	<b>Тема 1.</b> Основные положения расчета электронагревательных	Тепловой расчет электронагревательных установок. Уравнение теплового баланса. Выбор теплоизоляции. Особенности теплоотдачи нагревателя

№ п/п	Название раздела, темы	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
	установок	(ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»</b>		
4.	<b>Тема 1.</b> Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников	Физическая сущность электронагрева сопротивлением. Закон Джоуля-Ленца. Прямой нагрев сопротивлением. Косвенный нагрев сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников. Пленочные электронагреватели (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
5.	<b>Тема 2.</b> Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева	Схема установки для электроконтактного нагрева. Расчет и выбор нагревательных трансформаторов. Электроконтактная сварка. Точечная сварка. Роликовая (шовная) сварка. Выбор источников питания электроконтактного нагрева. Недостатки и преимущества электроконтактного нагрева (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»</b>		
6.	<b>Тема 1.</b> Электродный нагрев. Материалы электродов	Электродный нагрев. Материалы электродов (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
7.	<b>Тема 2.</b> Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	Особенности эксплуатации электродных водонагревателей. Расчет электродных нагревательных устройств. Взаимосвязь начальной, средней и конечной мощности электродного водонагревателя (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»</b>		
8.	<b>Тема 1.</b> Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели	Требования к выбору материала. Трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы). Электрический и конструктивный расчеты нагревательных элементов (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
9.	<b>Тема 2.</b> Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей	Электротермические установки нагрева и сушки в АПК. Бытовые электронагреватели. Электронагревательные провода и кабели. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 6. «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»</b>		
10.	<b>Тема 1.</b> Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги	Условия обеспечения дугового разряда. Регулирование тока сварочной дуги (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
11.	<b>Тема 2.</b> Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги	Виды электросварки и их принципиальное различие. Дуговая сварка как способ соединения различных металлов и сплавов. Электрические схемы источников питания сварочных агрегатов постоянного и переменного тока. Способ-

№ п/п	Название раздела, темы	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
		бы регулирования сварочной дуги (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»</b>		
12.	<b>Тема 1.</b> Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора	Физическая основа индукционного нагрева. Закон электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла и закон Джоуля-Ленца. Конструкция индуктора. Использование индукционного нагрева деталей в АПК (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
13.	<b>Тема 2.</b> Выбор источников питания индукционного нагрева	Источники питания установок индукционного электрического нагрева. Современные источники питания индукционных установок. Генераторы индукционных токов. Электрическая схема генератора индукционного нагрева (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>		
14.	<b>Тема 1.</b> Основы диэлектрического нагрева и его особенности	СВЧ нагревательные установки. Термоэлектрические тепловые насосы (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
15.	<b>Тема 2.</b> Термоэлектрический нагрев и охлаждение	Термоэлектрические явления. Термоэлектрические эффекты Зеебека, Пельтье и Томсона. Физические основы термоэлектрического нагрева и охлаждения. ТермоЭДС. Работа теплового насоса. Области применения термоэлектрического нагрева и охлаждения (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
<b>Раздел 9 «Современные виды электротехнологий. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве»</b>		
16.	<b>Тема 1.</b> Современные виды электротехнологий. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон	Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон. Классификация электротехнологических установок, задачи. Установки и методы: электротермический, электросварочный, электрохимический, электрофизический, аэрозольный, электромеханический. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).
17.	<b>Тема 2.</b> Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования	Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы. (ОПК-3 (ОПК-3.5, ОПК-3.6), ОПК-4 (ОПК-4.3)).

6. В раздел 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины, в пункт 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания, в таблицу 7.

Таблица 7

#### Критерии оценивания результатов обучения (экзамена)

Оценка	Критерии оценивания
<b>Высокий уровень «5» (отлично)</b>	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.

	<b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий.</b>
<b>Средний уровень «4» (хорошо)</b>	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
<b>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</b>	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – достаточный.</b>
<b>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</b>	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, не сформированы.</b>

7. В раздел 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины; 7.1 Основная литература; 7.2 Дополнительная литература

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Боцман, В.В. Светотехника и электротехнология [Электронный ресурс] учебное пособие / В. В. Боцман. - Белгород: БелГАУ им.В.Я.Горина,– СПб.: Издательство «Лань», 2016. – 139 с.

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

2. Юдаев, И.В., Живописцев, Е.И. Электрический нагрев: основы физики процессов и конструктивных расчетов [Электронный ресурс]: учебное пособие /И.В. Юдаев, Е.И. Живописцев.– СПб.: Издательство «Лань», 2021.– 196 с. –

Ссылка на полный текст: <https://e.lanbook.com/book/169058>

### 7.2 Дополнительная литература

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8. В раздел 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем. Таблица 8. Перечень программного обеспечения.

Таблица 8

**Перечень программного обеспечения**

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	<b>Раздел 1</b> «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
2.	<b>Раздел 2</b> «Основные положения расчета электронагревательных установок»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
3.	<b>Раздел 3</b> «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
4.	<b>Раздел 4</b> «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2016 2016  2016
5.	<b>Раздел 5</b> «Косвенный	Microsoft Word	Оформительская	Microsoft	2016

	электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкции нагревательных элементов»	Microsoft Excel Power Point	Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft	2016 2016
6.	<b>Раздел 6</b> «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги»	Microsoft Word Microsoft Excel Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft Microsoft	2016 2016 2016

9. В раздел 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

### 11. Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия представлены следующими видами и проведением текущего контроля успеваемости:

лекции (занятия лекционного типа);

практические занятия, лабораторные работы (занятия семинарского типа);

групповые консультации;

индивидуальные консультации и иные учебные занятия, предусматривающие индивидуальную работу преподавателя с обучающимся;

самостоятельная работа обучающихся;

занятия иных видов и проведение текущего контроля успеваемости.

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

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

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

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

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

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

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

Максимально использовать возможности производственных практик: технологической и эксплуатационной для изучения электронагревательных установок, имеющих на предприятии.

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

Разработчик: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«31» августа 2021 г.

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры автоматизации и роботизации технологических процессов имени академика И.Ф. Бородина протокол № 01 от «31» августа 2021 г.

Заведующий кафедрой: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

**Лист актуализации принят на хранение:**

И.о. заведующего выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники

имени академика И.А. Будзко

Стушкина Н.А., к.т.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

«03» сентября 2021 г.



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

Институт механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра электропривода и электротехнологий

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

 Ю.В. Катаев

“ 22 ”  2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.О.31 «Электротехнологии»**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность Электроснабжение

Курс 4

Семестр 7

Форма обучения: очная

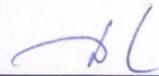
Год начала подготовки: 2019 г.

Регистрационный номер \_\_\_\_\_

Москва, 2019

Разработчик: Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



« 15 » « января » 2019 г.

Рецензент: Загинайлов В.И., д.т.н., профессор

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

« 15 » « января » 2019 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры электропривода и электротехнологий протокол № 04 « 15 » « января » 2019 г.

Заведующий кафедрой Кабдин Н. Е., к. т. н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии Института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Парлюк Е.П., к.э.н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Протокол № 09 « 21 » « января » 2019 г.

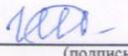
Заведующий выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к. т. н., доцент

(ФИО, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

« 15 » « января » 2019 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ 

(подпись)

Л.Л. Иванова

**Бумажный экземпляр РПД, копии электронных вариантов РПД и оценочных материалов дисциплины получены:**

Методический отдел УМУ

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	7
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>20</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	21
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания .....	28
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>29</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	29
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	30
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ .....	30
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ.....	30
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>31</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ.....</b>	<b>31</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>32</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>33</b>
Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	34
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>35</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.О.31 «Электротехнологии» для подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

**Цель освоения дисциплины:** приобретение навыков расчета и выбора нагревательных электроустановок в сельскохозяйственном производстве с применением законов термодинамики, электричества, магнетизма, оптики и основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в обязательную часть учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенции): ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3).

### **Краткое содержание дисциплины:**

Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок. Основные положения расчета электронагревательных установок. Основы динамики электронагрева. Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников. Электродный нагрев. Материалы электродов. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели. Обосновывающие расчеты для выбора электрокалориферной установки. Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Методика расчета электрообогреваемых полов. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания сварочной дуги. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания индукционного нагрева. Диэлектрический нагрев. Основы диэлектрического нагрева и его особенности. Термоэлектрический нагрев и охлаждение. Термоэлектрические тепловые насосы. Классификация тепловых насосов. Принцип работы теплового насоса. Использование тепловых насосов в сельскохозяйственном производстве. Преимущества и недостатки термоэлектрического нагрева и охлаждения. Современные виды электротехнологий. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве. Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы.

**Общая трудоемкость дисциплины: 5 зач. ед. (180 часов).**

**Промежуточный контроль:** экзамен.

## **1. Цели освоения дисциплины**

**Целью освоения дисциплины «Электротехнологии»** является приобретение навыков расчета и выбора нагревательных электроустановок в сельскохозяйственном производстве с применением законов термодинамики, электричества, магнетизма, оптики и основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.

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

Дисциплина «Электротехнологии» включена в обязательную часть учебного плана. Дисциплина «Электротехнологии» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОПОП ВО и Учебного плана направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электротехнологии» являются курсы: электротехнические материалы (1 курс, 1 семестр), информатика (1 курс, 1 семестр), введение в профессиональную деятельность (1 курс, 1 семестр), математика (1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), физика (1 курс, 2 семестр; 2 курс, 3-4 семестры), компьютерное проектирование (2 курс, 3 семестр), теоретические основы электротехники (2 курс, 3-4 семестры), электроника (3 курс, 5 семестр), автоматика (3 курс, 6 семестр), теплотехника (3 курс, 6 семестр).

Знания и умения по дисциплине «Электротехнологии» используются при подготовке студентами выпускной квалификационной работы.

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

## **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Код компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Код и содержание индикаторов достижения компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ОПК-2	способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2.5 Демонстрирует понимание физических явлений и применяет законы механики, термодинамики, электричества и магнетизма	основные законы термодинамики, электричества и магнетизма, необходимые для решения типовых задач при расчете и выборе нагревательных электроустановок	применять законы термодинамики, электричества и магнетизма, необходимые для решения типовых задач при расчете и выборе нагревательных электроустановок	навыками применения законов термодинамики, электричества и магнетизма, необходимые для решения типовых задач при расчете и выборе нагревательных электроустановок
			ОПК-2.6 Демонстрирует знание элементарных основ оптики, квантовой механики и атомной физики	элементарные основы оптики	применяет основы оптики для решения задач в электротехнологии	навыками применения основ оптики для решения задач в электротехнологии
2.	ОПК-3	способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-3.3 Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	основы теории цепей электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	применять основы теории цепей электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами при расчете нагревательных электроустановок	навыками расчета нагревательных электроустановок с применением теории цепей электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами

## 4. Структура и содержание дисциплины

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

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ в семестре № 7 представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. семестре
		№ 7
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>68,4</b>	<b>68,4</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>68,4</b>	<b>68,4</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	34	34
практические занятия (ПЗ)	16	16
лабораторные работы (ЛР)	16	16
консультации перед экзаменом	2	2
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,4	0,4
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>111,6</b>	<b>111,6</b>
расчетно-графическая работа	20	20
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)	58	58
Подготовка к экзамену	33,6	33,6
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	

### 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

#### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 1</b> «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»	10	2	4			4
<b>Раздел 2</b> «Основные положения расчета электронагревательных установок»	28	4	2	2		20
<b>Раздел 3</b> «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»	14	4	2			8

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнено)	Всего	Аудиторная работа				Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР	ПКР	
<b>Раздел 4</b> «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»	14	4	2	2		6
<b>Раздел 5</b> «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов»	32	4	4	4		20
<b>Раздел 6.</b> «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги»	12	4	2			6
<b>Раздел 7</b> «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»	16	4		6		6
<b>Раздел 8</b> «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»	12	4		2		6
<b>Раздел 9</b> «Современные виды электротехнологий. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве»	6	4				2
<i>консультации перед экзаменом</i>	2				2	
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,4				0,4	
Подготовка к экзамену	33,6					33,6
<b>Всего за 7 семестр</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>111,6</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>180</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>2,4</b>	<b>111,6</b>

**Раздел 1.** Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок

**Тема 1.** Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева

Рассматриваемые вопросы.

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

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

**Тема 2.** Классификация электротермических установок

Рассматриваемые вопросы.

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

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

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

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

Рассматриваемые вопросы.

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

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

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

Рассматриваемые вопросы.

Физическая сущность электронагрева сопротивлением. Закон Джоуля-Ленца. Прямой нагрев сопротивлением. Косвенный нагрев сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников.

### **Тема 2. Электроконтактный нагрев. Расчет параметров источника питания установок электроконтактного нагрева**

Рассматриваемые вопросы.

Схема установки для электроконтактного нагрева. Расчет и выбор нагревательных трансформаторов. Электроконтактная сварка. Точечная сварка. Роликовая (шовная) сварка. Выбор источников питания электроконтактного нагрева. Недостатки и преимущества электроконтактного нагрева.

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

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

Рассматриваемые вопросы.

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

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

Отличие электродного нагрева от других видов нагрева.

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

Рассматриваемые вопросы.

Расчет электродных нагревательных устройств. Определение мощности и конструктивных параметров электродной системы. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей. Техника безопасности при эксплуатации электродных водонагревателей.

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

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

Рассматриваемые вопросы.

Требования к выбору материала нагревательных элементов и их конструкции. Нагревательные элементы по конструктивному исполнению: открытые, закрытые и герметические (ТЭНы). Материалы нагревательных элементов: жаростойкие, жаропрочные, технологичные.

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

для выбора электрокалориферной установки. Преимущества и недостатки косвенного электронагрева сопротивлением.

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

Рассматриваемые вопросы.

Особенности расчета стальных нагревателей. Нагревательные провода и кабели. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Методика расчета электрообогреваемых полов. Схемы включения нагревательных элементов и способы регулирования мощности электротермических установок

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

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

Рассматриваемые вопросы.

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

**Тема 2.** Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги

Рассматриваемые вопросы.

Виды электросварки и их принципиальное различие. Дуговая сварка, как способ соединения различных металлов и сплавов. Особенности стыковой, точечной и роликовой электросварки. Источники питания установок электродугового электрического нагрева. Электрические схемы и источники питания сварочных агрегатов переменного и постоянного тока. Способы регулирования сварочной дуги. Требования, предъявляемые к источникам питания сварочной дуги (требования, предъявляемые к источникам сварочного тока). В качестве источников питания дуги применяют: сварочные трансформаторы (источники переменного тока), генераторы постоянного тока (преобразователи), полупроводниковые выпрямители (постоянного тока). Преимущества и недостатки сварочных агрегатов на постоянном и переменном токе. Устройства, в которых явление электрической дуги является вредным: коммутационные устройства, автоматические выключатели, высоковольтные выключатели, контакторы.

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

**Тема 1.** Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора

Рассматриваемые вопросы.

Физическая основа индукционного нагрева. Индукционный нагрев полупроводниковых материалов в переменном магнитном поле. Закон электромагнитной индукции Фарадея-Максвелла и закон Джоуля-Ленца. Вектор плотности потока мощности или вектор Пойтинга. Индукционный нагрев: поверхностный,

глубинный, сквозной. Определение тепловой мощности в нагревательном материале при индукционном нагреве. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности при индукционном нагреве. Установки индукционного нагрева. Нагревательный индуктор – рабочий орган установки индукционного нагрева. Конструкция индуктора. Формы индуктора: трубчатые, в виде «змейки», восьмерки, трех листового клевера. Индукторы: цилиндрические, овальные, щелевые, стержневые, плоские и петлевые. Классы деления индукторов: низкочастотные и высокочастотные. Выбор длины и числа витков индуктора. Определение внутреннего диаметра индуктора.

**Тема 2.** Выбор источника питания индукционного нагрева

Рассматриваемые вопросы.

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

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

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

Рассматриваемые вопросы.

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

**Тема 2.** Термоэлектрический нагрев и охлаждение

Рассматриваемые вопросы.

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

**Раздел 9.** Современные виды электротехнологий. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве

**Тема 1.** Современные виды электротехнологий. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон

Рассматриваемые вопросы.

Современные виды электротехнологий. Классификация электротехнологических установок, задачи. Установки и методы: электротермический, электросварочный, электрохимический, электрофизический, аэрозольный, электро-механической Электрофизический метод – озонирование. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве: дезинфекция воздуха в коровниках, свинарниках и птичниках; дезинфекция оборудова-

ния и инвентаря; обеззараживание кормов; дезинфекция яиц; подготовка питьевой воды, используемой в питьевых системах для сельскохозяйственных животных и птиц; дезинфекция семян; дезинфекция воздуха и обеззараживание грунта в теплицах.

**Тема 2.** Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования

Рассматриваемые вопросы.

Конструкция озонаторов. Режимы работы озонаторов. Обоснование параметров озонаторов.

### 4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия

Таблица 4

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

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Раздел 1 «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1.</b> Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева <b>Тема 2.</b> Классификация электротермических установок	Лекция № 1. Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
	<b>Тема 1.</b> Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева	Практическое занятие № 1. Изучение взаимосвязей тепловых и электрических характеристик нагревателей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Дискуссия Устный опрос	2
		Практическое занятие № 2. Тепловые расчеты системы нагрева.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос	2
2.	<b>Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»</b>				<b>8</b>

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1.</b> Основные положения расчета электронагревательных установок	Лекция № 2, № 3. Основные положения расчета электронагревательных установок	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		4
		Практическое занятие №3. Решение задач по определению параметров элементных нагревателей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос	2
		Лабораторная работа № 1. Исследование открытых нагревательных элементов.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2
3.	<b>Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1.</b> Способы электрического нагрева сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников	Лекция № 4. Прямой нагрев сопротивлением. Способы электрического нагрева сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева	Лекция № 5. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
		Практическое занятие №4 . Выбор источника питания электроконтактного нагрева. Решение задач по определению параметров электроконтактных нагревателей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2
4.	<b>Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»</b>				<b>8</b>

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1.</b> Электродный нагрев. Материалы электродов.	Лекция № 6. Электродный нагрев. Материалы электродов. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	Лекция № 7. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
Практическое занятие №5. Расчет электродных нагревательных устройств. Решение задач по определению параметров водонагревателей		ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2	
Лабораторная работа № 2. Исследование и поверочный расчет электродного водонагревателя.		ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2	
4.	<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов»</b>				<b>12</b>
	<b>Тема 1.</b> Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели.	Лекция № 8. Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели. Особенности расчета стальных нагревателей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
		Лабораторная работа № 3. Изучение двухпозиционной системы регулирования температуры в электрической печи	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лабораторная работа № 4. Изучение систе-	ОПК-2 (ОПК-2.5,	Защита лабораторной	2

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		мы регулирования температуры в электрической печи по П, и ПИД законам	ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	работы	
		Практическое занятие № 6. Обосновывающие расчеты для выбора электрокалориферной установки.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос Тестирование	2
	<b>Тема 2.</b> Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей	Лекция 9. Особенности расчета стальных нагревателей. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей. Методика расчета электрообогреваемых полов.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
		Практическое занятие № 7. Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2
6.	<b>Раздел 6 «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги»</b>				<b>6</b>
	<b>Тема 1.</b> Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги	Лекция № 10. Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги	Лекция № 11. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
		Практическое занятие № 8. Расчет источников питания электродугового нагрева.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Устный опрос Решение типовых задач	2
7.	<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Вы-</b>				<b>10</b>

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>бор источника питания»</b>				
	<b>Тема 1.</b> Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора	Лекция № 12. Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания индукционного нагрева.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
Лабораторная работа № 5. Изучение принципа действия установок индукционного нагрева.		ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2	
Лабораторная работа № 6. Изучение влияния материала заготовки на время ее нагрева при одинаковой установленной мощности нагревателя. Лабораторная работа № 7. Изучение влияния материала заготовки на энергетические процессы нагрева при различной установленной мощности нагревателя.		ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2	
Лабораторная работа № 8. Определение зависимости эффективности нагрева от перекрытия поля заготовкой в индукторе. Лабораторная работа № 9. Изучение влияния магнитных материалов на процесс индукционного нагрева		ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2	
	<b>Тема 2.</b> Выбор источника питания индукционного нагрева	Лекция № 13. Выбор источника питания индукционного нагрева.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
8.	<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>				<b>6</b>

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	№ и название лекций/ лабораторных/ практических занятий	Формируемые компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	<b>Тема 1.</b> Основы диэлектрического нагрева и его особенности	Лабораторная работа № 10. Исследование СВЧ нагревателя	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)	Защита лабораторной работы	2
		Лекция № 14. Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Термоэлектрический нагрев и охлаждение	Лекция № 15. Термоэлектрический нагрев и охлаждение.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
9.	<b>Раздел 9 «Современные виды электротехнологий. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве»</b>				<b>4</b>
	<b>Тема 1.</b> Современные виды электротехнологий. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон	Лекция № 1. Современные виды электротехнологий. Общие представления и задачи современных видов электротехнологий в АПК с использованием озона. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2
	<b>Тема 2.</b> Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования	Лекция № 1. Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования.	ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)		2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

##### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	Номера и наименование разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	<b>Раздел 1 «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»</b>	

№ п/п	Номера и наименования разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
1.	<b>Тема 1.</b> Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева	Общие представления об электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Основные закономерности преобразования электрической энергии в тепловую. Виды теплопередачи (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»</b>		
2.	<b>Тема 1.</b> Основные положения расчета электронагревательных установок	Выбор теплоизоляции. Особенности теплоотдачи нагревателя (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 3 «Прямой нагрев сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»</b>		
3.	<b>Тема 3.</b> Способы электрического нагрева А сопротивлением. Электрическое сопротивление проводников	Пленочные электронагреватели (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»</b>		
4.	<b>Тема 5.</b> Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей	Взаимосвязь начальной, средней и конечной мощности электродного водонагревателя (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов»</b>		
5.	<b>Тема 4.</b> Нагревательные элементы	Электротермические установки нагрева и сушки в АПК. Бытовые электронагреватели. Электронагревательные провода и кабели (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 6. «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги»</b>		
6.	<b>Тема 6.</b> Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работа источников питания	Условия обеспечения дугового разряда. Регулирование тока сварочной дуги (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 7 «Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора. Выбор источника питания»</b>		
7.	<b>Тема 7.</b> Индукционный нагрев. Основные характеристики индуктора	Использование индукционного нагрева деталей в АПК (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
<b>Раздел 8 «Диэлектрический нагрев. Термоэлектрический нагрев и охлаждение»</b>		
8.	<b>Тема 8.</b> Основы диэлектрического нагрева и его особенности	СВЧ нагревательные установки. Термоэлектрические тепловые насосы (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).

№ п/п	Номера и наименования разделов, тем	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 9 «Современные виды электротехнологий. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве»</b>		
9.	Тема 1. Современные виды электротехнологий. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон	Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон. Классификация электротехнологических установок, задачи. Установки и методы: электротермический, электросварочный, электрохимический, электрофизический, аэрозольный, электромеханический. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).
10.	Тема 2. Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы в процессе озонирования	Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы. (ОПК-2 (ОПК-2.5, ОПК-2.6), ОПК-3 (ОПК-3.3)).

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок.	Л	Технология проблемного обучения (лекция-визуализация)
2.	Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей.	Л	Информационно-коммуникационная технология (мультимедиа лекция).
3.	Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги.	Л	Информационно-коммуникационная технология: (мультимедиа лекция). Демонстрация фильма об электродуговом нагреве
4.	Выбор источника питания электроконтактного нагрева. Решение задач по определению параметров электроконтактных нагревателей.	ПЗ	Технология контекстного обучения.

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
5.	Расчет электродных нагревательных устройств. Решение задач по определению параметров водонагревателей.	ПЗ	Технология контекстного обучения.
6.	Расчет устройств на базе нагревательных проводов и кабелей.	ПЗ	Технология контекстного обучения.
7.	Изучение влияния Атериала заготовки на время ее нагрева при одинаковой установленной мощности нагревателя.	ЛР	Технология проблемного обучения
8.	Изучение влияния магнитных материалов на процесс индукционного нагрева.	ЛР	Технология проблемного обучения

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

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

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, выполнения и защиты лабораторных работ, выполнения тестовых заданий, решение типовых задач, проведение дискуссии, выполнение расчетно-графической работы.

**Промежуточный контроль знаний:** экзамен.

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

1) При изучении дисциплины «Электротехнологии» учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графической работы. Задачей выполнения расчетно-графической работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы.

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

В конце расчетно-графической работы необходимо дать перечень использованной литературы.

Примерные темы расчетно-графической работы:

1. Определение мощности электрокалорифера и выбор электродвигателя для привода вентилятора.
2. Расчет мощности электрообогреваемого пола животноводческого помещения.
3. Расчет мощности электрообогреваемого пола в свинарнике-маточнике.
4. Расчет мощности почвенного электрообогревателя на базе нагревательного провода.

Задания к расчетно-графической работе выдаются каждому студенту индивидуально (по вариантам).

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

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

**Теме 1.** Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов. Трубчатые электрические нагреватели  
Практическое занятие № 6. Обосновывающие расчеты для выбора электрокалориферной установки.

Тест № 1 (Вариант № 1)

1. Какой способ нагрева применяют в электрокалориферах типа СФОЦ?
  - 1) Индукционный.
  - 2) Диэлектрический.
  - 3) Косвенный нагрев сопротивлением.
  - 4) Прямой нагрев сопротивлением.
2. Что является причиной выхода из строя электрокалориферной установки при остановке вентилятора?
  - 1) Увеличение теплоотдачи ТЭН.
  - 2) Короткое замыкание.
  - 3) Уменьшение теплоотдачи ТЭН.
  - 4) Увеличение потребляемой мощности.
3. С какой целью ТЭНы для электрокалориферов выполняют с алюминиевым оребрением?
  - 1) Для увеличения механической прочности.
  - 2) Для снижения температуры поверхности.
  - 3) Для повышения КПД.
  - 4) Для увеличения теплоотдачи.
4. Из какого материала изготавливают спирали ТЭН?
  - 1) Вольфрам.
  - 2) Никелина.

- 3) Манганина.
- 4) Нихрома

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

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

6. Что означают цифры и буквы, отмеченные звездочками, в условном обозначении \*\* \*\* \* ТЭН-25А10/0,5Р220:

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

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

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

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

7. Допустимая температура окружающего воздуха ТЭН в электрокалорифере:

- 1) 180°C.
- 2) 600°C.
- 3) 100°C.
- 4) 300°C.

8. Диаметр проволоки в ТЭН:

- 1) 10 мм.
- 2) 8,2 ...9мм.
- 3) Неограниченный.
- 4) 0,25...1,6 мм.

9. Каков срок службы ТЭНов?

- 1) До 100 тыс. часов.
- 2) До 50 тыс. часов.
- 3) До 20 тыс. часов.
- 4) До 10 тыс. часов.

10. Какова максимальная длина ТЭНа?

- 1) 2м.
- 2) 6м.
- 3) 10м.
- 4) 5м.

3) Пример дискуссии для текущего контроля знаний, обучающихся:

**По разделу 1.** Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок

**Теме 1.** Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева

Практическое занятие № 1. Изучение взаимосвязей тепловых и электрических характеристик нагревателей.

Дискуссия на тему:

«Вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие электротехнологии».

Вопросы дискуссии.

1. Начало развития электротехнологии.

Начало развития электротехнологии принято отсчитывать от работ академика В.В. Петрова, который впервые исследовал электрическую дугу и указал на ее возможные области применения — для нагрева, плавки и восстановления из окислов металлов, а также для электролиза воды.

2. В XIX в. начались разработки электротехнологических установок различного назначения как чисто исследовательских, так и имеющих промышленное применение. Это работы таких ученых как М. Депре (Франция, 1849 г.) — печь сопротивления и дуговая печь, Пишон (Франция, 1853 г.) — дуговая печь косвенного действия для металлургии, В. Сименс (Англия, 1879 г.) — дуговые печи прямого и косвенного действия, О. Хэвисайд (Англия, 1884 г.), Н.Г. Славянов (Россия, 1888 г.) — дуговая электросварка, С. Томпсон (Англия, 1891 г.), Ивинг (Англия, 1892 г.), С. Ферранти (Италия, 1887 г.) — теория и практика индукционного нагрева и плавки.

3. Сильный импульс для развития электротехнологии дали многочисленные работы по получению алюминия, в ходе которых разрабатывались различные типы электротехнологических установок (ЭТУ): гарниссажная печь Ч.С. Брайли (США, 1883 г.), резистивные рудо-восстановительные печи прямого нагрева братьев А. и Е. Коулесс (США, 1884 г.), электролизные ванны П.Л.Т. Эру (Франция, 1886 г.) и Ч.М. Холл (США, 1886 г.).

4. В конце XIX в. были сделаны изобретения системы электрообогрева помещений (О. Розе, Англия, 1882 г.), погружаемого водонагревателя — кипятильника (Юллинг, Германия, 1883 г.).

5. *Инфракрасный нагрев.* В 1903 г. был получен патент Германии на применение инфракрасного нагрева (Шраммбергер). Инфракрасные излучатели (темные и светлые) применяют также для различных технологических процессов, например, для сушки.

6. *Электродные водонагреватели.* Первый водогрейный котел на напряжение 6 кВ был изготовлен в 1907 г.

Резистивный нагрев.

7. Первые эксперименты по нагреву проводников электрическим током относятся к XVIII веку. Б. Франклин (США) при исследовании разряда лейденской банки обнаружил нагрев и расплавление металлических проволочек.

8. Дж. Пристли (1766 г.), почетный член Петербургской академии наук, изучал нагрев различных металлов и отметил различия в их проводимости.
9. Нагрев проводников исследовали Л. Тенар (Франция, 1801 г.), В. В. Петров (1802 г.) и Х. Дэви (Англия, 1807 г.). Используя вольтов столб, Дж.Г. Чилдрен (Англия, 1815 г.) осуществил нагрев и расплавление различных металлов.
10. Р. Хар (Англия, 1839 г.) предложил вакуумную печь сопротивления с использованием воздушного насоса.
11. Закон выделения энергии в проводнике при протекании тока открыли Дж.П. Джоуль (1841 г.) и Э.Х. Ленц (1844 г.).
12. Г.Б. Симпсон получил американский патент (1859 г.) на нагревательное устройство с нагревателем в виде спирали.
13. С. Аббот (США, 1921 г.) получил патент на конструкцию и технологию производства теплоэлектронагревателей (ТЭНов) (фирма «Дженерал электрик», начало работ 1913 г.)

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

**По разделу 2.** Основные положения расчета электронагревательных установок

**Теме 1.** Основные положения расчета электронагревательных установок

Задания и контрольные вопросы при защите лабораторных работ.

Лабораторная работа № 1 «Исследование открытых нагревательных элементов».

Контрольные вопросы при защите лабораторной работы

1. Какие материалы используются в качестве нагревательных элементов?
2. От чего зависит установившаяся температура нагревательного элемента?
3. Как влияет установившаяся температура на срок службы нагревателя?
4. Каким законом описывается кривая нагрева?
5. От чего зависит теплоотдача нагревателя?
6. Объясните устройство и принцип действия термопары?
7. Как определяется и для чего нужна условная (фиктивная) температура нагревателя?
8. Назовите области применения открытых нагревательных элементов на предприятиях сельскохозяйственного производства?

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

**По разделу 1.** Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок

**Теме 1.** Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева

Практическое занятие № 1. Изучение взаимосвязей тепловых и электрических характеристик нагревателей.

Вопросы для устного опроса

1. Назовите, какие показатели относятся при расчете тепловых характеристик нагревателей.

2. Охарактеризуйте методику теплового расчета электронагревательных установок.
3. Назовите, какие показатели относятся при расчете электрических характеристик нагревателей.
4. Охарактеризуйте методику электрического расчета электронагревательных установок.
5. Какая взаимосвязь тепловых и электрических характеристик нагревателей?
6. Расскажите, как определить мощность, потребляемую электрическим нагревателем, коэффициент полезного действия нагревателя и стоимость потребленной им электроэнергии.
7. Назовите виды и задачи расчетов электротермических установок.

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

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

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

Практическое занятие № 5. Расчет электродных нагревательных устройств.

Решение задач по определению параметров водонагревателей

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

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

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

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

1. Сельское хозяйство как сфера использования электротехнологий.
2. Общие понятия электротехнологии.
3. Общие понятия «Электротермия». Определение понятия «Электротермия».
4. Что изучает «Электротермия»?
5. Термины и определения в электротермии.
6. Способы электрического нагрева и классификация электротермического оборудования.
7. Преимущества электротермического оборудования по сравнению с установками традиционного нагрева.
8. Основные способы преобразования электроэнергии в другие виды.
9. Виды нагрева, способы и закономерности преобразования электрической энергии в тепловую.
10. Классификация электротермических установок.
11. Виды и задачи расчетов электротермических установок.
12. Почему процесс нагрева ЭТУ имеет динамический характер?
13. Дифференциальное уравнение теплового баланса ЭТУ.

14. Как изменяется процесс нагрева (охлаждения), скорость нагрева (охлаждения) и термический КПД от температуры и времени нагрева?
15. Какие тепловые потоки учитываются при составлении уравнения теплового баланса объекта?
16. Как определяются: полезная, потребная и расчетная мощности ЭТУ?
17. Способы регулирования мощности ЭТУ.
18. Особенности электроконтактного нагрева.
19. Особенности стыковой, точечной и роликовой электросваров.
20. Методика расчета и выбора источников питания для электроконтактного нагрева.
21. Преимущества и недостатки электродного нагрева.
22. Из каких материалов могут изготавливаться электроды?
23. По каким показателям выбирается теплоизоляция?
24. Методика расчета основных параметров электродных нагревателей.
25. Как изменяется мощность в электродных нагревателях в зависимости от температуры нагреваемого материала?
26. Основы расчета непроточного электродного водонагревателя.
27. Основы расчета проточного водонагревателя.
28. Регулирование мощности электронагревателей при электродном нагреве.
29. Электрический нагрев сопротивлением. Косвенный нагрев. Достоинства и недостатки.
30. Конструкции нагревательных элементов.
31. Материалы, применяемые в нагревателях. Требования к материалам нагревательных элементов.
32. Методика расчета нагревательных элементов по поверхностной мощности.
33. Методика расчета нагревательных элементов по рабочему току и расчетной температуре.
34. Способы регулирования мощности элементных нагревательных установок, схемы включения.
35. Приближенные способы расчета элементных нагревателей.
36. Трубчатые элементные нагреватели (ТЭНы), их устройство, основные технические данные, области применения.
37. Нагревательные провода и кабели.
38. Принципы выбора нагревательных проводов и ТЭНов.
39. Индукционный нагрев, его особенности, виды индукторов.
40. Определение тепловой мощности в нагреваемом материале при индукционном нагреве.
41. КПД системы «индуктор – деталь» при индукционном нагреве.
42. Удельная поверхностная мощность при индукционном нагреве.
43. Коэффициент мощности при индукционном нагреве.
44. Выбор частоты при индукционном нагреве.
45. Режимы индукционного нагрева.
46. Какие источники питания используют при индукционном нагреве?
47. Области применения индукционного нагрева в сельском хозяйстве.

48. Диэлектрический нагрев. Основы диэлектрического нагрева и его особенности.
49. Расчет параметров диэлектрического нагревателя.
50. Физические основы электродугового нагрева и статическая вольтамперная характеристика электрической дуги.
51. Устойчивость горения электрической дуги.
52. Регулирование тока электрической дуги.
53. Особенности горения электрической дуги переменного тока.
54. Чем характеризуется ВАХ электрической дуги?
55. Какие требования предъявляются к источникам питания сварочной дуги?
56. Источники питания сварочной дуги.
57. Термоэлектрические явления.
58. Принцип работы термоэлемента.
59. Принципы работы полупроводникового теплового насоса.
60. Энергетические показатели полупроводникового теплового насоса.
61. Условие получения максимальной холодопроизводительности полупроводникового теплового насоса.
62. Определение мощности электротермических установок периодического действия.
63. Определение мощности электротермических установок непрерывного действия.
64. Расчет изолирующей вставки для электродного водонагревателя.
65. Каковы пределы регулирования мощности трехфазного нагревателя, имеющего по два нагревательных элемента в каждой фазе?
66. От каких параметров индуктора и нагреваемой детали зависит КПД индукционного нагрева?
67. Техника безопасности при эксплуатации электродных водонагревателей.
68. Зависимость температуры и скорости нагрева от времени при постоянной мощности электрического нагревателя.
69. Каковы причины ограничения плотности тока и напряженности электрического поля в электродных нагревателях?
70. Выбор мощности источника питания для электроконтактного и дугового нагрева.
71. Основные процессы сельскохозяйственного производства, использующие озон.
72. Применение озонных технологий в животноводстве, птицеводстве и растениеводстве.
73. Озонаторы. Расчет параметров и режимов их работы.

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

Для оценки знаний, умений, навыков и формирования компетенции по дисциплине «Электротехнологии» применяется **традиционная** система контроля и оценки успеваемости студентов.

Критерии оценки знаний устанавливаются в соответствии с требованиями к профессиональной подготовке, исходя из действующих учебных планов и программ с учетом характера конкретной дисциплины, а также будущей практической деятельности выпускника. Критерии выставления оценок по четырехбалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» представлены в таблице 7.

Таблица 7

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
<p><b>Высокий уровень «5» (отлично)</b></p>	<p>оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно; не затрудняется с ответом при видоизменении задания; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.</p>
<p><b>Средний уровень «4» (хорошо)</b></p>	<p>оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; в основном сформировал практические навыки.</p>
<p><b>Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)</b></p>	<p>оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму содержания предмета, определенному программой дисциплины; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы.</p>
<p><b>Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)</b></p>	<p>оценку <b>«неудовлетворительно»</b> заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы.</p>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

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

2. Башилов А.М. Низкотемпературный электронагрев [Текст]: учебное пособие / А.М. Башилов, С.А. Растимешин, С.С. Трунов, С.А. Егоров, Ю.Б. Катков. – М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2011. – 68 с.
3. Юдаев, И.В., Живописцев, Е.И. Электрический нагрев: основы физики процессов и конструктивных расчетов [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.В. Юдаев, Е.И. Живописцев. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 196 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/102248#2>.

## **7.2 Дополнительная литература**

1. Багаев, А.А. Электротехнология [Текст]: учебное пособие для студентов, обучающихся по напр. подготовки: 660300 – «Агроинженерия» и 140200 «Электроэнергетика» и по спец. 311400 «Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва» И 10040 «Электроснабжение» / А. А. Багаев, А. И. Багаев, Л. В. Куликова; МСХ РФ, Алтай. гос. аграр. ун-т. - Барнаул: [б. и.], 2006. – 319 с.
2. Басов, А.М. Электротехнология [Текст]: учебное пособие для вузов / А.М. Басов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.
3. Газалов, В.С. Электротехнологии и электрооборудование в сельскохозяйственном производстве [Текст] : сб. науч. тр. / МСХ РФ, ФГОУ ВПО Азово-Черномор. гос. агроинж. академия; [Ред. кол.: В. С. Газалов (отв. ред.) и др.]. – зерноград: АЧГАА, Вып. 4., Т. 1, 2004. – 120 с.
4. Живописцев, Е.Н., Косицын, О.А. Электротехнология и электрическое освещение [Текст]: учебное пособие / Е.Н. Живописцев, О.А. Косицын. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 303 с.
5. Карасенко, В.А. Электротехнология [Текст]: учебное пособие для вузов / В.А. Карасенко. – М.: Колос, 1992. – 304 с.
6. Куликова, Л.В. Электротехнология в кормопроизводстве [Текст]: учебное пособие по курсу «Электротехнол. установки с.-х профиля» / Л. В. Куликова ; Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (Барнаул). – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2001. – 28 с.

## **7.3 Нормативные правовые акты**

1. ГОСТ Р 50571.14-97 (МЭК 364-7-705-84) «Электроустановка сельскохозяйственных и животноводческих помещений». Введен в действие с 01 июля 1997 года.
2. Правила устройства электроустановок. 7 издание, дополненное с исправлениями. – М.: Норматика, 2018.
3. Правила устройства электроустановок [Электронный ресурс]. – Система «ГАРАНТ».
4. ГОСТ 12.1.019-79. ССБТ. Электробезопасность. Общие требования.

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

Формами организации учебного процесса по дисциплине «Электротехнологии» являются лекции, лабораторные работы, практические занятия, кон-

сультации, самостоятельная работа студентов. Лекции и практические занятия проводятся в группах. Лабораторные работы проводятся в подгруппах. По курсу предусмотрено выполнение расчетно-графической работы.

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

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

### Программно-информационное обеспечение дисциплины

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

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

2. <http://www.electrolibrary.info> (электронная электротехническая библиотека) (открытый доступ).

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

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

## 9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8

### Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Наименование программы	Тип программы	Автор	Год разработки
1.	Раздел 1 «Общие вопросы электротехнологии и ее применение в сельскохозяйственном производстве. Динамика нагрева. Классификация электротермических установок»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2010 2010  2010
2.	Раздел 2 «Основные положения расчета электронагревательных установок»	Microsoft Word Microsoft Excel  Power Point	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft Microsoft  Microsoft	2010 2010  2010
3.	Раздел 3 «Прямой нагрев	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, состав-	Microsoft Microsoft	2010 2010

	сопротивлением. Электроконтактный нагрев. Выбор источника питания электроконтактного нагрева»	Power Point	ление таблиц и диаграмм Презентация	Microsoft	2010
4.	Раздел 4 «Электродный нагрев. Расчет электродных нагревательных устройств. Особенности эксплуатации электродных водонагревателей»	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft Microsoft	2010 2010
		Power Point	Презентация	Microsoft	2010
5.	Раздел 5 «Косвенный электронагрев сопротивлением. Требования к материалам и конструкция нагревательных элементов»	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft Microsoft	2010 2010
		Power Point	Презентация	Microsoft	2010
6.	Раздел 6 «Электродуговой нагрев. Свойства и характеристики электрической дуги. Режимы сварки и работы источников питания сварочной дуги»	Microsoft Word Microsoft Excel	Оформительская Расчетная, составление таблиц и диаграмм	Microsoft Microsoft	2010 2010
		Power Point	Презентация	Microsoft	2010

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

Таблица 9

### Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**
1	2
Корпус № 24, аудитория № 306	Компьютерный класс тип 2: компьютеров – 17 шт., проектор Acer H 6517ST – 1 шт., интерактивная доска – 1 шт. инв. № 410124000602951
Корпус № 24, аудитория № 310	Лаборатория «Электротехнологические установки». Лабораторный стенд «Электротехнологические установки и системы» исполнение стендовое с ноутбуком ЭТУ-СН - 2 шт. инв. № 410124000603071 и инв. № 410126000000025. 1) Моноблок «Индукционный нагрев металлов» - 1 шт. 2) Моноблок «Модель электрической печи сопротивления» - 1 шт. 3) Ноутбук – 1 шт.

	<p>4) USB-осциллограф – 1 шт.</p> <p>5) Лабораторная стойка - 1 шт.</p> <p>6) Комплект силовых кабелей и соединительных проводов - 1 шт.</p> <p>Выполняемые на стенде лабораторные работы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Изучение двухпозиционной системы регулирования температуры в электрической печи.</li> <li>2. Изучение системы регулирования температуры в электрической печи по П, и ПИД законам.</li> <li>3. Изучение принципа действия установок индукционного нагрева.</li> <li>4. Изучение влияния материала заготовки на время ее нагрева при одинаковой установленной мощности нагревателя.</li> <li>5. Изучение влияния материала на энергетические процессы нагрева при различной установленной мощности нагревателя.</li> <li>6. Определение зависимости эффективности нагрева от перекрытия поля заготовкой в индукторе.</li> <li>7. Изучение влияния магнитных материалов на процесс индукционного нагрева.</li> </ol>
<p>Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.</p>	
<p>Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки.</p>	

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный курс «Электротехнологии» является одним из основных в направлении 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение. В этом курсе студент получает знания о современных научно-инженерных решениях, используемых при разработке электронагревательных устройств и установок в технологических процессах. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по направлению подготовки.

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

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на *лекциях*. Самостоятельно производить расчеты элементов электронагревательных установок с использованием электронных таблиц, математических пакетов и моделирующих программ. Используя информационные технологии, знакомиться с существующими системами электрообогрева, инфракрасного нагрева и сушки.

Организовать электронное хранилище информации по своему направлению обучения и заносить туда собранную информацию и выполненные работы.

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

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

4. Максимально использовать возможности производственных практик: технологической и эксплуатационной для изучения электронагревательных установок, имеющих на предприятии.

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

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

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

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

#### **Виды и формы отработки пропущенных занятий**

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

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

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

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

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

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

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

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

1. На лекциях следует обратить особое внимание на элементы и детали средств электронагрева, на физические основы их работы, разъясняя новые понятия и определения.
2. Желательно содержание разделов с описанием технических средств и устройств электронагревательных, сушильных и инфракрасных установок сопроводить демонстрацией реальных источников нагрева и физических моделей.
3. Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, с помощью слайдов и элементов компьютерной графики, а также различных компьютерных фильмов. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п. Продолжительность фильмом рекомендуется не более 5-7 минут.
4. Лабораторные работы рекомендуется проводить в специализированной учебной лаборатории «Электротехнологии».
5. Практические занятия проводятся в виде решения типовых задач, выполнения тестовых заданий, устного опроса студентов. При изучении методов электротехнического и теплового расчетов, при решении типовых задач использовать справочную литературу минимум по одному экземпляру на двух студентов.

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

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

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

**Программу разработал:**

Сторчевой В.Ф., д.т.н., профессор \_\_\_\_\_

(ПОДПИСЬ)