

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ ИМПЕРАТОРА ПЕТРА I»  
(ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ)**

Управление дополнительного образования

Институт повышения квалификации и переподготовки кадров

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по заочному  
и дополнительному образованию  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ  
А.Н. Бедряев  
2016 г.



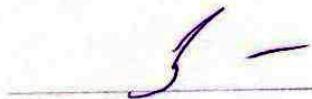
Программа профессиональной переподготовки  
дополнительного профессионального образования  
**«Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

Тип образовательной программы – дополнительная профессиональная  
Форма обучения – очная  
Нормативный срок освоения программы – 4 месяца

ВОРОНЕЖ  
2016 г.

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией Управления дополнительного образования ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ 01 июля 2016 г., протокол № 2.

Председатель  
методической комиссии



Беляев А.Н.

Разработчики программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»:

к.т.н., доцент, заведующий кафедрой  
электрификации сельского хозяйства  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ



Картавец В.В.

к.т.н., доцент, доцент кафедры  
электротехники и автоматики  
ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ



Пиляев С.Н.

Рецензент:

заведующий кафедрой электроэнергетики  
АНОО ВО «Международный институт  
компьютерных технологий»,  
кандидат технических наук, доцент



Низовой А.Н.



## 1. Цель и планируемые результаты обучения

**Цель обучения** – получение знаний, умений и навыков, необходимых для ведения профессиональной деятельности в проектно-конструкторской сфере, в научно-исследовательской деятельности, в области преподавания общеинженерных и специальных дисциплин технической науки, посвященной исследованиям классификации, устройств, принципов работы и разработки систем электроснабжения, электрооборудования – «Электроэнергетика и электротехника».

**Планируемые результаты обучения:** использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности в области проектирования и эксплуатации систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, в научно-исследовательской работе и для преподавания дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника» в высших и средних специальных учебных образовательных учреждениях.

Программа профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» (далее по тексту – программа), реализуемая Воронежским ГАУ – это совокупность учебно-методической документации, которая включает в себя учебный план, рабочие программы учебных дисциплин (хранятся в электронном и бумажном виде на кафедрах электротехники и автоматики, электрификации сельского хозяйства, в Институте повышения квалификации и переподготовки кадров Управления дополнительного образования), программу итоговой аттестации, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию программы.

Нормативно-правовую базу разработки составляют:

- Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 №273-ФЗ (ред. от 13.07.2015) (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015);
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень бакалавриата), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03 сентября 2015 г. № 955;
- приказ Минобрнауки России от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам»;
- профессиональный стандарт «Педагог профессионального обучения, профессионального образования и дополнительного профессионального образования» от 08 сентября 2015 г. № 608н;
- профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов» от 17 апреля 2014 г. № 266н;
- профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи» от 08 сентября 2014 г. № 620н;
- письмо Минобрнауки России от 30.03.2015 № АК-821/06 «О направлении методических рекомендаций по итоговой аттестации слушателей»;
- трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 года № 197-ФЗ;
- методические рекомендации-разъяснения по разработке дополнительных профессиональных программ на основе профессиональных стандартов;
- нормативно-методические документы Минобрнауки России;
- локальные нормативные акты ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ:
  - П ВГАУ 1.1.05–2014 ПОЛОЖЕНИЕ о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов от 11.02.2014 г.;
  - П ВГАУ 1.1.06–2014 ПОЛОЖЕНИЕ о государственной итоговой аттестации выпускников от 25.02.2014 г.;
  - П ВГАУ 1.1.07–2014 ПОЛОЖЕНИЕ о порядке проведения практики студентов от 11.02.2014 г.;
  - П ВГАУ 1.1.17–2014 ПОЛОЖЕНИЕ о фонде оценочных средств от 15.12.2014 г.;

П ВГАУ 1.1.19–2014 ПОЛОЖЕНИЕ о разработке, составлении и утверждении рабочей программы от 28.04.2014 г.;

П ВГАУ 1.4.01–2016 ПОЛОЖЕНИЕ о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам от 28.04.2016 г.;

ПСП ВГАУ 7.3.013.2000–2015 ПОЛОЖЕНИЕ об управлении дополнительного образования от 03.02.2016 г.

Требования к уровню подготовки, необходимому для освоения программы – слушатель должен иметь документ о высшем образовании, или среднем профессиональном образовании, или справку об обучении в высшем учебном заведении, а также группу по электробезопасности не ниже II, документ об обучении по дополнительным профессиональным программам по профилю педагогической деятельности – при необходимости. При этом слушатель должен предварительно изучить следующие дисциплины: «Высшая математика», «Физика», «Электротехника и электроника», «Автоматика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Основы научных исследований», «Безопасность жизнедеятельности».

Область профессиональной деятельности слушателя (вид трудовой деятельности), освоившего программу, включает: руководители и инженеры проектных организаций, осуществляющих проектирование систем электроснабжения; электросетевых организаций; малых электростанций; электротехнических служб сельскохозяйственных предприятий; преподаватели высших и средних специальных учебных заведений.

Объектами профессиональной деятельности слушателей, освоивших программу, являются:

- электрические станции и подстанции;
- системы электроснабжения сельскохозяйственных предприятий и районов, сельских населенных пунктов;
- энергетические установки, электростанции и комплексы на базе возобновляемых источников энергии;
- электрические машины, трансформаторы, электромеханические комплексы и системы, включая их управление и регулирование;
- электрическое хозяйство и сети предприятий, организаций и учреждений, электрооборудование низкого и высокого напряжений.

Программа ориентирована на следующие виды профессиональной деятельности: научно-исследовательская, проектно-конструкторская, производственно-технологическая, сервисно-эксплуатационная, педагогическая по преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».

Основная цель вида профессиональной деятельности: выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик нового электрооборудования, а также комплекса работ по разработке проектной и технологической документации на электроустановки, изготовлению и испытаниям электроустановок, выполняемых по заявке заказчика (техническому заданию).

Выпускник, освоивший программу, должен быть готов решать следующие профессиональные задачи:

- изучение и анализ научно-технической информации в области электроэнергетики и электротехники;
- применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и объектов систем электроснабжения;
- проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов;
- сбор и анализ данных для проектирования;
- участие в расчетах и проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

- контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;
- расчет схем и параметров элементов оборудования систем электроснабжения и электрического освещения;
- расчет режимов работы систем электроснабжения;
- контроль режимов работы электрооборудования;
- составление и оформление типовой технической документации;
- проверка технического состояния и остаточного ресурса, организация профилактических осмотров, диагностики и текущего ремонта систем электроснабжения и электрического освещения;
- составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт;
- выполнение функций преподавателя общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».

Слушатель, освоивший программу, должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей;
- способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике;
- способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования;
- способность проводить обоснование проектных решений;
- готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения;
- способность рассчитывать режимы работы электрооборудования;
- способность составлять и оформлять типовую техническую документацию;
- способность применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования;
- способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс электрооборудования;
- готовность к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт;
- готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».

Характеристики профессиональных компетенций, обобщенных трудовых функций и трудовых функции слушателя, освоившего программу, приведены в Приложениях 1 и 2.

## **2. Учебный (тематический) план**

Цель: получение специальных знаний для профессиональной деятельности в сфере электроэнергетики и электротехники для специалистов организаций и студентов выпускных курсов, преподавателей высших и средних профессиональных учебных заведений.

Форма обучения – очная

Бюджет учебного времени – 450 академических часов

Срок обучения – 4 месяца

## План учебного процесса

№ п/п	Наименование дисциплин	Бюджет учебного времени				Форма контроля
		Всего времени, ак. часов	В том числе			
			лек-ции	практические занятия	лабораторные занятия	
<b>Блок 1 «Дисциплины»</b>						
1.	Теоретические основы электротехники	58	28	30	–	Экзамен
2.	Электрические машины	52	26	–	26	Экзамен
3.	Электрооборудование электрических станций и подстанций	56	28	–	28	Экзамен
№ п/п	Наименование дисциплин	Бюджет учебного времени				Форма контроля
		Всего времени, ак. часов	В том числе			
			лек-ции	практические занятия	лабораторные занятия	
4.	Малые электростанции в сельском хозяйстве	38	20	–	18	Зачет
5.	Электрические системы и сети	52	26	–	26	Экзамен
6.	Эксплуатация систем электроснабжения	44	20	–	24	Зачет
7.	Светотехника и системы освещения	52	26	–	26	Экзамен
8.	Техническое обслуживание и ремонт электроустановок	36	18	–	18	Зачет
9.	Проектирование систем электроснабжения	56	28	–	28	Экзамен
10.	Курсовой проект по проектированию систем электроснабжения: «Разработка системы электроснабжения сельскохозяйственного объекта»	–	–	–	–	Дифференцированный зачет
<b>Блок 2. Итоговая аттестация</b>						
1.	Итоговый междисциплинарный экзамен	6	–	–	–	Итоговый экзамен
	<b>Всего</b>	<b>450</b>	<b>220</b>	<b>30</b>	<b>194</b>	<b>6</b>

В календарном учебном графике указана последовательность реализации программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей», включая теоретическое обучение, промежуточные и итоговую аттестации (Приложение 3).

### 3. Содержание программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»

Представлены аннотации к рабочим программам учебных дисциплин программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей».

#### Блок 1. Дисциплины

#### Аннотация рабочей программы учебной дисциплины

**«Теоретические основы электротехники»****1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Предмет дисциплины – электрические и магнитные цепи и поля, элементы электротехнических устройств и их схемы замещения, закономерности электромагнитных процессов в электротехнических устройствах.

Цель изучения дисциплины – комплексная теоретическая подготовка обучающихся к изучению электротехнических дисциплин.

Задачи дисциплины:

- изучение методов анализа электрических и магнитных цепей как математических моделей электротехнических объектов;
- исследование электромагнитных процессов, протекающих в современных электротехнических установках при различных энергетических преобразованиях;
- освоение современных методов моделирования электромагнитных процессов с использованием компьютерных технологий.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать основные законы электромагнитного поля, электрических и магнитных цепей;</li> <li>- уметь применять теоретические знания при анализе и расчете электрических и магнитных цепей;</li> <li>- иметь навыки составления схем замещения электротехнических устройств и их расчета</li> </ul>
Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать методы анализа и расчета электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах;</li> <li>- уметь использовать методы расчета электрических и магнитных цепей;</li> <li>- иметь навыки использования различных расчетных методик, применяемых в электротехнике</li> </ul>
Способность рассчитывать режимы работы электрооборудования	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать основные электромагнитные процессы электрических и магнитных цепей;</li> <li>- уметь использовать методики измерения электрических и магнитных величин;</li> <li>- иметь навыки измерения и анализа основных электрических и магнитных величин</li> </ul>
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать методы составления и расчета схем замещения электрических установок;</li> <li>- уметь использовать методы расчета электрических и магнитных цепей;</li> <li>- иметь навыки использования различных расчетных методик, применяемых в электротехнике</li> </ul>

**3. Краткое содержание дисциплины****Линейные электрические цепи постоянного тока**

Электрическая цепь и ее элементы. Закон Ома. Источники ЭДС и источники тока. Потенциальная диаграмма. Баланс мощности. Понятия ветви, узла и контура электрической цепи. Законы Кирхгофа. Методы преобразования электрических цепей. Применение уравнений Кирхгофа для расчета разветвленных цепей. Метод контурных токов. Метод

узловых потенциалов. Принцип наложения. Метод эквивалентного генератора. Передача энергии от активного двухполюсника к нагрузке.

### **Линейные электрические цепи синусоидального тока**

Принцип получения синусоидальной ЭДС. Характеристики синусоидальных ЭДС, напряжений и токов. Среднее и действующее значение синусоидального тока. Резистор в цепи синусоидального тока. Явление электромагнитной индукции. Индуктивный элемент в цепи синусоидального тока. Электрическая емкость. Конденсатор в цепи синусоидального тока. Представление синусоидальных величин комплексными числами. Символический метод расчета цепей синусоидального тока. Сопротивления в цепи синусоидального тока. Векторная диаграмма. Последовательное соединение элементов R, L, C. Резонанс напряжений. Параллельное соединение элементов R, L, C. Резонанс токов. Компенсация сдвига фаз. Расчет разветвленных цепей синусоидального тока. Топографическая диаграмма. Активная, реактивная и полная мощности. Комплексная мощность. Баланс мощности в цепи синусоидального тока. Измерение мощности в цепи переменного тока. Передача мощности от активного двухполюсника в нагрузку, согласование нагрузки.

### **Индуктивно связанные цепи**

Явление взаимной электромагнитной индукции. Взаимная индуктивность. Индуктивно связанные катушки. Определение согласного и встречного включений катушек, одноименные выводы. Расчет цепей при наличии в них индуктивно связанных катушек. Развязывание индуктивно связанных цепей. Последовательное и параллельное соединение магнито-связанных катушек. Определение коэффициента взаимной индукции. Воздушный трансформатор: уравнения, векторная диаграмма, вносимые сопротивления. Определение и основные соотношения идеального трансформатора.

### **Трехфазные цепи**

Получение трехфазной системы ЭДС. Определение симметричной трехфазной системы ЭДС. Преимущества трехфазных систем передачи и преобразования электроэнергии. Соединения фаз генератора «звездой» и «треугольником», основные соотношения для линейных и фазных токов и напряжений. Соединения фаз нагрузки «звездой» и «треугольником». Симметричные режимы трехфазных цепей. Несимметричные режимы трехфазных цепей. Неполнофазные режимы. Расчет трехфазных цепей, векторные диаграммы. Мощность в трехфазной цепи. Измерение мощности в трехфазных цепях. Получения вращающегося магнитного поля. Принципы действия асинхронного и синхронного двигателей. Метод симметричных составляющих.

### **Электрические цепи с периодическими несинусоидальными токами и напряжениями**

Разложение периодических несинусоидальных токов и напряжений в ряд Фурье. Свойства разложений для несинусоидальных функций, обладающих симметрией. Мощность в цепи несинусоидального тока. Действующее значение несинусоидального тока. Коэффициенты, характеризующие форму несинусоидальной функции. Расчет электрических цепей при несинусоидальных источниках. Резонансные явления в цепях несинусоидального тока. Высшие гармоники в трехфазных цепях. Биения. Модулированные колебания.

### **Нелинейные электрические и магнитные цепи**

Нелинейные элементы электрических цепей, их классификация. Характеристики нелинейных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивление нелинейных элементов. Графоаналитический метод расчета нелинейных цепей при постоянных токах и напряжениях. Аппроксимация вольт-амперных характеристик, численные методы расчета нелинейных цепей. Основные характеристики магнитных материалов. Магнитные цепи: основные законы и соотношения, аналогия между магнитными и электрическими цепями. Графоаналитический метод расчета магнитных цепей при постоянных магнитных потоках. Нелинейные элементы в цепях переменного тока. Понятие об управляемых нелинейных элементах. Нелинейная индуктивность в цепи переменного тока. Схема заме-

щения катушки с ферромагнитным сердечником. Феррорезонанс токов и напряжений. Метод эквивалентных синусоид.

#### **Четырехполюсники**

Определение и классификация четырехполюсников. Уравнения пассивного четырехполюсника. Понятие и свойства взаимного четырехполюсника. Определение коэффициентов четырехполюсника. Эквивалентные схемы. Характеристическое сопротивление и коэффициент передачи. Последовательное, параллельное и каскадное соединение четырехполюсников. Простейшие интегрирующие и дифференцирующие цепи. Электрические фильтры: назначение и классификация. Простейшие звенья реактивных фильтров.

#### **Переходные процессы в линейных электрических цепях**

Характеристика переходных процессов в электрических цепях. Законы коммутации. Классический метод расчета переходных процессов. Преобразование Лапласа. Функции времени и их изображения. Операторный метод расчета переходных процессов. Обобщенные законы коммутации. Расчет переходных процессов при воздействии сложной формы (интеграл Дюамеля). Метод переменных состояний. Использование ЭВМ в расчетах переходных процессов.

#### **Электрические цепи с распределенными параметрами**

Определение и эквивалентная схема цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры. Дифференциальные уравнения длинной линии. Установившийся режим в длинной линии при синусоидальных токах и напряжениях. Уравнения длинной линии в комплексной форме. Волны в длинной линии. Вторичные параметры. Уравнения длинной линии с гиперболическими функциями. Согласованный режим длинной линии. Линия без искажений, линия без потерь. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.

#### **Электромагнитное поле**

Электростатическое поле: напряженность и потенциал, закон Кулона, теорема Гаусса, уравнения Пуассона и Лапласа, граничные условия. Энергия электрического поля. Расчет емкости системы тел. Электрическое поле в проводящей среде. Законы Ома, Кирхгофа и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.

Магнитное поле постоянных токов: напряженность и индукция, закон полного тока, закон Био-Савара-Лапласа, граничные условия. Сила взаимодействия проводников с токами. Энергия магнитного поля. Расчет индуктивностей системы проводников.

Электромагнитное поле. Основные положения теории Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной форме. Энергия электромагнитного поля. Теорема Умова-Пойнтинга. Распространение электромагнитных волн. Поверхностный эффект и эффект близости.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения заданий практических занятий; тест.

**5. Вид итогового контроля – экзамен.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Электрические машины»**

#### **1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Предмет дисциплины – электромеханические преобразователи энергии, которые составляют основное оборудование при электрификации и автоматизации технологических процессов, как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

Цель дисциплины: формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности.

Задачи дисциплины: знакомство с конструкцией и принципом действия электрических машин и трансформаторов, изучение физической сущности процессов, происходя-

щих при различных режимах работы, особенностей различного рода электрических машин, трансформаторов и их эксплуатационных свойств.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии и тенденции развития электрических машин;</li> <li>- уметь рассчитывать и анализировать параметры и основные характеристики электрических машин и трансформаторов применительно к потребностям агропромышленного комплекса;</li> <li>- иметь навыки работы со справочной и нормативно-технической документацией.</li> </ul>
Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать конструктивные исполнения, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей, эксплуатационные требования к ним;</li> <li>- уметь самостоятельно решать задачи, возникающие в процессе эксплуатации электромеханических преобразователей энергии;</li> <li>- иметь навыки подключения, расчета и выбора электрических машин и трансформаторов для реализации технологий сельскохозяйственного производства.</li> </ul>
Готовность к преподаванию общинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать электрические машины и их рабочие процессы;</li> <li>- уметь обосновывать параметры и режимы работы электрических машин;</li> <li>- иметь навыки экспериментальных исследований электрических машин.</li> </ul>

## 3. Краткое содержание дисциплины

### Введение в электромеханику

Значение электрических машин и трансформаторов для электрификации и автоматизации сельского хозяйства и для электроэнергетики в целом. Краткая история развития электрических машин и трансформаторов и задачи электромашиностроения на современном этапе. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Основные типы электрических машин и общие принципы их устройства. Электромеханическое преобразование энергии в электрической машине. Преобразование электрической энергии в трансформаторе. Основные законы электротехники, в соответствии с которыми осуществляется электромеханическое преобразование энергии.

### Трансформаторы

Области применения и конструкции трансформаторов. Назначение, области применения, принцип действия и номинальные данные трансформаторов. Устройство магнитных систем, обмоток, баков и других элементов конструкции трансформаторов. Особенности устройства трансформаторов малой и большой мощности.

Процессы в трансформаторе при холостом ходе. Основное магнитное поле и поле рассеяния. Формулы для ЭДС. Характеристика намагничивания. Магнитные потери. Сопротивление взаимной индукции.

Процессы в трансформаторе при нагрузке. Магнитное поле при нагрузке. Индуктивности рассеяния обмоток. Намагничивающий ток и уравнение равновесия МДС. Урав-

нения равновесия напряжений обмоток. Приведение вторичных величин к первичной обмотке. Электрическая схема замещения трансформатора и векторная диаграмма. Определение параметров и потерь из опытов холостого хода и короткого замыкания.

Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке. Зависимость напряжения и КПД от нагрузки. Регулирование напряжения трансформаторов с отключением от сети и при нагрузке.

Схемы и группы соединения трансформаторов. Явления, возникающие при намагничивании магнитопроводов трансформаторов. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов. Формы кривых намагничивающего тока, потока, ЭДС и напряжений. Процессы в трехфазном трансформаторе при симметричной нагрузке.

Параллельная работа трансформаторов. Условия включения трансформаторов на параллельную работу. Оценка возможных уравнивающих токов, распределение нагрузки между трансформаторами.

Автотрансформаторы. Конструктивные особенности и схемы автотрансформаторов. Преимущества и недостатки автотрансформаторов по сравнению с обычными трансформаторами. Области применения.

Многообмоточные трансформаторы. Уравнения равновесия напряжений и МДС. Схема замещения и векторная диаграмма. Изменение вторичных напряжений. Соотношение между мощностями обмоток. Области применения трансформаторов.

Несимметричные режимы трансформаторов. Токи и потоки нулевой последовательности в трансформаторах с различной конструкцией магнитопровода. Схема замещения и сопротивление трансформатора для токов нулевой последовательности. Работа трансформатора с различными схемами соединения обмоток при несимметричной нагрузке.

Переходные процессы в трансформаторах. Особенности работы трансформатора при переходном процессе. Включение в сеть трансформатора с разомкнутой вторичной обмоткой. Внезапное короткое замыкание на зажимах вторичной обмотки трансформатора, ударный ток короткого замыкания. Электродинамические силы, возникающие при внезапном коротком замыкании. Витковое короткое замыкание в трансформаторе. Нагревание и охлаждение трансформаторов.

Трансформаторы специального назначения. Измерительные трансформаторы. Трансформаторы для преобразования частоты и числа фаз. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения. Трансформаторы для дуговой электросварки. Трансформаторы для выпрямительных установок.

Технические данные и тенденции развития силовых трансформаторов. Стандартизация в трансформаторостроении. Технические данные и тенденции развития трансформаторов.

### **Асинхронные машины**

Режимы работы, области применения и конструкции асинхронных машин. Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Исполнение асинхронных машин по степени защиты. Особенности устройства двигателей единых серий. Асинхронная машина – обобщенный трансформатор. Преобразование вида энергии, величины напряжения, частоты напряжения, фазы напряжения и числа фаз.

Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронной машины. Параметры асинхронной машины. Уравнения равновесия напряжений и МДС. Векторная диаграмма. Т-образная и Г-образная электрические схемы замещения, параметры схем.

Опыты холостого хода и короткого замыкания асинхронной машины. Характеристики холостого хода и короткого замыкания. Опытное определение параметров схемы замещения. Разделение потерь холостого хода.

Круговая диаграмма и рабочие характеристики асинхронной машины. Энергетическая диаграмма. Построение круговой диаграммы по данным опытов холостого хода и ко-

роткого замыкания. Определение рабочих характеристик по круговой диаграмме. Распределение активной мощности.

Электромагнитный момент асинхронной машины. Устойчивость работы асинхронного двигателя. Механическая характеристика асинхронной машины. Зависимость момента от скольжения. Перегрузочная способность двигателя.

Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя. Пуск двигателей с фазным ротором и с короткозамкнутым типа "беличья клетка". Регулировочные свойства двигателя и способы регулирования частоты вращения.

Генераторный, тормозной и трансформаторный режимы работы асинхронной машины. Работа асинхронного генератора в автономной системе. Условия самовозбуждения. Режим противовключения. Индукционный регулятор, фазорегулятор.

Однофазные двигатели. Способы создания пускового момента. Однофазный конденсаторный двигатель. Трехфазный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором.

Асинхронные машины автоматических устройств. Исполнительные двигатели. Тахогенератор. Сельсины. Поворотные трансформаторы.

Серии асинхронных двигателей и эксплуатационные требования. Характеристика единых серий: А и АО, А2 и АО2, 4А, АИ, РА, 5А и др. Обозначение типов двигателей.

### **Синхронные машины**

Режимы работы, области применения и конструкции синхронных машин. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин. Устройство активной части и конструктивных элементов. Системы возбуждения. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.

Магнитное поле синхронной машины при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря. Магнитное поле обмотки возбуждения. Результирующее магнитное поле при различном характере нагрузки.

Параметры синхронных машин в установившемся режиме и характеристики синхронного генератора, работающего на автономную нагрузку. Индуктивные сопротивления явнополюсной и неявнополюсной синхронной машины. Характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания.

Векторные диаграммы синхронных генераторов. Векторные диаграммы явнополюсных и неявнополюсных синхронных генераторов.

Параллельная работа синхронных машин. Включение на параллельную работу синхронных генераторов с сетью бесконечно большой мощности. Особенности работы генератора с сетью. Параллельная работа синхронных генераторов соизмеримой мощности.

Характеристики синхронного генератора, работающего параллельно с сетью бесконечно большой мощности. Угловая характеристика. U-образные характеристики. Регулирование активной и реактивной мощности.

Синхронные двигатели и синхронный компенсатор. Угловая характеристика и U-образные характеристики двигателя. Рабочие характеристики двигателя. Сопоставление асинхронного и синхронного двигателей. Назначение и U-образная характеристика компенсатора.

Переходные процессы в синхронных машинах. Несимметричные короткие замыкания. Переходный процесс при симметричном трехфазном коротком замыкании. Параметры синхронной машины по продольной и поперечной осям. Ударное значение тока короткого замыкания. Влияние реакции якоря при несимметричных коротких замыканиях. Сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей синхронной машины.

Специальные синхронные машины. Синхронные генераторы для дизель-генераторных установок. Автомобильные и тракторные генераторы. Индукторный генератор. Шаговый, реактивный и гистерезисный двигатели.

Серии синхронных машин и эксплуатационные требования. Технические данные турбогенераторов, гидрогенераторов, генераторов общего назначения, синхронных компенсаторов и синхронных двигателей.

#### **Машины постоянного тока**

Режимы работы, области применения и конструкции машин постоянного тока. Назначение, области применения и принцип действия машин постоянного тока. Устройство активной части и конструктивных элементов. Коллектор – механический преобразователь частоты.

Обмотки якорей машин постоянного тока. Радиальная, развернутая и электрические схемы обмоток. ЭДС обмотки якоря. Электромагнитный момент.

Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря. Магнитное поле обмотки возбуждения. Магнитное поле обмотки якоря. Результирующее поле. Действие реакции якоря при различном положении щеток на коллекторе.

Коммутация и способы ее улучшения. Прямолинейная и криволинейная коммутация. Реактивная ЭДС и ЭДС вращения. Способы уменьшения добавочного тока в коммутируемой секции обмотки якоря.

Характеристики генераторов постоянного тока. Энергетическая диаграмма. Схемы возбуждения генераторов. Энергетическая диаграмма. Характеристика холостого хода, нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания. Параллельная работа генераторов.

Характеристики двигателей постоянного тока. Энергетическая диаграмма. Механическая характеристика и устойчивость работы. Энергетическая диаграмма. Рабочие характеристики. Механическая характеристика при различных способах возбуждения и устойчивость работы.

Пуск и регулирование частоты вращения двигателей постоянного тока. Прямой пуск, пуск с помощью пускового реостата и при пониженном напряжении. Регулирование частоты вращения изменением напряжения, введением сопротивления в цепь обмотки якоря и изменением потока возбуждения. Сопоставление двигателей постоянного тока и асинхронных двигателей.

Специальные машины постоянного тока. Универсальный коллекторный двигатель. Исполнительные двигатели постоянного тока. Магнитогидродинамический генератор. Тахогенератор. Электромашинный усилитель. Униполярный генератор. Вентильные двигатели.

Серии машин постоянного тока и эксплуатационные требования. Характеристика серий двигателей постоянного тока общего назначения 2П и 4П и др. Обозначение типов двигателей. Особенности развития электромашиностроения на современном этапе.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля – экзамен.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины**

#### **«Электрооборудование электрических станций и подстанций»**

##### **1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Дисциплина «Электрооборудование электрических станций и подстанций» охватывает круг вопросов, связанных с изучением конструкций и свойств изоляции электротехнических устройств, областью их применения, производством электроэнергии, выбором электрических аппаратов, электрооборудования, структурных схем и схем главных соединений электрических станций и подстанций, обеспечением надёжного электроснабжения систем собственных нужд.

Цель и задачи дисциплины: изучение конструкций и принципов работы внешней и внутренней изоляции электроустановок; электрооборудования низкого (до 1 кВ) и высокого напряжения (свыше 1 кВ), области их применения, правил выбора, проверки и защи-

ты. Формирование у обучающихся знаний о способах получения, преобразования и распределения электрической энергии, изучение схем распределительных устройств (РУ) и собственных нужд электрических станций и подстанций.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные электрофизические процессы, связанные с работой внешней и внутренней изоляции электроустановок, воздействию грозовых и внутренних перенапряжениях и их ограничение;</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные естественные законы в своей профессиональной деятельности;</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– теорией электрических процессов для надежной работы электрооборудования.</li> </ul>
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– нормативную техническую документацию;</li> <li>– графические редакторы компьютерных устройств;</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять схемы и планы технической документации;</li> <li>– читать и понимать графическую часть документации.</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– компьютерными программами для построения чертежей;</li> <li>– методами разработки схем, чертежей и графиков</li> </ul>
Способность рассчитывать режимы работы электрооборудования	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способы получения, обработки и применения информации;</li> <li>– технические средства автоматики и систем автоматизации.</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить выбор, расчет и настройку систем автоматики;</li> <li>– выполнять монтаж, эксплуатацию и модернизацию систем автоматизации.</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– методиками выбора схем автоматического управления;</li> <li>– навыками отладки, настройки и ремонта систем автоматики.</li> </ul>
Готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения	<p>Обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные конструкции, области применения и принципы действия электрических установок низкого (до 1 кВ) и высокого (свыше 1 кВ) напряжения;</li> <li>– способы получения, преобразования и распределения электрической энергии;</li> <li>– структурные схемы электрических станций и подстанций, схемы главных соединений;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– схемы электроснабжения собственных нужд электрических станций и подстанций;</li> <li>– работу схем распределительных устройств при оперативных переключениях;</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рассчитывать максимальные значения напряжений (перенапряжений), возникающих в процессе эксплуатации электрооборудования;</li> <li>– выполнять оценку электрической прочности изоляционных конструкций;</li> <li>– рассчитывать токи трехфазного короткого замыкания, возникающие в электрооборудовании;</li> <li>– осуществлять выбор электрических аппаратов, выполнять их проверку на электродинамическую и термическую стойкость;</li> <li>– обоснованно выбирать схемы главных электрических соединений электростанций и подстанций.</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками отладки, настройки и ремонта электрооборудования подстанций;</li> <li>– навыками выбора, модернизации и повышения эффективности электрооборудования.</li> </ul>
--	--

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Техника высоких напряжений

Введение. Предмет и задачи дисциплины. Внешняя и внутренняя изоляция электрических установок. Восстанавливаемая и невосстанавливаемая изоляция. Возникновение перенапряжений в изоляции. Защита от перенапряжений. Коэффициент неоднородности электрического поля. Виды токов в изоляции.

Основные сведения об электрофизических процессах в диэлектриках. Электрофизические процессы в газах. Лавина электронов. Электропроводность жидких диэлектриков. Электропроводность твердых диэлектриков.

Поляризация диэлектриков. Диэлектрические потери и угол диэлектрических потерь. Основные свойства и электрические характеристики внешней изоляции электроустановок. Общие сведения о пробое диэлектриков. Атмосферный воздух как диэлектрик. Виды и условия испытаний внешней изоляции.

Развитие разряда и начальные пробивные напряжения промежутков с однородным электрическим полем. Развитие разряда и начальные пробивные напряжения промежутков с неоднородным электрическим полем. Перекрытие изоляции. Испытания внешней изоляции. Стандартный грозовой импульс.

Изоляторы. Конструкция, назначение и типы изоляторов. Методы контроля изоляторов. Эксплуатация изоляционных конструкций при рабочем напряжении. Рабочие напряжения электрических систем. Коронный разряд на проводах воздушных линий электропередачи. Виды старения внутренней изоляции. Методы профилактического контроля внутренней изоляции.

Основные виды и электрические характеристики внутренней изоляции электроустановок. Общие свойства внутренней изоляции. Внутренняя изоляция электроустановок. Самовосстанавливаемая и не восстанавливаемая внутренняя изоляция. Влияние на внутреннюю изоляцию тепловых, механических и других воздействий. Пробой жидких диэлектриков. Пробой твердых диэлектриков. Испытания внутренней изоляции. Основные виды внутренней изоляции. Комбинирование диэлектрических материалов во внут-

ренной изоляции. Масло-барьерная изоляция. Твердая изоляция. Бумажно-масляная изоляция. Газовая и вакуумная изоляция.

Изоляция воздушных линий электропередачи, открытых и закрытых распределительных устройств. Изоляция воздушных линий электропередачи на опорах. Изоляция трансформаторов, электрических машин и электрооборудования распределительных устройств. Кабельные линии высокого напряжения.

Грозовые перенапряжения и молниезащита электрических установок. Молния, как источник грозовых перенапряжений. Молниеотводы. Молниезащита воздушных линий электропередачи. Молниезащита подстанций. Конструкции трубчатых и вентильных разрядников.

### **Электрооборудование электрических станций и подстанций**

Введение. Классификация электрических аппаратов. Электрические аппараты на напряжение до 1000 В. Конструкция, принцип действия, область применения, графическое и буквенное обозначение на электрических схемах (принципиальных, монтажных и т.д.) коммутационных электрических аппаратов до 1 кВ (рубильников, переключателей, кнопок и т.п.). Их выбор.

Конструкция, принцип действия, область применения, графическое и буквенное обозначение на электрических схемах (принципиальных, монтажных и т.д.) аппаратов управления до 1 кВ (контроллеров, реле напряжения, магнитных пускателей и т.п.). Их выбор.

Конструкция, принцип действия, область применения, графическое и буквенное обозначение на электрических схемах (принципиальных, монтажных и т.д.) аппаратов защиты до 1 кВ (предохранители, тепловые реле, максимальное токовое реле, автоматические выключатели и т.п.). Их выбор.

Электрические аппараты на напряжение свыше 1000 В. Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания (КЗ) в электроустановках свыше 1 кВ. Электродинамическое действие токов короткого замыкания. Термическое действие токов короткого замыкания.

Конструкция, принцип действия, область применения, графическое и буквенное обозначение на электрических схемах (принципиальных, однолинейных и т.д.) электрических аппаратов свыше 1 кВ (предохранители, разъединители, короткозамыкатели, отделители, выключатели). Выбор защитно-коммутационных электрических аппаратов свыше 1 кВ.

Конструкция, принцип действия, область применения, графическое и буквенное обозначение на электрических схемах измерительных трансформаторов (трансформаторов тока и напряжения). Выбор трансформаторов тока и напряжения. Режимы работы нейтралей в электроустановках.

Трёх фазные сети с изолированными нейтралями. Трёхфазные сети с резонансно-заземлёнными нейтралями. Трёх фазные сети с эффективно-заземлёнными нейтралями. Сети с глухозаземлёнными нейтралями. Производство электрической энергии.

Производство электрической энергии на конденсационных электростанциях (КЭС), атомных электростанциях (АЭС), теплофикационных электростанциях (ТЭЦ), гидроэлектростанциях (ГЭС).

Электрические схемы распределительных устройств. Радиальные схемы распределительных устройств (схема с одной рабочей системой шин, с двумя рабочими системами шин, с одной рабочей и обходной системами шин, с двумя рабочими и обходной системами шин). Кольцевые схемы распределительных устройств (схема треугольника, схема четырёх угольника и т.д.). Распределительные устройства с двумя системами сборных шин и числом выключателей на каждую ветвь 3/2 и 4/3. Упрощённые схемы РУ.

Структурные схемы электростанций и подстанций. Главные схемы конденсационных электростанций (КЭС), атомных электростанций (АЭС), теплофикационных электростанций (ТЭЦ), гидроэлектростанций (ГЭС), главные схемы подстанций. Схемы электроснабжения собственных нужд КЭС, АЭС, ГЭС и подстанций

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля – экзамен.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Малые электростанции в сельском хозяйстве»**

#### **1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Предмет дисциплины – общие вопросы использования возобновляемых источников энергии, основные технологии, использующие экологически чистые возобновляемые источники энергии.

Цель дисциплины – формирование знаний по современному состоянию и использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии (НВИЭ) в сельском хозяйстве, их энергетическим, экономическим и экологическим характеристикам.

Основные задачи дисциплины:

- дать теоретические основы действия энергоустановок на базе НВИЭ;
- привить знания и навыки по современному использованию НВИЭ;
- ознакомить с методами расчёта энергоустановок на базе НВИЭ.

Учебный процесс включает лекционные и лабораторные занятия, проведение промежуточного и контрольного тестирования обучающихся.

#### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать методы анализа различных устройств источников энергии и поиска информации;</li> <li>- уметь анализировать работу различных устройств источников энергии и осуществлять поиск, обработку, хранение и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных технологий;</li> <li>- иметь навыки поиска, обработки, хранения и анализа информации, представления ее в требуемом формате с использованием информационных технологий.</li> </ul>
Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать правила составления технической документации;</li> <li>- уметь читать и составлять техническую документацию;</li> <li>- иметь навыки составления, чтения и анализа технической документации.</li> </ul>
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать основные законы функционирования различных источников энергии;</li> <li>- уметь применять основные законы функционирования различных источников энергии;</li> <li>- иметь навыки в использовании основных законов функционирования различных источников энергии.</li> </ul>
Способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- знать основные программные средства для анализа и расчета различных источников энергии;</li> <li>- уметь анализировать работу различных источников энергии;</li> <li>- иметь навыки использования современных программ для моделирования, синтеза, анализа и проектирования различных источников энергии.</li> </ul>

соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	
Готовность к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт	- знать конструкции, свойства, характеристики и области применения источников энергии; - уметь читать и составлять техническую документацию; - иметь навыки в расчёте и проектировании источников энергии.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Энергоресурсы, малые тепловые электростанции

Запасы и ресурсы источников энергии. Динамика потребления энергоресурсов и развитие энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики.

Дизельные электростанции. МиниТЭЦ. Резервные и передвижные электростанции.

#### Раздел 2. Малые электростанции на основе возобновляемых источников энергии

Место возобновляемых источников энергии в удовлетворении энергетических потребностей человека. Использование энергии Солнца. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Типы коллекторов: принципы их действия и методы расчётов. Солнечные коллекторы с концентраторами. Аккумулирование тепла. Типы аккумуляторов и методы их расчёта. Солнечные электростанции.

Ветроэнергетические установки. Запасы энергии ветра и возможности ее использования. Ветровой кадастр России. Расчёт идеального и реального ветряка. Типы ветроэнергетических установок. Ветроэлектростанции.

Геотермальная энергия. Тепловой режим земной коры, источники геотермального тепла. Методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения. Экологические показатели ГеоТЭС.

Малая гидроэнергетика. МиниГЭС.

Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР). Использование вторичных энергоресурсов для получения электрической и тепловой энергии. Способы использования и преобразования ВЭР. Отходы производства и сельскохозяйственные отходы. Способы и возможности их использования в качестве первичных источников для получения электрической и тепловой энергии.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля – зачет.**

### Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Электрические системы и сети»

#### 1. Предмет. Цель и задачи дисциплины

Предмет дисциплины – электрические системы и сети.

Цель изучения дисциплины – получение базовых знаний в области анализа и расчета электрических систем и сетей.

Задачи дисциплины:

- изучение теоретических основ анализа электрических систем и сетей;
- изучение основных методик расчета режимов электроэнергетических систем и сетей;
- получение практических навыков расчета режимов электрических систем и сетей.

**2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	- знать теоретические основы анализа электрических систем и сетей; - уметь подобрать необходимую методику расчета режима электрической сети; - иметь навыки расчета режимов электрических систем и сетей
Способность рассчитывать режимы работы электрооборудования	- знать теоретические основы функционирования электрических систем и сетей; - уметь организовать надежную работу электрических систем и сетей; - иметь навыки расчета режимов электрических систем и сетей с учетом надежности работы
Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	- знать техническое обеспечение электрических систем и сетей; - уметь использовать технические средства в профессиональной деятельности; - иметь навыки работы с техническими средствами электрических систем и сетей
Способность проводить обоснование проектных решений	- знать теоретические основы анализа электрических систем и сетей; - уметь рассчитывать и оценивать условия и последствия принимаемых организационно управленческих решений; - иметь навыки расчета режимов электрических систем и сетей
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	- знать стандарты, технические условия и другие нормативные документы в области проектирования электрических сетей; - уметь определять соответствие разрабатываемых проектов стандартам и нормативным документам; - иметь навыки работы со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами в области проектирования электрических сетей

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Введение

Понятие и определение электрической системы и электрической сети. Классификация электрических сетей.

#### Графики нагрузок, конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов электрических систем и сетей

Графики нагрузок, основные величины и показатели графиков электрических нагрузок, конструкции воздушных линий, конструкции кабельных линий, статические характеристики электрических нагрузок, способы моделирования нагрузки, параметры и схемы замещения линий электропередачи, параметры и схемы замещения силовых трансформаторов.

#### Моделирование и анализ режимов работы электрических сетей

Потери мощности и энергии в линиях и трансформаторах, падение и потеря напряжения в ветвях электрической сети, расчет режима элемента электрической сети, расчет электрической сети магистрального типа, расчет простых замкнутых сетей, расчет режимов сложно замкнутых сетей.

#### Регулирование напряжения и частоты в электрических сетях

Баланс активных мощностей и его связь с частотой, баланс реактивных мощностей и его связь с напряжением, регулирование напряжения на подстанциях, регулирование напряжения в линиях, компенсация реактивной мощности, регулирование частоты в ЭЭС.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля** – экзамен.

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения»**

#### **1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Предметом дисциплины служат основные закономерности, правила и способы выбора (комплектование), использования, технического обслуживания и ремонта систем электроснабжения в условиях АПК, а также методы решения эксплуатационных задач в условиях неопределенности.

Основной целью изучения дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» является освоение современных методов эксплуатации электроустановок систем электроснабжения.

В процессе изучения дисциплины «Эксплуатация систем электроснабжения» решаются следующие задачи:

- применение современных технологий технического обслуживания, хранения, ремонта и восстановления деталей машин для обеспечения постоянной работоспособности машин и оборудования;
- осуществление производственного контроля параметров технологических процессов, контроля качества продукции и оказываемых услуг технического сервиса;
- организация метрологической поверки основных средств измерений для оценки качества производимой, передаваемой и распределенной электроэнергии;
- монтаж, наладка и поддержание режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, машин и установок;
- обеспечение высокой работоспособности и сохранности машин, механизмов и технологического оборудования;
- управление работой коллективов исполнителей и обеспечение безопасности труда;
- организация материально-технического обеспечения инженерных систем;
- участие в стандартных и сертификационных испытаниях техники, электрооборудования и средств автоматизации;
- участие в проектировании технологических процессов, технического обслуживания и ремонта техники на основе современных методов и технических средств.

#### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию	Знать: методические, нормативные и руководящие документы по эксплуатации электроустановок; Уметь: квалифицированно и обоснованно пользоваться методами поиска наиболее эффективных решений эксплуатационных задач; Иметь навыки методики расчета электротехнической службы.
Готовность к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт	Знать: методы расчета численности сотрудников электротехнических служб; Уметь: выполнять расчеты и выбирать средства обслуживания и ремонта электро-оборудования; Иметь навыки применения средств диагностики техни-

	ческого состояния электрооборудования;
Способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс электрооборудования	Знать: методы расчета годовой производственной программы технического обслуживания и ремонта систем электроснабжения; Уметь: выполнять разработки и реализовать мероприятия по охране труда и технике безопасности при эксплуатации электрооборудования и электроустановок. Иметь навыки владения средствами и методами соблюдения безопасности при эксплуатации электроустановок;
Способность применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования	Знать: современные методы эксплуатации электроустановок, а также передовой отечественный и зарубежный опыт данного вида деятельности. Уметь: вести документацию при эксплуатации электроустановок систем электроснабжения. Иметь навыки владения основными принципами проведения энергоаудита и формированием энергоэффективных решений задач эксплуатации систем электроснабжения.
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	Знать: методические, нормативные и руководящие документы по эксплуатации электроустановок; Уметь: квалифицированно и обоснованно пользоваться методами поиска наиболее эффективных решений эксплуатационных задач; Иметь навыки методики расчета электротехнической службы.

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Раздел 1. Общие требования к организации работ по эксплуатации электроустановок систем электроснабжения

1.1. Основные понятия и определения теории эксплуатации. 1.2. Параметры электрооборудования и области его эффективного использования по назначению. 1.3. Характеристика внешней среды и качества электрической энергии и их дестабилизирующее воздействие на работу ЭО.

#### Раздел 2. Структура электроэнергетической отрасли

2.1. Общие сведения о электроэнергетической отрасли страны. 2.2. Задачи ЭТС и ее место в АПК. 2.3. Формы эксплуатации электроустановок. 2.4. Структуры электротехнических служб.

#### Раздел 3. Обслуживание оборудования подстанций

3.1. Эксплуатация силовых трансформаторов. 3.2 Эксплуатация коммутационных аппаратов. 3.3 Эксплуатация выключателей высокого напряжения. 3.4 Эксплуатация кабельных и воздушных линий электропередач

#### Раздел 4. Качество электроэнергии в системах электроснабжения

4.1 Влияние отклонения напряжения и частоты тока на работу электрооборудования 4.2. Потери электроэнергии в электрических сетях. 4.3 Потери электроэнергии в трансформаторах 4.4 Потери электроэнергии в линии электропередачи.

#### Раздел 5. Техническая документация на энергопредприятии

5.1 Оптовый рынок электроэнергии. 5.2 Тарифы на электроэнергию 5.3 Обзор оперативной документации 5.4 Требования к персоналу энергопредприятий.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля – зачет.**

## Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Светотехника и системы освещения»

### 1. Предмет. Цель и задачи дисциплины

Дисциплина «Светотехника и системы освещения» завершает цикл дисциплин связанных с электрификацией и автоматизацией с/х производства и охватывает следующий круг вопросов: устройство, принцип действия, основные характеристики и методы выбора светотехнических устройств и средств автоматизации светотехническими установками.

Целью изучения дисциплины является получение знаний о конструкциях и принципах работы различных осветительных и облучательных установок, методикам расчета и выбора осветительного и облучательного оборудования, электротермического оборудования и схем управления ими, правил их выбора и использования на сельхозпредприятиях.

Основные задачи дисциплины:

- дать студентам знания о конструкции и методиках расчета осветительного и облучательного оборудования, о процессах, происходящих в оптических источниках тепловой энергии, газоразрядных лампах низкого и высокого давления, а также о применении современных светотехнических источников, основанных на полупроводниковых принципах;

- знания и навыки, приобретаемые студентом при изучении курса «Светотехника и системы освещения», необходимы при прохождении производственной практики, а так же при проектировании осветительных и силовых сетей в проектных организациях.

### 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения	Знать основные определения и законы светотехники; физические основы и закономерности преобразования электроэнергии в другие виды. Уметь выбирать световые и облучательные приборы, рассчитать их размещение, выбирать тип лампы и определять их потребную мощность, производить расчёт режима работы светотехнических установок. Иметь навыки обслуживания и испытания светотехнического оборудования.
Способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Знать методы проектирования электрических осветительных и облучательных установок с учётом естественного излучения; методы расчёта составляющих элементов и проектирования электротехнологических приборов, устройств и установок в целом. Уметь выбирать коммутационно-защитную аппаратуру; формулировать и решать инженерные задачи в области разработки и применения электротехнологических средств в сельском хозяйстве. Иметь навыки чтения технической документации
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	Знать методы использования оптического излучения в технологических процессах; устройство, принцип действия современного электротехнологического оборудования с.х. назначения, основы управления и автоматизации, правила эксплуатации и безопасного обслуживания. Уметь выбирать коммутационно-защитную аппаратуру; выполнять сравнительную технико-экономическую оценку проектных решений. Иметь навыки в решении инженерных задач в области разработки и применения систем электрического освещения в сельском хозяйстве

### **3. Краткое содержание дисциплины**

#### **Физико-технические основы оптических излучений. Единицы измерений, измерительные приборы**

Основные понятия, определения, терминология. Классификация оптических излучений. Роль светотехники и электроосвещения в сельскохозяйственном производстве.

Оптическое излучение и его преобразование в другие виды энергии. Фотобиологическое действие излучения. Величина оптического излучения и единицы их измерения. Измерение оптического излучения. Приборы измерения УФ и ИК излучений.

#### **Тепловые и газоразрядные источники света. Лампы накаливания, люминесцентные и высокого давления**

Источники, основанные на тепловом излучении. Устройство ламп накаливания и их работа. Галогенные лампы. Основные закономерности электрического разряда в газах и парах металлов. Условия зажигания и стабилизации дугового разряда в газах и парах металлов. Роль балластного сопротивления в работе газоразрядных ламп. Люминесцентные газоразрядные лампы низкого давления. Устройство, принцип действия люминесцентной лампы. Пуско-регулирующая аппаратура (ПРА) люминесцентных ламп. Электромагнитные и электронные ПРА, их основные характеристики. ПРА импульсного зажигания с предварительным подогревом электродов. Энергосберегающие лампы газоразрядные с электронным ПРА. Газоразрядные лампы высокого давления. Ртутные лампы типа ДРЛ-металлогенные лампы (ДРИ). Дуговые натриевые лампы (ДНаТ). Дуговые ксеноновые лампы ДКсТ. Газоразрядные источники излучения, используемые в сельскохозяйственном производстве. Газоразрядные источники УФ излучения низкого и высокого давления. Газоразрядные источники в растениеводстве.

#### **Светотехнические расчеты и расчеты осветительных и облучательных установок**

Осветительные и облучательные установки сельскохозяйственного назначения.

Световые приборы и облучатели. Классификация и основные характеристики светильников. Облучатели сельскохозяйственного назначения. Осветительные установки. Расчет электроосвещения. Нормы электроосвещения. Системы освещения. Выбор источника света и светильника. Общие положения светотехнического расчета. Точечный метод и метод коэффициента использования светового потока при расчете электроосвещения. Расчет освещения люминесцентными лампами. Осветительные установки сельскохозяйственного назначения. Роль светового режима и осветительные установки в животноводстве и птицеводстве. Установки освещения открытых пространств. Способы и средства управления осветительными установками. Облучательные установки. Облучательные установки, используемые при выращивании растений в искусственных условиях. Конструкция тепличных облучателей и установок. Основные положения расчета тепличных облучательных установок. Расчет облучательных установок с точечными и линейными источниками излучения. Установки УФ облучения в сельскохозяйственном производстве. Биологическое действие УФ облучения. Стационарные и передвижные установки УФ облучения животных и птицы. Установки одновременного УФ облучения и освещения. Использование УФ излучения в различных технологических процессах сельскохозяйственного производства. Установка ИК облучения для облучения животных и птицы. Использование видимого и ИК излучений в различных технологических процессах сельхозпроизводства.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля – экзамен.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Техническое обслуживание и ремонт электроустановок»**

#### **1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Дисциплина «Техническое обслуживание и ремонт электроустановок» посвящена вопросам диагностики, технического обслуживания и ремонта электроустановок.

Цель изучения дисциплины – подготовка специалистов к самостоятельной инженерной деятельности по организации эффективного обслуживания электрооборудования, электроустановок и средств автоматики сельского хозяйства, предприятий с различными формами собственности. Основные задачи дисциплины: повышение качества обслуживания электрооборудования за счет совершенствования технологических процессов и своевременной замены устаревших изделий, улучшение обслуживания, оптимизация режимов использования и внедрения автоматизации, тщательное согласование технологических процессов сельскохозяйственного производства с возможностями электрооборудования, снижение энергоемкости процессов и повышение качества выпускаемой продукции, улучшение моральных, трудовых и бытовых условий специалистов электротехнических служб, совершенствование формы, структуры принципов управления ЭТС, улучшение способов технического обслуживания, текущих и капитальных ремонтов, достижение четкого взаимодействия подразделений и специалистов службы.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс электрооборудования	<p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– задачи службы технического обслуживания, организацию технической эксплуатации электроустановок;</li> <li>– виды и причины износа электрооборудования;</li> <li>– обязанности электромонтера по техническому обслуживанию электрооборудования и дежурного электромонтера;</li> <li>– порядок оформления и выдачи нарядов на работу;</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разбираться в графиках ТО и ремонта электрооборудования и проводить плановый предупредительный ремонт в соответствии с графиком;</li> <li>– производить межремонтное техническое обслуживание электрооборудования;</li> <li>– оформлять ремонтные нормативы, категории ремонтной сложности;</li> <li>– устранять неполадки электрооборудования во время межремонтного цикла, проводить межремонтное обслуживание электродвигателей;</li> <li>– выполнять ремонт электротехнических устройств, поддерживать рациональные параметры работы электрифицированных и автоматизированных процессов.</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выполнения работ по техническому обслуживанию (ТО) электрооборудования промышленных организаций;</li> <li>– навыками выполнения ремонта, замены и установки трансформаторов и трансформаторных подстанций, электрических машин, распределительных устройств;</li> <li>– методами разработки схем, чертежей и графиков.</li> </ul>

Способность применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования	<p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы автоматического управления и его применения;</li> <li>– методы сбора, обработки и анализа информации;</li> <li>– основы планирования и организации ремонта электрооборудования;</li> <li>– основные принципы построения и проектирования эффективных систем технического обслуживания и ремонта электрооборудования.</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно использовать возможности автоматизации в электрохозяйстве;</li> <li>- разбираться в графиках ТО и ремонта автоматики и релейной защиты;</li> <li>- проводить их плановый предупредительный ремонт;</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью применять вычислительную технику в профессиональной деятельности;</li> <li>– методиками отладки и настройки систем автоматики.</li> </ul>
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	<p>В результате изучения дисциплины обучающийся должен знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные законы естественных наук;</li> <li>– состояние и перспективы развития электрификации и автоматизации сельского хозяйства;</li> </ul> <p>Обучающийся должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять знание естественных законов в своей профессиональной деятельности.</li> </ul> <p>Обучающийся должен владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами применения теоретических основ в профессиональной деятельности.</li> </ul>

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### **Организация технического обслуживания электроустановок предприятий АПК**

Структурные элементы предприятий электросетей (ПЭС), основные понятия и определения, схема управления предприятием электросетей, схема оперативного управления в ПЭС, оперативное обслуживание электросетей; формы обслуживания, организация работы оперативного персонала на ПЭС, перечень инструментов, приборов и инвентаря, права и обязанности электромонтёров, техническая и оперативная документация, планово-предупредительный ремонт электрооборудования, причины планово-предупредительного ремонта (ППР), виды и методы обслуживания и ремонта, периодичность ППР

#### **Техническое обслуживание осветительных электроустановок**

Коммутационные электрические аппараты: назначение, характеристики, техническое обслуживание. Светильники назначение, виды, основные характеристики, техническое обслуживание электрические счетчики: назначение, виды, техническое обслуживание, осветительные щитки: назначение, характеристики, техническое обслуживание, квартирные и этажные щитки: назначение, характеристики, техническое обслуживание. Техническое обслуживание электропроводок: электропроводки защищенными проводами; электропроводки кабелем; электропроводки на лотках и коробах; электропроводки в

стальных трубах; электропроводки в пластмассовых трубах; электропроводки в кабель-каналах. Безопасные условия труда при техническом обслуживании осветительных электроустановок.

#### **Техническое обслуживание аппаратов защиты**

Назначение защитных аппаратов: ПН-2; ПР-2; НПН-60. Выбор предохранителей. Техническое обслуживание защитных аппаратов.

#### **Техническое обслуживание пускорегулирующей аппаратуры**

Классификация аппаратуры управления и защиты и их технические характеристики. Техническое обслуживание: реостаты; рубильники; контроллеры; тормозные электромагниты; автоматические воздушные выключатели; контакторы; магнитные пускатели.

#### **Техническое обслуживание кабельных линий**

Общие сведения о кабельных линиях. Техническое обслуживание кабелей: в траншеях; в блоках; в туннелях; на эстакадах; в галереях. Техническое обслуживание: соединительных муфт; муфт наружной установки на кабелях напряжением до 10 кВ; концевых муфт и заделок внутренней установки на кабелях напряжением до 10 кВ.

Замена кабелей в блоках; в кабельных помещениях; в производственных помещениях. Механизмы, инструменты и приспособления, применяемые при техническом обслуживании кабельных трасс. Техника безопасности при техническом обслуживании кабельных линий.

#### **Техническое обслуживание воздушных линий электропередач**

Воздушные линии (ВЛ): общие сведения. Инструменты, механизмы и изделия для технического обслуживания ВЛ. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи напряжение до 1000 В. Техническое обслуживание воздушных линий электропередачи напряжением выше 1000 В. Испытание воздушных линий. Техническая документация при приеме воздушных линий после ремонта.

#### **Техническое обслуживание электрических машин**

Общие сведения. Приемосдаточные испытания электрических машин. Техническое обслуживание: обмоток; токособирательной системы; механической части. Типовая технология технического обслуживания электрических машин. Особенности технического обслуживания электрических машин во взрывозащищенных и других исполнениях. Правила техники безопасности при техническом обслуживании электрических машин.

#### **Техническое обслуживание распределительных устройств**

Требования к распределительным устройствам и задачи их обслуживания. Модернизация РУ. Обслуживание КРУ: особенности КРУ (КРУН); осмотры и обслуживание КРУ (КРУН); особенности конструкций КРУ элегазовых (КРУЭ) и их обслуживание. Обслуживание выключателей: назначение, типы; требования к выключателям; масляные выключатели, назначение, принцип действия; Приводы выключателей, назначение, устройство, типы; воздушные выключатели, назначение, устройство и принцип действия; элегазовые выключатели, назначение, устройство, принцип работы; обслуживание элегазовых выключателей; вакуумные выключатели, назначение, устройство, принцип работы. Обслуживание разъединителей.

Обслуживание отделителей. Обслуживание короткозамыкателей. Осмотры разъединителей, отделителей и короткозамыкателей. Обслуживание измерительных трансформаторов тока.

Обслуживание трансформаторов напряжения. Обслуживание конденсаторов и зарядителей, осмотры, испытания. Обслуживание разрядников и ограничителей перенапряжений. Обслуживание шин. Обслуживание токопроводов. Обслуживание изоляторов. Обслуживание реакторов. Режимы работы реакторов. Устройства блокировки.

Обслуживание заземлителей на подстанциях.

#### **Техническое обслуживание трансформаторов**

Содержание: Номинальный режим работы и допустимые перегрузки: параметры номинального режима работы; допустимые перегрузки. Обслуживание охлаждающих уст-

ройств: теплопередача в трансформаторе; системы охлаждения; обслуживание систем охлаждения. Обслуживание устройств регулирования напряжения: способы регулирования напряжения; схемы регулирования; обслуживание устройств регулирования; Включение в сеть и контроль за работой: порядок включения трансформаторов в сеть; контроль режима работы; периодичность осмотров; порядок проведения осмотров; отключение трансформатора от сети. Включение трансформаторов на параллельную работу. Фазировка трансформаторов. Защита трансформаторов от перенапряжений: защита изоляции трансформаторов разрядниками;

Обслуживание разрядников. Обслуживание вводов:- назначение вводов, их виды; устройство вводов; особенности конструкций; осмотры маслonaполненных вводов; контроль изоляции вводов. Контроль за трансформаторным маслом: виды контроля; периодичность контроля.

#### **Техническое обслуживание трансформаторных подстанций**

Общие сведения. Техническая документация на техническое обслуживание подстанций. Особенности технического обслуживания комплектных трансформаторных подстанций.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля – зачет.**

### **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Проектирование систем электроснабжения»**

#### **1. Предмет. Цель и задачи дисциплины**

Предмет дисциплины – физические процессы, протекающие в устройствах передачи и распределения электроэнергии; конструкции и устройства электрических сетей; методы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения.

Цель изучения дисциплины – формирование у студентов углубленных знаний для самостоятельной научно-инженерной деятельности по моделированию процессов, происходящих в системах электроснабжения, выбору оптимальных структуры и параметров электрических сетей.

Задачи дисциплины: изучить задачи и стадии проектирования систем электроснабжения; современные модели и алгоритмы анализа установившихся, аварийных и послеаварийных режимов работы электрических сетей; алгоритмы синтеза проектных вариантов развития сети; критерии выбора оптимального варианта; модели и методы оптимизации структуры и параметров систем электроснабжения; основы теории принятия решений; получить навыки организации проектных работ; разработки проектной документации; использования прикладных компьютерных программ.

#### **2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Компетенция	Планируемые результаты обучения
Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Знать – физические процессы в электрических сетях переменного и постоянного тока, схемы замещения элементов электрических сетей. Уметь – строить и анализировать модели электрической сети и ее элементов. Иметь навыки проведения инженерных расчетов электрических нагрузок, параметров схем замещения и режимов работы сети.
Способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения	Знать – основные технико-экономические критерии разработки и оценивания вариантов раз-

и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	<p>вития электрической сети.</p> <p>Уметь – выполнять расчеты технико-экономических показателей сети, оценивать технические, экономические и экологические последствия принимаемых решений в условиях динамики электрических нагрузок.</p> <p>Иметь навыки применения оптимизационных и оценочных моделей, современных программных средств для построения и анализа вариантов развития сети.</p>
Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<p>Знать – закономерности графиков нагрузки производственных и бытовых потребителей; нормативные требования надежности и качества электроснабжения.</p> <p>Уметь – использовать характеристики параметров электрической нагрузки потребителей и параметров схем сети при решении проектных задач.</p>
	<p>Иметь навыки разработки и принятия проектных решений при проектировании развития электрической сети: выбор схемы сети и номинальных напряжений; выбор сечения проводов и номинальной мощности трансформаторов; выбор аппаратов по условиям расчета токов КЗ; выбор устройств защиты.</p>
Способность проводить обоснование проектных решений	<p>Знать – современные модели и алгоритмы оптимизации параметров и структуры сети.</p> <p>Уметь – осуществлять подготовку исходных данных для применения прикладных программ и проводить анализ полученных результатов.</p> <p>Иметь навыки принятия решения по выбору проектного варианта.</p>
Готовность к преподаванию общеинженерных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	<p>Знать – современные методы и средства проектирования систем электроснабжения.</p> <p>Уметь – выполнять расчеты и принимать проектные решения.</p> <p>Иметь навыки использования современных методов и средств проектирования систем электроснабжения.</p>

### 3. Краткое содержание дисциплины

#### Математические модели систем электроснабжения и элементов электрических сетей

Схемы замещения линий электропередачи, силовых трансформаторов и автотрансформаторов. Математические модели электрической нагрузки в узлах системы электроснабжения. Модели генерирующих и компенсирующих устройств электрической сети.

#### Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения

Задачи, методы и стадии проектирования электрических сетей. Техно-экономические показатели. Основы построения схем систем передачи и распределения электрической энергии. Способы присоединения подстанций к электрической сети. Принципы построения схем сельских распределительных сетей. Критерии выбора опти-

мального варианта. Выбор конфигурации и номинального напряжения сети. Выбор сечений проводников электропередач по условиям экономичности, по допустимой потере напряжения, по условиям нагрева. Выбор варианта электрической сети с учетом надежности электроснабжения потребителей и требований экологии.

#### **Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения**

Задачи и критерии оптимизации. Подходы к оптимизации параметров линий электропередачи. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности. Выбор устройств регулирования напряжения и управления потоками мощности в электрической сети. Оптимизация проектных решений в распределительных электрических сетях.

**4. Формы текущей аттестации:** опрос; проверка выполнения лабораторных работ; тест.

**5. Вид итогового контроля** – защита курсового проекта, экзамен.

### **Блок 2 «Итоговая аттестация» (ИА)**

#### **Итоговая аттестация слушателей программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

Итоговая аттестация слушателей программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» является обязательной и осуществляется после освоения образовательной программы в полном объеме.

Целью итоговой аттестации является определение соответствия результатов освоения слушателем предъявляемым требованиям.

К итоговым аттестационным испытаниям, входящим в состав итоговой аттестации, допускается лицо, успешно завершившее в полном объеме освоение программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей».

При условии успешного прохождения всех установленных видов итоговых аттестационных испытаний, входящих в итоговую аттестацию, слушателю выдается диплом о профессиональной переподготовке.

Итоговая аттестация слушателей по программе профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» проводится в форме итогового экзамена.

Сроки проведения итоговой аттестации определяются учебными планами, конкретизируются графиком учебного процесса и оформляется приказом по Университету.

Итоговая аттестация осуществляется аттестационной комиссией, возглавляемой специалистом высокого уровня. Председатель аттестационной комиссии утверждается по представлению проректора по заочному и дополнительному образованию, должен иметь ученую степень доктора наук и (или) ученое звание профессора, либо являться ведущим специалистом – представителем работодателей или их объединений в соответствующей области профессиональной деятельности.

Итоговый экзамен является междисциплинарным и включает в себя основные вопросы дисциплин: «Электрические машины», «Электрооборудование электрических станций и подстанций», «Проектирование систем электроснабжения».

Во время итогового экзамена слушатель должен продемонстрировать знания, умения и навыки, необходимые для успешной профессиональной деятельности, в том числе:

а) знания:

- теории электромеханического преобразования энергии и тенденции развития электрических машин;

- конструктивных исполнений, параметров и режимов работы электрических машин, основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей, эксплуатационные требования к ним;
  - рабочих процессов электрических машин;
  - основных электрофизических процессов, связанных с работой внешней и внутренней изоляции электроустановок, воздействию грозовых и внутренних перенапряжениях и их ограничение;
  - технических средств автоматики электростанций и подстанций;
  - основных конструкций, области применения и принципов действия электрических установок низкого (до 1 кВ) и высокого (свыше 1 кВ) напряжений;
  - способов получения, преобразования и распределения электрической энергии;
  - структурных схем электрических станций и подстанций, схем главных соединений;
  - схем электроснабжения собственных нужд электрических станций и подстанций;
  - работы схем распределительных устройств при оперативных переключениях;
  - физических процессов в электрических сетях переменного и постоянного тока, схем замещения элементов электрических сетей;
  - основных технико-экономических критериев разработки и оценивания вариантов развития электрической сети;
  - закономерностей графиков нагрузки производственных и бытовых потребителей;
  - нормативных требований надежности и качества электроснабжения;
  - современных моделей и алгоритмов оптимизации параметров и структуры сети;
  - современных методов и средств проектирования систем электроснабжения;
- б) умения:
- рассчитывать и анализировать параметры и основные характеристики электрических машин и трансформаторов применительно к потребностям агропромышленного комплекса;
  - самостоятельно решать задачи, возникающие в процессе эксплуатации электро-механических преобразователей энергии;
  - обосновывать параметры и режимы работы электрических машин;
  - применять основные естественные законы в своей профессиональной деятельности;
  - выполнять схемы и планы технической документации;
  - читать и понимать графическую часть технической документации;
  - проводить выбор, расчет и настройку систем автоматики;
  - выполнять монтаж, эксплуатацию и модернизацию систем автоматизации;
  - рассчитывать максимальные значения напряжений (перенапряжений), возникающих в процессе эксплуатации электрооборудования;
  - выполнять оценку электрической прочности изоляционных конструкций;
  - рассчитывать токи трехфазного короткого замыкания, возникающие в электрооборудовании;
  - осуществлять выбор электрических аппаратов, выполнять их проверку на электродинамическую и термическую стойкость;
  - обоснованно выбирать схемы главных электрических соединений электростанций и подстанций;
  - строить и анализировать модели электрической сети и ее элементов;
  - выполнять расчеты технико-экономических показателей сети, оценивать технические, экономические и экологические последствия принимаемых решений в условиях динамики электрических нагрузок;
  - использовать характеристики параметров электрической нагрузки потребителей и параметров схем сети при решении проектных задач;

- осуществлять подготовку исходных данных для применения прикладных программ и проводить анализ полученных результатов;
- в) владение:
  - навыками работы со справочной и нормативно-технической документацией;
  - навыками подключения, расчета и выбора электрических машин и трансформаторов для реализации технологий сельскохозяйственного производства;
  - навыками экспериментальных исследований электрических машин;
  - навыками разработки схем;
  - навыками выбора схем автоматического управления;
  - навыками отладки, настройки и ремонта систем автоматики;
  - навыками отладки, настройки и ремонта электрооборудования подстанций;
  - навыками выбора, модернизации и повышения эффективности работы электрооборудования;
  - навыками проведения инженерных расчетов электрических нагрузок, параметров схем замещения и режимов работы сети;
  - навыками использования оптимизационных и оценочных моделей, современных программных средств для построения и анализа вариантов развития сети;
  - навыками разработки и принятия проектных решений при проектировании развития электрической сети;
  - навыками выбора схемы сети и номинальных напряжений, сечений проводов и номинальной мощности трансформаторов, устройств защиты;
  - навыками принятия решения по выбору проектного варианта;
  - навыками использования современных методов и средств проектирования систем электроснабжения.

К сдаче итогового экзамена допускаются слушатели, успешно сдавшие все предшествующие аттестационные испытания (зачеты, экзамены), предусмотренные учебным планом. Перед итоговым экзаменом проводится консультирование слушателей по вопросам, включенным в программу государственного экзамена. Итоговый экзамен проводится в устной форме. Решение экзаменационной комиссии по приему итогового экзамена принимается на закрытом заседании простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании. Результаты сдачи итогового экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в этот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседания итоговой аттестационной комиссии по приему итогового (междисциплинарного) экзамена.

### **Вопросы, включенные в программу итогового экзамена**

#### **Дисциплина «Электрические машины»**

1. Основные законы электромеханики.
2. Назначение, классификация и устройство трёхфазных силовых трансформаторов.
3. Принцип действия трансформатора. Вывод формулы для действующих значений ЭДС.
4. Приведенный трансформатор и схема замещения.
5. Опыт холостого хода. Какие величины и параметры схемы замещения определяются по этому опыту.
6. Опыт короткого замыкания. Какие величины и параметры схемы замещения определяются по этому опыту.
7. Энергетическая диаграмма, потери и КПД трансформатора.
8. Параллельная работа трансформаторов.
9. Многообмоточные трансформаторы.
10. Устройство трёхфазного асинхронного двигателя. Обозначение выводов и схемы подключения.

11. Режимы работы асинхронной машины.
12. Рабочие характеристики асинхронного двигателя.
13. Способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя.
14. Асинхронный генератор.
15. Принцип действия синхронного генератора.
16. Устройство синхронных машин. Явнополюсные и неявнополюсные синхронные машины.
17. Системы возбуждения синхронных генераторов.
18. Магнитное поле синхронной машины. Уравнения напряжений синхронного генератора.
19. Реакция якоря в синхронных машинах.
20. Характеристики синхронного генератора, работающего на индивидуальную нагрузку.
21. Энергетическая диаграмма, потери и КПД синхронных машин.
22. Параллельная работа синхронных генераторов.
23. Устройство и основные элементы конструкции машин постоянного тока.
24. Принцип действия машины постоянного тока в режиме генератора и двигателя.
25. Обозначение выводов машин постоянного тока. Способы возбуждения.

#### **Дисциплина «Электрооборудование электрических станций и подстанций»**

1. Основные виды электрической изоляции воздушных линий и распределительных устройств.
2. Напряжения, воздействующие на изоляцию. Пробой воздушных промежутков.
3. Диэлектрические потери и угол диэлектрических потерь.
4. Испытания внешней изоляции.
5. Основные виды внутренней изоляции.
6. Изоляция кабельных линий. Кабельные муфты.
7. Зоны защиты молниеотводов.
8. Разрядники трубчатые и вентильные. Конструкция, назначение, принцип работы.
9. Классификация электрических аппаратов.
10. Переключатели, рубильники. Их выбор.
11. Контактторы, магнитные пускатели. Их выбор.
12. Электромагнитные реле (напряжения, тока). Их выбор.
13. Тепловое реле. Их выбор.
14. Автоматические выключатели. Их выбор.
15. Предохранители. Их выбор.
16. Расчёт токов трёхфазного короткого замыкания (КЗ) в электроустановках свыше 1 кВ.
17. Термическое действие токов короткого замыкания.
18. Выключатели (масляные, воздушные, элегазовые, вакуумные). Их выбор.
19. Разъединители, короткозамыкатели, отделители. Их выбор.
20. Измерительные трансформаторы (тока и напряжения). Их выбор.
21. Радиальные схемы главных соединений.
22. Кольцевые схемы главных соединений.
23. Структурные схемы электростанций и подстанций.
24. Главные схемы подстанций.
25. Схемы электроснабжения собственных нужд подстанций.

#### **Дисциплина «Проектирование систем электроснабжения»**

1. Схемы основных электрических сетей энергосистем и систем электроснабжения.
2. Типы электрических станций и принципы их работы.
3. Характеристики потребителей сельского хозяйства, городов и промышленности.
4. Цели, задачи, методы и стадии проектирования электрических сетей.

5. Топология схем. Понятие контура, ветви, узла электрической сети.
6. Параметры схем. Схемы замещения линий и силовых трансформаторов.
7. Понятие балансирующего узла и узла, балансирующего по реактивной мощности.
8. Категории надежности электроснабжения.
9. Статистические характеристики аварийных и плановых простоев элементов сети.
10. Преобразование структурных схем надежности при выборе варианта развития сети.
11. Предварительный расчет потокораспределения в разомкнутой и замкнутой сети.
12. Варианты конфигураций разомкнутых и замкнутых сетей.
13. Схемы протяженных электропередач системообразующих сетей.
14. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
15. Типовые схемы распределительных устройств.
16. Принципы построения сельских систем электроснабжения.
17. Схемы электрических сетей напряжением до 1000 В.
18. Выбор сечений проводников по экономической плотности тока.
19. Выбор проводников электропередачи по допустимой потере напряжения.
20. Выбор проводников электропередачи по условиям нагревания.
21. Оптимизация параметров линий электропередачи.
22. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности.
23. Подходы к оптимизации параметров протяженных электропередач.
24. Выбор устройств для управления потоками в замкнутых сетях.
25. Оптимизация проектных решений и режимов в распределительных сетях.

#### **4. Ресурсное обеспечение программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

Ресурсное обеспечение формируется с учетом общесистемных требований, требованиям к кадровым условиям, требованиям к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению реализации программы и включает в себя:

- кадровое обеспечение;
- материально-техническое обеспечение;
- учебно-методическое обеспечение.

#### **Кадровое обеспечение реализации программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования**

##### **«Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

Сведения о кадровом обеспечении программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» представлены в Приложении 4.

#### **Материально-техническое обеспечение реализации программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ располагает достаточной материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов занятий, которые предусмотрены учебным планом дополнительной программы профессиональной переподготовки на ведение профессиональной деятельности в сфере «Электроэнергетика и электротехника», и соответствующей действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам. Реализация данной программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»

осуществляется в специальных помещениях, представляющих собой учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации. Все помещения укомплектованы специализированной установками, оборудованием, приборами и материалами, мебелью и техническими средствами обучения.

Для реализации программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей» перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

Наименование	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических и лабораторных занятий с перечнем основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов и объектов
<p>Программа профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»</p>	<p>Ауд. 218 м – лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием для презентаций и с выходом в сеть Интернет (проектор, экран, терминал с сенсорным экраном, колонки).</p> <p>Ауд. 20 и – лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием для презентаций с выходом в сеть Интернет (проектор, экран, терминал с сенсорным экраном, колонки).</p> <p>Ауд. 124 мод – лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием для презентаций.</p> <p>Ауд. 104 м – специализированная аудитория информационных технологий (компьютерный класс (14 ПК), оборудованный компьютерной сетью, имеющей выход в сеть Интернет, с соответствующим программным обеспечением, мультимедийным комплексом для презентаций, с учебными плакатами и учебно-методической литературой).</p> <p>Ауд. 309 м – специализированная аудитория (компьютерный класс (15 ПК), оборудованный компьютерной сетью, имеющей выход в сеть Интернет, с соответствующим программным обеспечением, мультимедийным комплексом для презентаций, с учебными плакатами и учебно-методической литературой); а также оснащенная программируемыми логическими контроллерами; лабораторными стендами; учебно-методической литературой.</p> <p>Ауд. 221 мод – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - персональные компьютеры; - учебно-методическая литература.</p> <p>Ауд. 226 мод – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - персональные компьютеры; - учебно-методическая литература.</p> <p>Ауд. 128 мод – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - учебно-методическая литература.</p> <p>Ауд. 310 м – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - учебно-методическая литература.</p> <p>Ауд. 102а м – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - учебно-методическая литература.</p> <p>Ауд. 102 м – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - учебно-методическая литература.</p> <p>Ауд. 121 мод – специализированная лаборатория: - лабораторные стенды; - учебно-методическая литература.</p> <p>Учебный полигон кафедры электрификации сельского хозяйства: -макет комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ; макет ВЛ 10 кВ, включающий 2 опоры линейную арматуру, провод марки АС; макет ВЛ 0,4 кВ, включающий 2 опоры, ли-</p>	<p>Ул. Мичурина 1, ул. Тимирязева, 13, ул. Тимирязева, 13а, Ул. Дарвина, 3</p>

нейную арматуру, самонесущий изолированный провод (СИП)

### Учебно-методическое и информационное обеспечение реализации программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»

Учебно-методическое обеспечение в полном объеме содержится в учебно-методических комплексах дисциплин, итоговой аттестации.

Содержание учебно-методических комплексов обеспечивает необходимый уровень и объем образования, а также предусматривает контроль качества освоения обучающимися программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей».

Сведения об обеспеченности образовательного процесса учебной литературой представлены в Приложении 5.

### Информационное обеспечение программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»

Наименование	Функция программного обеспечения			Название программы
	контроль	моделирующая	обучающая	
Программа профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»			+	Internet Explorer
			+	Microsoft Word
			+	Microsoft PowerPoint
		+		Microsoft Access
		+		Microsoft Excel
		+		Mathcad
		+		MultiSim
		+		VisSim
		+		DIALux
		+		SIMARIS design
		+		nanoCAD Электро
		+		AutoCAD
		+		Компас-электрик
		+		Trace mode
	+		LOGO! Soft Comfort	
	+		ACT-Test	

### 5. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения слушателями программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»

Включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию слушателей.

Созданы фонды оценочных средств (ФОС), включающие вопросы для устного опроса, задания для практических занятий, зачетов и экзаменов; тесты, позволяющие оценить знания, умения и уровень приобретенных компетенций. Формы и сроки текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по дисциплинам, практике определяются учебным планом.

**Приложение 1**  
**Компетенции выпускника, формируемые в процессе освоения ДПП**

Обобщенные трудовые функции	Трудовые функции	Основные профессиональные компетенции	Владеть	Уметь	Знать
<p>Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, преподавание общетехнических дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».</p>	<p>1. Изучение и анализ научно-технической информации в области электроэнергетики и электротехники. 2. Применение стандартных пакетов прикладных программ для математического моделирования процессов и объектов систем электроснабжения. 3. Проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов. 4. Сбор и анализ данных для проектирования. 5. Участие в расчетах и проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием с использованием стандартных средств автоматизации проектирования. 6. Контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.</p>	<p>Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>	<p>Физико-математическим аппаратом, методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>	<p>Эффективно использовать физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>	<p>Физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.</p>
		<p>Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей.</p>	<p>Методами анализа и моделирования электрических цепей.</p>	<p>Применять методы анализа и моделирования электрических цепей в профессиональной деятельности.</p>	<p>Методы анализа и моделирования электрических цепей.</p>
		<p>Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике.</p>	<p>Приемами и методами планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике.</p>	<p>Планировать, подготавливать и выполнять типовые экспериментальные исследования по заданной методике.</p>	<p>Основные положения планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике.</p>
		<p>Способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</p>	<p>Приемами и методами проектирования систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</p>	<p>Проектировать системы электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</p>	<p>Основы проектирования систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.</p>

Обобщенные трудовые функции	Трудовые функции	Основные профессиональные компетенции	Владеть	Уметь	Знать
Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, преподавание общепрофессиональных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».	7. Расчет схем и параметров элементов оборудования систем электроснабжения и электрического освещения.	Способность проводить обоснование проектных решений.	Приемами и методами обоснования проектных решений.	Обосновывать проектные решения.	Подходы к обоснованию проектных решений.
	8. Расчет режимов работы систем электроснабжения.	Готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения.	Методиками определения параметров оборудования систем электроснабжения и электрического освещения.	Рассчитывать параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения.	Методы и средства определения параметров оборудования систем электроснабжения и электрического освещения.
	9. Контроль режимов работы электрооборудования.	Способность рассчитывать режимы работы электрооборудования.	Методиками расчета режимов работы электрооборудования.	Рассчитывать режимы работы электрооборудования.	Положения расчета режимов работы электрооборудования.
	10. Составление и оформление типовой технической документации.	Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию.	Методикой составления и оформления типовой технической документации.	Составлять и оформлять типовую техническую документацию.	Требования к составлению и оформлению типовой технической документации.
	11. Проверка технического состояния и остаточного ресурса, организация профилактических осмотров, диагностики и текущего ремонта систем электроснабжения и электрического освещения.	Способность применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.	Приемами эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.	Применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.	Методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электротехнического оборудования.
	12. Составление заявок на оборудование и запасные части, подготовка технической документации на ремонт.	Способность оценивать техническое состояние и остаточный ресурс электрооборудования.	Приемами оценки технического состояния и остаточного ресурса электрооборудования.	Производить оценку технического состояния и остаточного ресурса электрооборудования.	Методики оценки технического состояния и остаточного ресурса электрооборудования.
		Готовность к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт.	Методикой составления заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт.	Составлять заявки на оборудование и запасные части и подготавливать техническую документацию на ремонт.	Требования к составлению заявок на оборудование и запасные части и подготовке технической документации на ремонт.

Обобщенные трудовые функции	Трудовые функции	Основные профессиональные компетенции	Владеть	Уметь	Знать
Проектирование и эксплуатация систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей, преподавание общепрофессиональных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».	13. Преподавание общепрофессиональных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».	Готовность к преподаванию общепрофессиональных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника»	Методиками преподавания общепрофессиональных и специальных дисциплин технической науки «Электроэнергетика и электротехника».	Преподавать общепрофессиональные и специальные дисциплины технической науки «Электроэнергетика и электротехника».	Общепрофессиональные и специальные дисциплины технической науки «Электроэнергетика и электротехника».

**Приложение 2**  
**Матрица компетенций**

Компетенции	Теоретические основы электротехники	Электрические машины	Электрооборудование электрических станций и подстанций	Малые электростанции в сельском хозяйстве	Электрические системы и сети	Эксплуатация систем электроснабжения	Светотехника и системы освещения	Техническое обслуживание и ремонт электроустановок	Проектирование систем электроснабжения	ИА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	+		+						+	+
Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	+				+				+	+
Способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике		+			+					+

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Способность принимать участие в проектировании систем электроснабжения и электрического освещения в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования				+			+		+	+
Способность проводить обоснование проектных решений					+				+	+
Готовность определять параметры оборудования систем электроснабжения и электрического освещения		+	+	+			+			+
Способность рассчитывать режимы работы электрооборудования	+		+		+					+
Способность составлять и оформлять типовую техническую документацию				+		+				
Способность применять методы и технические средства эксплуатационных испытаний и диагностики электроэнергетического и электро-технического оборудования						+		+		



**Приложение 3**  
**Календарный график учебного процесса**  
 программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования  
**«Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

Дата	Сентябрь 2016					Октябрь 2016				Ноябрь 2016					Декабрь 2016			
	01-03	05-10	12-17	19-24	26-01	03-08	10-15	17-22	24-29	31-05	07-12	14-19	21-26	28-03	05-10	12-17	19-24	26-29
	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т	Т
ДПП			Э		Э		Э		З		Э		З		Э	З		ЗК Э ИА

Т – теоретическое обучение;

Э – экзамен;

З – зачет;

ЗК – защита курсового проекта;

ИА – итоговая аттестация.

#### Приложение 4

### Кадровое обеспечение программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»

№ п/п	Наименование дисциплин в соответствии с учебным планом	Фамилия, имя, отчество, должность	Какое образовательное учреждение профессионального образования окончил, специальность по диплому	Ученая степень и ученое (почетное) звание	Стаж работы			Основное место работы, должность	Условия привлечения к трудовой деятельности (штатный, совместитель, иное)
					Всего	в т.ч.			
						всего	педагогический		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Теоретические основы электротехники	Пиляев Сергей Николаевич, доцент	Воронежский политехнический институт, «Электрические машины и аппараты»	Канд. техн. наук, доцент	43	36	36	ВГАУ, доцент кафедры электротехники и автоматики	Штатный
2.	Электрические машины	Прибылова Наталья Викторовна, доцент	Воронежский госуд. технический университет, электромеханика	Канд. техн. наук, доцент	21	14	14	ВГАУ, кафедра электрификации сельского хозяйства, доцент	Штатный
3.	Электрооборудование электрических станций и подстанций	Прибылова Наталья Викторовна, доцент	Воронежский госуд. технический университет, электромеханика	Канд. техн. наук, доцент	21	14	14	ВГАУ, кафедра электрификации сельского хозяйства, доцент	Штатный
4.	Малые электростанции в сельском хозяйстве	Филонов Сергей Александрович, доцент	Воронежский государственный аграрный университет, «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»	Канд. техн. наук	13	9	3	ВГАУ, каф. электротехники и автоматики, доцент	Штатный
5.	Электрические системы и сети	Пиляев Сергей Николаевич, доцент	Воронежский политехнический институт, «Электрические машины и аппараты»	Канд. техн. наук, доцент	43	36	36	ВГАУ, доцент кафедры электротехники и автоматики	Штатный
6.	Эксплуатация систем электроснабжения	Картавцев Владимир Владимирович, зав. кафедрой	Воронежский политехнический институт, «Электрические машины и аппараты»	Канд. тех. наук, доцент	37	36	17	ВГАУ, зав. кафедрой электрификации сельского хозяйства	Штатный

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Светотехника и системы освещения	Извеков Евгений Александрович, доцент	Воронежский государственный аграрный университет, «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»	Канд. техн. наук, доцент	6	6	2	ВГАУ, доцент	Штатный
2.	Техническое обслуживание и ремонт электроустановок	Извеков Евгений Александрович, доцент	Воронежский государственный аграрный университет, «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»	Канд. техн. наук, доцент	6	6	2	ВГАУ, доцент	Штатный
3.	Проектирование систем электроснабжения	Картавец Владимир Владимирович, зав. кафедрой	Воронежский политехнический институт, «Электрические машины и аппараты»	Канд. тех наук, доцент	37	36	17	ВГАУ, зав. кафедрой электрификации сельского хозяйства	Штатный

**Приложение 5**  
**Сведения об обеспеченности образовательного процесса учебной литературой**  
**программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования**  
**«Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»**

№ п/п	Дисциплина	Авторы	Название	Издательство	Год издания
1	2	3	4	5	6
1	Теоретические основы электротехники	Атабеков Г.И.	Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/90/">http://e.lanbook.com/view/book/90/</a>	Лань	2009
		Атабеков Г.И. и др.	Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/view/book/644/">http://e.lanbook.com/view/book/644/</a>	Лань	2010
		Бычков Ю.А.	Основы теоретической электротехники. – <URL:	С-Пб.: Лань	2009
		Гуков П.О., Филонов С.А.	Расчет линейных электрических цепей. Учебно-методическое пособие для выполнения расчетно-графических и практических работ по ТОЭ для бакалавров направления 35.03.06 (110800)-«Агроинженерия», профиль «Электрооборудование и электротехнологии в АПК»	Воронеж: ВГАУ	2014
		Гуков П.О., Картавцев В.В., Пиляев С.Н.	Теоретические основы электротехники: примеры решения типовых задач	Воронеж: ВГАУ	2004
		Гуков П.О., Картавцев В.В., Еремин М.Ю.	Методы расчета переходных процессов в линейных электрических цепях	Воронеж: ВГАУ	2008
2	Электрические машины	Ванурин В.Н.	Электрические машины. – <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=72974">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=72974</a> >.	С-Пб.: Изд-во «Лань»	2016
		Епифанов А.П.	Электрические машины. – <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=591">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=591</a> >.	С-Пб.: Изд-во «Лань»	2006
		Копылов И.П. и др.	Электрические машины	М.: изд-во «Юрайт»	2015
		Епифанов А.П.	Электромеханические преобразователи энергии [электронный ресурс]: учеб. пособие. – <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&amp;p11_id=601">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_cid=25&amp;p11_id=601</a> >	С-Пб.: изд-во «Лань»	2000
		Епифанов А.П. и др.	Электропривод. – <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3812">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=3812</a> >.	С-Пб.: изд-во «Лань»	2012

1	2	3	4	5	6
3	Электрооборудование электрических станций и подстанций	Рожкова Л.Д. и др.	Электрооборудование электрических станций и подстанций	М.: Академия	2007
		Фролов Ю.М., Шелякин В.П.	Основы электроснабжения. – URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4545">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4545</a>	С-Пб.: изд-во «Лань»	2012
		Коробов Г.В.	Техника высоких напряжений	Воронеж: ВГАУ	2009
		Алиев И.И.	Электрические аппараты. Справочник	М.: Радио-Софт	2007
		Чунихин А.А.	Электрические аппараты	М: Энергоатомиздат	1988
		Рожкова Л.Д.	Электрооборудование электрических станций и подстанций	Киев: Академпресс	2011
4	Малые электростанции в сельском хозяйстве	Земсков В.И.	Возобновляемые источники энергии в АПК <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47409">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=47409</a>	С-Пб.: «Лань»	2014
		Васильев Ю.С. и др.	Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: справочник <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50590">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=50590</a>	С-Пб.: «Лань»	2008
		Писаревский Ю.В., Тикунов А.В.	Возобновляемые источники энергии	М.: Научная книга	2006
		Беляков П.Ю.	Ветроэнергетика: теоретические основы и технические решения	Воронеж: МИКТ	2007
		Лещинская Т.Б., Наумов И.В.	Электроснабжение сельского хозяйства	М.: БибКом, ТрансЛог	2015
5	Электрические системы и сети	Герасименко А.А., Федин В.Т.	Передача и распределение электроэнергии	Ростов на Дону: Феникс	2008
		Фролов Ю.М., Шелякин В.П.	Основы электроснабжения. – <URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4545">http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=4545</a> >	С-Пб.: Изд-во «Лань»	2012
		Фадеева Г.А., Федин В.Т.	Проектирование распределительных электрических сетей [Электронный ресурс]. – <URL: <a href="http://znanium.com/bookread2.php?book=505813">http://znanium.com/bookread2.php?book=505813</a> >	Минск: Высш. шк.	2009
		Лыкин А.В.	Электрические системы и сети. – URL: <a href="http://www/t-library.net/read.php?mode=image&amp;id=5079&amp;file=5052&amp;page=6">www/t-library.net/read.php?mode=image&amp;id=5079&amp;file=5052&amp;page=6</a>	М.: Университетская книга; Логос	2008

1	2	3	4	5	6
6	Эксплуатация систем электроснабжения	Помогаев Ю.М.	Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса	Воронеж, ВГАУ	2013
		Ерошенко Г.П.	Эксплуатация электрооборудования. <a href="http://znanium.com/go.php?id=356865">http://znanium.com/go.php?id=356865</a>	Москва : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М"	2014
		Грунтович Н.В.	Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования. <a href="http://znanium.com/go.php?id=415728">http://znanium.com/go.php?id=415728</a>	Минск ; Москва : ООО "Новое знание" : ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М"	2013
		Помогаев Ю.М.	Практикум по эксплуатации электрооборудования	Воронеж, ВГАУ	2013
		Ерошенко Г.П.	Эксплуатация электрооборудования	М.: Колос	2008
		Ерошенко Г.П. и др.	Эксплуатация энергооборудования сельскохозяйственных предприятий	Ростов-на-Дону: ООО «Терра»; НПК «Гефест»	2001
		Сырых Н.Н., Кабдин Н.Е.	Теоретические основы эксплуатации электрооборудования	М.: Агробиз-несцентр	2007
7	Светотехника и системы освещения	Козлов Д.Г. Савицкас Р.К.	Светотехника и электротехнологии: учебное пособие. – URL: <a href="http://catalog.vsau.ru/elib/books/b83874.pdf">http://catalog.vsau.ru/elib/books/b83874.pdf</a>	ВГАУ	2014
		Савицкас Р.К., Каргавцев В.В.	Светотехника и электротехнологии	Воронеж: ВГАУ	2009
		Живописцев Е.Н., Косицын О.А.	Электротехнология и электрическое освещение	Агропромиздат	1990
		Козинский В.Д.	Электрическое освещение и оборудование	Агропромиздат	1991
		Баев В.И.	Практикум по электрическому освещению и облучению	Колос	2008
8	Техническое обслуживание и ремонт электроустановок	Лакомов И.В. и др	Техническое обслуживание электроустановок	Воронеж, ВГАУ	2015
		Помогаев Ю.М. и др.	Эксплуатация электрооборудования на предприятиях агропромышленного комплекса	Воронеж, ВГАУ	2013
		Помогаев Ю.М.	Практикум по эксплуатации электрооборудования	Воронеж, ВГАУ	2013
		Ерошенко Г.П.	Эксплуатация электрооборудования	М.: Колос	2008
		Зюзин А.Ф.	Монтаж, эксплуатация и ремонт электрооборудования промышленных предприятий и установок	М.: Высшая школа	1980

1	2	3	4	5	6
9	Проектирование систем электроснабжения	Коробов Г.В. Картавец В.В. Черемисинова Н.А.	Электроснабжение. Курсовое проектирование: учеб. пособие.— Изд. 2-е, испр. и доп. — Рекомендовано Учебно- методическим объединением вузов РФ по агроинженерному образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Агроинженерия». — Библиогр.: с. 153 (14 назв.). — ISBN 978-5-8114-1164-1 .— <URL:	С-Пб.: Лань	2014
		Герасименко А.А. Федин В.Т.	Передача и распределение электрической энергии. – 715 с. ISBN 978-222-13221-0	Ростов на Дону: Феникс	2008
		Будзко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И.	Электроснабжение сельского хозяйства. – 536 с. ISBN 5-10-003172-7	М.: Колос	2000
		Ополева Г.Н.	Схемы и подстанции электроснабжения – 480 с. ISBN 978-5-8199-7	М.: Форум	2008
		Карапетян И.Г. Файбисович Д.Л., Шапиро И.М.	Справочник по проектированию электрических сетей. – 313 с.	М: ЭНАС	2005
		Лещинская Т.Б., Наумов И.В.	Электроснабжение сельского хозяйства	М.: БибКом, ТрансЛог	2015

Рабочая программа рекомендована к использованию в учебном процессе методической комиссией Управления дополнительного образования ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ.

Разработчики программы профессиональной переподготовки дополнительного профессионального образования «Системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей»: к.т.н., доцент, заведующий кафедрой электрификации сельского хозяйства ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Картавцев В.В.; к.т.н., доцент, доцент кафедры электротехники и автоматики ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ Пиляев С.Н.

Рецензент – заведующий кафедрой электроэнергетики АНОО ВО «Международный институт компьютерных технологий», кандидат технических наук, доцент Низовой А.Н.