

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»  
(ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА)

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА  
А. В. Кучумов  
01 октября 2020 г.  
М.П.



# ПРОГРАММА

профессиональной переподготовки  
(вид дополнительной профессиональной программы)

«Электрооборудование и электротехнологии»  
(наименование дополнительной профессиональной программы)

Смоленск 2020 г.

## **Перечень нормативных документов, определяющих квалификационные требования к выпускнику программы** (Квалификационные требования, профессиональные стандарты, ФГОС ВО)

Настоящая программа профессиональной переподготовки разработана на основе следующих нормативно-правовых документов:

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ от 29.12.2012. (ред. от 06.03.2019).

2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 июля 2013г. № 499 «Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» (в ред. Приказа Минобрнауки России от 15.11.2013 N 1244).

3. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

4. Письмо Минобрнауки России от 22.04.2015 № ВК-1032/06 «О направлении методических рекомендаций» (по применению профессиональных стандартов в ДПО).

5. Письмо Минобрнауки России от 25.08.2015 № АК-2453/06 «Об особенностях законодательного и нормативно-правового обеспечения в сфере ДПО».

### **Профстандарты, ФГОС ВО, квалификационные справочники:**

1. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

2. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

### **Локальные нормативные акты ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА:**

1. «Положение о порядке организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования — программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры». (Утверждено ректором 27.09.2017)

2. «Положение о порядке и форме зачета результатов обучения по отдельным дисциплинам (модулям) и практикам, освоенным обучающимися

при получении среднего профессионального, высшего и дополнительного образования». (Утверждено ректором 27.09.2017)

3. «Правила приема слушателей на обучение по программам дополнительного образования» (Утверждено ректором 27.09.2017)

4. «ПОЛОЖЕНИЕ о реализации образовательных программ дополнительного профессионального образования (ДПО)». (Утверждено ректором 27.09.2017)

5. «ПОЛОЖЕНИЕ об итоговой аттестации при реализации дополнительных профессиональных программ». (Утверждено ректором 27.09.2017)

6. «ПОЛОЖЕНИЕ о факультете повышения квалификации и профессиональной подготовки кадров». (Утверждено ректором 27.09.2017)

7. «ПОЛОЖЕНИЕ об обучении по индивидуальному плану по программам дополнительного профессионального образования». (Утверждено ректором 27.09.2017)

### **Квалификационные требования к выпускнику программы**

Результаты освоения программы профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии» определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личностные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Область профессиональной деятельности слушателей, освоивших программу переподготовки Электрооборудование и электротехнологии, являются области науки и техники, связанные с обслуживанием, эксплуатацией, ремонтом, наладке и испытанию электрооборудования электрических станций, сетей и систем.

Объектами профессиональной деятельности слушателей, освоивших программу переподготовки Электрооборудование и электротехнологии, являются:

- системы электроснабжения предприятий и организаций,
- электрическая часть станций и подстанций,
- электротехнологические установки,
- электрический привод и системы управления и автоматизации электропривода,
- электрические аппараты, измерительные устройства и системы.

Настоящая программа профессиональной переподготовки сформирована в зависимости от требований к результатам освоения программы, ориентированной на практико-ориентированный, прикладной вид профессиональной деятельности как основной.

**Характеристика новой квалификации и связанных с ней видов проф. деятельности (квалификационных уровней) и (или) трудовых функций/ характеристику нового вида проф. деятельности и (или) трудовых функций**

В соответствии с частью 5 статьи 76 Федерального закона № 273-ФЗ программа направлена на получение слушателями новых компетенций, необходимых выполнения нового вида профессиональной деятельности в области теории и практики мелиорации, водоподготовки и водоотведения.

Область профессиональной деятельности слушателей, освоивших программу переподготовки Электрооборудование и электротехнологии, являются области науки и техники, связанные с обслуживанием, эксплуатацией, ремонтом, наладке и испытанию электрооборудования электрических станций, сетей и систем.

Программа направлена на подготовку кадров на основе оптимального сочетания фундаментальной подготовки слушателей и практических навыков, получаемых благодаря тесной интеграции теории с практикой, обеспеченной привлечением высококвалифицированных преподавателей и специалистов в области электрооборудования и электротехнологий.

Кроме того, слушатели могут быть профессионально задействованы в организациях научно-исследовательского и производственно-технологическая профилю.

***Перечень новых компетенций, знания, умения и навыки для выполнения нового вида профессиональной деятельности***

Слушатель, освоивший программу профессиональной переподготовки, должен обладать следующими новыми компетенциями для выполнения нового вида профессиональной деятельности:

- готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);
- готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин (ПК-2);
- готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);
- готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);
- способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы (ПК-6);
- готовностью к участию в проектировании новой техники и технологии (ПК-7);
- готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);
- способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

– способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами (ПК-10);

– способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции (ПК-11).

- способностью организовать работу исполнителей, находить и принимать решения в области организации и нормирования труда (ПК-12);

- способностью анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ (ПК-13);

- способностью проводить стоимостную оценку производственных ресурсов и применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-14);

- готовностью систематизировать и обобщать информацию формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-15).

### **Планируемые результаты обучения по программе**

#### ***Уровень образования поступающих для обучения по программе ДПО слушателей:***

Программа профессиональной переподготовки рассчитана на слушателей, имеющие или получающие высшее образование, а также, имеющие среднее специальное образование по профилю.

#### **По итогам освоения программы слушатель должен:**

##### **знать:**

- методы расчета систем внешнего и внутреннего электроснабжения предприятий, выбора схем и электрооборудования промышленных предприятий;

- электрические аппараты как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;

- методы выбора основного оборудования электрических станций и подстанций;

- назначение и виды современных автоматизированных электрических приводов, схемы включения, математическое описание элементов электроприводов, основные параметры, характеристики и свойства;

- методы использования технических средств для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем.

##### **уметь:**

проводить расчет систем внешнего и внутреннего электроснабжения предприятий, осуществлять выбор схем и электрооборудования промышленных предприятий;

- применять электрические аппараты как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем;

- применять методы выбора основного оборудования электрических станций и подстанций;
- использовать современные электротехнологические процессы и установки;
- использовать современные автоматизированные электрические приводы, математическое описание элементов электроприводов.

**владеть:**

- методами использования технических средств для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем;
- методами выбора основного оборудования электрических станций и подстанций.

**Форма документа, выдаваемого по результатам освоения программы**  
диплом о профессиональной переподготовке (установленного образца)

**Составители программы:**

Вернигор Александр Владимирович - кандидат технических наук, доцент

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»  
(ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА)

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА  
А.В. Кучумов



УЧЕБНЫЙ ПЛАН  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ

«Электрооборудование и электротехнологии».

**Цель** – сформировать у слушателей профессиональные компетенции, необходимые для выполнения нового вида профессиональной деятельности, приобретения новой квалификации в области электрооборудования и электротехнологии.

**Категория слушателей** – лица имеющие среднее профессиональное или высшее образование.

**Срок обучения:** 350 часов.

**Форма обучения:** очная, с применением дистанционных образовательных технологий.

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Теоретические основы электротехники.	32	16	16	зачет
2.	Электрические машины	74	36	38	экзамен
3	Электротехнические материалы.	44	22	22	зачет
4.	Электрические сети.	68	34	34	экзамен
5.	Монтаж электрического оборудования.	30	14	16	зачет
6.	Эксплуатация электрического оборудования.	34	16	18	зачет
7.	Проектирование систем электроснабжения.	62	30	32	экзамен
	<b>Итоговая аттестация</b>	<b>6</b>		<b>6</b>	<b>итоговый экзамен</b>
	<b>Итого:</b>	<b>350</b>	<b>168</b>	<b>182</b>	

И.о. декана ФПК и ППК,  
кандидат технических наук, доцент

А.В. Вернигор

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»  
(ФГБОУ ВО Смоленская ГСХА)**

***Календарный учебный график***

**Дополнительная профессиональная программа  
Профессиональной переподготовки**

**«Электрооборудование и электротехнологии»**

Объем программы 350 часов. Продолжительность обучения 9 недель.  
Форма обучения - очная, с применением дистанционных образовательных технологий.

№ п/п	Порядковый номер недели	Наименование дисциплин (модуля)	Количество часов
1.	1	Тема 1. Теоретические основы электротехники.	32
2.	1	Тема 2. Электрические машины	8
3.	2	Тема 2. Электрические машины	40
4.	3	Тема 2. Электрические машины	26
5.	3	Тема 3. Электротехнические материалы.	14
6.	4	Тема 3. Электротехнические материалы.	30
7.	4	Тема 4. Электрические сети.	10
8.	5	Тема 4. Электрические сети.	40
9.	6	Тема 4. Электрические сети.	18
10.	6	Тема 5. Монтаж электрического оборудования.	22
11.	7	Тема 5. Монтаж электрического оборудования.	8
12.	7	Тема 6. Эксплуатация электрического оборудования.	32
13.	8	Тема 6. Эксплуатация электрического оборудования.	2
14.	8	Тема 7. Проектирование систем электроснабжения.	38
15.	9	Тема 7. Проектирование систем электроснабжения.	24
16.	9	Итоговая аттестация	6

Образовательный процесс по программе может осуществляться в течение всего учебного года. Занятия проводятся по мере комплектования учебных групп.

И.о. декана ФПК и ППК,  
кандидат технических наук, доцент



А.В. Вернигор

## **Рабочие программы дисциплин (структура)**

Рабочие программы учебных дисциплин обеспечивают качество подготовки слушателей и составлены на все дисциплины учебного плана.

### **1. Рабочая учебная программа дисциплины «Теоретические основы электротехники»**

**Цель дисциплины** - формирование знаний, умений и навыков в области электрических и магнитных цепей и полей, элементов электротехнических устройств и их схем замещения, закономерностей электромагнитных процессов в электротехнических устройствах.

#### **Задачи изучения 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.

#### **Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине (знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

##### **Слушатель должен знать:**

основные законы электромагнитного поля, электрических и магнитных цепей;

методы анализа и расчета электрических и магнитных цепей в установившихся и переходных режимах;

основные электромагнитные процессы электрических и магнитных цепей; методы составления и расчета схем замещения электрических установок.

##### **Слушатель должен уметь:**

применять теоретические знания при анализе и расчете электрических и магнитных цепей;

использовать методы расчета электрических и магнитных цепей;

использовать методики измерения электрических и магнитных величин;

использовать методы расчета электрических и магнитных цепей.

##### **Слушатель должен владеть:**

навыками составления схем замещения электротехнических устройств и их расчета;

навыками использования различных расчетных методик, применяемых в электротехнике;

навыками измерения и анализа основных электрических и магнитных величин;

навыками использования различных расчетных методик, применяемых в электротехнике.

### **Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Теоретические основы электротехники» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);

готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);

способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);

готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции (ПК-11).

способностью организовать работу исполнителей, находить и принимать решения в области организации и нормирования труда (ПК-12);

готовностью систематизировать и обобщать информацию формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-15).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Теоретические основы электротехники» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

### **Форма аттестации по дисциплине**

Форма аттестации по модулю - зачет

Оценка выставляется по двухбалльной («зачтено», «не зачтено») системе.

### **Учебно-тематический план дисциплины «Теоретические основы электротехники»**

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Линейные электрические цепи постоянного и синусоидального тока.	6	2	4	Устный опрос
2	Индуктивно связанные цепи. Трехфазные цепи.	4	2	2	Устный опрос
3	Электрические цепи с периодическими несинусоидальными токами и напряжениями.	4	2	2	Устный опрос
4	Нелинейные электрические и магнитные цепи. Четырехполюсники.	4	2	2	Устный опрос
5	Переходные процессы в линейных электрических цепях.	4	2	2	Устный опрос
6	Электрические цепи с распределенными параметрами	4	2	2	Устный опрос
7	Электромагнитное поле.	6	4	2	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>зачет</b>

## Содержание программы «Теоретические основы электротехники»

### 1. **Линейные электрические цепи постоянного и синусоидального 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.

### 2. **Индуктивно связанные цепи. Трехфазные 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 магнитосвязанных катушек. Определение коэффициента взаимной индукции. Воздушный трансформатор: уравнения, векторная диаграмма, вносимые сопротивления. Определение и основные соотношения идеального трансформатора. 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.

### **3. 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.

### **4. Нелинейные электрические и магнитные цепи. Четырехполюсники.**

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 замещения 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.

### **5. 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.

### **6. 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.

#### **7. 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.

#### **Список литературы:**

##### **Нормативные правовые акты.**

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

### **Основная литература**

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>
2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>
3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>
4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>
5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>
6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, - 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

### **Дополнительная литература**

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>
2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>
3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России <http://opendata.mcx.ru/opendata/>
2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>
3. Информационно-справочная правовая система «Консультант Плюс»» <http://www.consultant.ru/>
4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики. <http://sml.gks.ru/>
5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования <https://elibrary.ru/>

6. Базы данных: Электронно-библиотечная система «AgriLib» <http://www.ebs.rgazu.ru/>
7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)
8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

### **Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:**

1. Электрическая цепь и ее элементы. Закон Ома. Источники ЭДС и источники тока.
2. Потенциальная диаграмма. Баланс мощности. Понятия ветви, узла и контура электрической цепи. Законы Кирхгофа.
3. Методы преобразования электрических цепей. Применение уравнений Кирхгофа для расчета разветвленных цепей. Метод контурных токов.
4. Метод узловых потенциалов. Принцип наложения. Метод эквивалентного генератора.
5. Активная, реактивная и полная мощности.
6. Комплексная мощность. Баланс мощности в цепи синусоидального тока. Измерение мощности в цепи переменного тока.
7. Передача мощности от активного двухполюсника в нагрузку, согласование нагрузки.
8. Явление взаимной электромагнитной индукции. Взаимная индуктивность.
9. Индуктивно связанные катушки. Определение согласного и встречного включений катушек, одноименные выводы.
10. Расчет цепей при наличии в них индуктивно связанных катушек. Развязывание индуктивно связанных цепей.
11. Последовательное и параллельное соединение магнито-связанных катушек.
12. Получения вращающегося магнитного поля. Принципы действия асинхронного и синхронного двигателей.
13. Разложение периодических несинусоидальных токов и напряжений в ряд Фурье.
14. Свойства разложений для несинусоидальных функций, обладающих симметрией. Мощность в цепи несинусоидального тока.
15. Расчет электрических цепей при несинусоидальных источниках.
16. Нелинейные элементы электрических цепей, их классификация. Характеристики нелинейных элементов.
17. Нелинейные элементы в цепях переменного тока. Понятие об управляемых нелинейных элементах. Определение и классификация четырехполюсников. Уравнения пассивного четырехполюсника.
18. Понятие и свойства взаимного четырехполюсника. Определение

коэффициентов четырехполюсника.

19. Характеристика переходных процессов в электрических цепях.
20. Законы коммутации. Классический метод расчета переходных процессов. Преобразование Лапласа.
21. Функции времени и их изображения. Операторный метод расчета переходных процессов.
22. Обобщенные законы коммутации. Расчет переходных процессов при воздействии сложной формы (интеграл Дюамеля).
23. Определение и эквивалентная схема цепи с распределенными параметрами. Первичные параметры.
24. Дифференциальные уравнения длинной линии. Установившийся режим в длинной линии при синусоидальных токах и напряжениях.
25. Уравнения длинной линии в комплексной форме. Волны в длинной линии. Вторичные параметры.
26. Электростатическое поле: напряженность и потенциал, закон Кулона, теорема Гаусса, уравнения Пуассона и Лапласа, граничные условия.
27. Энергия электрического поля.
28. Магнитное поле постоянных токов: напряженность и индукция, закон полного тока, закон Био-Савара-Лапласа, граничные условия.
29. Сила взаимодействия проводников с токами. Энергия магнитного поля. Расчет индуктивностей системы проводников.
30. Электромагнитное поле. Основные положения теории Максвелла.

## **2. Рабочая учебная программа дисциплины «Электрические машины»**

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

### **Задачи изучения дисциплины:**

знакомство с конструкцией и принципом действия электрических машин и трансформаторов,

изучение физической сущности процессов, происходящих при различных режимах работы,

изучение особенностей различного рода электрических машин, трансформаторов и их эксплуатационных свойств.

### **Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине (знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

#### **Слушатель должен знать:**

общие вопросы теории электромеханического преобразования энергии и тенденции развития электрических машин;

конструктивные исполнения, параметры и режимы работы электрических машин, основные характеристики электрических двигателей, генераторов и преобразователей, эксплуатационные требования к ним;

электрические машины и их рабочие процессы.

#### **Слушатель должен уметь:**

рассчитывать и анализировать параметры и основные характеристики электрических машин и трансформаторов применительно к потребностям агропромышленного комплекса;

решать задачи, возникающие в процессе эксплуатации электромеханических преобразователей энергии;

обосновывать параметры и режимы работы электрических машин.

#### **Слушатель должен владеть:**

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.

### **Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Электрические машины» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК),

соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин (ПК-2);

готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);

готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

способностью анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ (ПК-13);

готовностью систематизировать и обобщать информацию формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-15).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Электрические машины» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

#### **Форма аттестации по дисциплине**

Форма аттестации по модулю - экзамен

Оценка выставляется по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно»).

#### **Учебно-тематический план дисциплины «Электрические машины»**

п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Трансформаторы.	18	10	8	Устный опрос
2	Асинхронные машины.	18	8	10	Устный опрос
3	Синхронные машины.	18	8	10	Устный опрос
4	Машины постоянного тока	20	10	10	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>74</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>экзамен</b>

## Содержание программы «Электрические машины»

### 1. 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.

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 уравнительных 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.

## **2. 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 короткого 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". Регулирующие 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.

### **3. 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.

### **4. 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 электрическая 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. Магнетогидродинамический 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.

### **Список литературы:**

#### **Нормативные правовые акты.**

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

#### Основная литература

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>

2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>

3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>

4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>

5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>

6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, - 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

#### Дополнительная литература

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>

2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>

3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России  
<http://opendata.mcx.ru/opendata/>
2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик»  
<http://www.garant.ru>
3. Информационно-справочная правовая система «Консультант Плюс»  
<http://www.consultant.ru/>
4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики.  
<http://sml.gks.ru/>
5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования  
<https://elibrary.ru/>
6. Базы данных: Электронно-библиотечная система «AgriLib»  
<http://www.ebs.rgazu.ru/>
7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)
8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

#### **Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:**

1. Области применения и конструкции трансформаторов.
2. Назначение, области применения, принцип действия и номинальные данные трансформаторов.
3. Устройство магнитных систем, обмоток, баков и других элементов конструкции трансформаторов.
4. Процессы в трансформаторе при холостом ходе.
5. Процессы в трансформаторе при нагрузке.
6. Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке.
7. Схемы и группы соединения трансформаторов.
8. Параллельная работа трансформаторов.
9. Автотрансформаторы. Конструктивные особенности и схемы автотрансформаторов. Преимущества и недостатки автотрансформаторов по сравнению с обычными трансформаторами. Области применения.
10. Многообмоточные трансформаторы. Области применения трансформаторов.
11. Несимметричные режимы трансформаторов. Работа трансформатора с различными схемами соединения обмоток при несимметричной нагрузке.
12. Переходные процессы в трансформаторах. Особенности работы трансформатора при переходном процессе.
13. Трансформаторы специального назначения.

14. Измерительные трансформаторы.
15. Трансформаторы для преобразования частоты и числа фаз.
16. Трансформаторы с плавным регулированием напряжения.
17. Трансформаторы для дуговой электросварки.
18. Трансформаторы для выпрямительных установок.
19. Режимы работы, области применения и конструкции асинхронных машин.
20. Назначение, области применения и принцип действия асинхронных машин.
21. Устройство активной части и конструктивных элементов. Исполнение асинхронных машин по степени защиты.
22. Векторная диаграмма и схемы замещения асинхронной машины.
23. Параметры асинхронной машины.
24. Круговая диаграмма и рабочие характеристики асинхронной машины. Энергетическая диаграмма.
25. Построение круговой диаграммы по данным опытов холостого хода и короткого замыкания.
26. Электромагнитный момент асинхронной машины.
27. Устойчивость работы асинхронного двигателя.
28. Механическая характеристика асинхронной машины.
29. Пуск и регулирование частоты вращения асинхронного двигателя.
30. Генераторный, тормозной и трансформаторный режимы работы асинхронной машины.
31. Работа асинхронного генератора в автономной системе.
32. Однофазный конденсаторный двигатель.
33. Трехфазный двигатель в схеме однофазного включения с конденсатором.
34. Асинхронные машины автоматических устройств.
35. Исполнительные двигатели. Тахогенератор. Сельсины. Поворотные трансформаторы.
36. Серии асинхронных двигателей и эксплуатационные требования. Характеристика единых серий: А и АО, А2 и АО2, 4А, АИ, РА, 5А и др. Обозначение типов двигателей.
37. Режимы работы, области применения и конструкции синхронных машин.
38. Назначение, области применения и принцип действия синхронных машин.
39. Особенности устройства явнополюсных и неявнополюсных синхронных машин.
40. Магнитное поле синхронной машины при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря.
41. Параметры синхронных машин в установившемся режиме и характеристики синхронного генератора, работающего на автономную нагрузку.

42. Индуктивные сопротивления явнополусной и неявнополусной синхронной машины.
43. Характеристика холостого хода, индукционная нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания.
44. Векторные диаграммы синхронных генераторов.
45. Характеристики синхронного генератора, работающего параллельно с сетью бесконечно большой мощности.
46. Переходные процессы в синхронных машинах.
47. Сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательностей синхронной машины.
48. Специальные синхронные машины.
49. Синхронные генераторы для дизель-генераторных установок.
50. Автомобильные и тракторные генераторы.
51. Индукторный генератор.
52. Шаговый, реактивный и гистерезисный двигатели.
53. Серии синхронных машин и эксплуатационные требования. Технические данные турбогенераторов, гидрогенераторов, генераторов общего назначения, синхронных компенсаторов и синхронных двигателей.
54. Режимы работы, области применения и конструкции машин постоянного тока.
55. Назначение, области применения и принцип действия машин постоянного тока.
56. Устройство активной части и конструктивных элементов.
57. Обмотки якорей машин постоянного тока.
58. Радиальная, развернутая и электрическая схемы обмоток. ЭДС обмотки якоря.
59. Электромагнитный момент.
60. Магнитное поле машины постоянного тока при холостом ходе и нагрузке. Реакция якоря.
61. Схемы возбуждения генераторов. Энергетическая диаграмма.
62. Характеристика холостого хода, нагрузочная, внешняя, регулировочная и характеристика короткого замыкания.
63. Параллельная работа генераторов.
64. Характеристики двигателей постоянного тока.
65. Энергетическая диаграмма. Механическая характеристика и устойчивость работы.
66. Энергетическая диаграмма. Рабочие характеристики. Механическая характеристика при различных способах возбуждения и устойчивость работы.
67. Специальные машины постоянного тока.
68. Универсальный коллекторный двигатель.
69. Исполнительные двигатели постоянного тока. Магнитогидродинамический генератор.
70. Тахогенератор.
71. Электромашинный усилитель.
72. Униполярный генератор.

### 3. Рабочая учебная программа дисциплины «Электротехнические материалы»

**Цель дисциплины** - формирование знаний о механических, тепловых, электрических и магнитных явлениях в материалах электроустановок; величинах, характеризующих эти явления; законах, которым они подчиняются; методах научного познания природы.

#### **Задачи изучения дисциплины:**

получение слушателями представления о физических явлениях, определяющих свойства и особенности диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов электрооборудования;

получение слушателями знаний о количественных параметрах, используемых при выборе материалов электроустановок; видах диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов, применяемых в конструкциях электрических аппаратов и машин.

#### **Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине (знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

##### **Слушатель должен знать:**

основные термины и понятия в области материалов электрооборудования; основные физические явления и эффекты в электротехнических материалах;

принципы работы типовых измерительных приборов для измерения параметров электрооборудования;

типы и виды диэлектрических, проводниковых, полупроводниковых и магнитных материалов.

##### **Слушатель должен уметь:**

описывать и объяснять результаты наблюдений и экспериментов с электротехническими материалами;

приводить примеры опытов с материалами, где наблюдения и эксперимент служат основой для выдвижения гипотез и построения научных теорий;

описывать опыты, оказавшие существенное влияние на развитие электроматериаловедения;

применять полученные знания для решения физических и электротехнических задач.

##### **Слушатель должен владеть:**

методами измерения и контроля качества электротехнических материалов для сервисно-эксплуатационной деятельности;

навыками использования приобретенных знаний и умений в практической работе с электротехническими материалами и для сервисно-эксплуатационной деятельности в сельском хозяйстве.

### **Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Электротехнические материалы» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);

готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);

готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы (ПК-6);

готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции (ПК-11).

способностью анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ (ПК-13).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Электротехнические материалы» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

### **Форма аттестации по дисциплине**

Форма аттестации по модулю - зачет

Оценка выставляется по двухбалльной («зачтено», «не зачтено») системе.

### **Учебно-тематический план дисциплины «Электротехнические материалы»**

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Электротехнические материалы на основе металлов.	10	6	4	Устный опрос
2	Проводниковые материалы.	10	4	6	Устный опрос
3	Полупроводниковые материалы.	8	4	4	Устный опрос
4	Электроизоляционные материалы.	8	4	4	Устный опрос
5	Магнитные материалы.	8	4	4	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>44</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>зачет</b>

## Содержание программы «Электротехнические материалы»

### 1. **Электротехнические материалы на основе металлов.**

Назначение, классификация, области применения и требования к электротехническим материалам. Кристаллическое строение металлов и их дефекты. Механические свойства электротехнических материалов и основные методы их определения.

Строение простых материалов. Гомеоплярная (ковалентная), гетероплярная (ионная), металлическая и молекулярная связь веществ. Энергетические зоны и уровни металлических твердых тел..

### 2. **Проводниковые материалы.**

Классификация проводниковых материалов. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов. Контактные явления в проводниках.

Свойства проводниковой меди и алюминия. Сверхпроводящие металлы и сплавы электроустановок. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар.

Свойства тугоплавких металлов. Благородные металлы и припой. Металлы со средним значением температуры плавления. Неметаллические проводящие материалы.

### 3. **Полупроводниковые материалы.**

Основные физические явления и свойства кремния, германия и карбида кремния. Области применения полупроводниковых материалов.

### 4. **Электроизоляционные материалы.**

Механизмы поляризации и классификация диэлектриков по механизмам. Влияние агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость.

Токи смещения в диэлектриках. Электропроводимость газов и жидких диэлектриков. Электропроводимость твердых диэлектриков. Поверхностная электропроводимость твердых диэлектриков.

Эквивалентные схемы диэлектриков. Виды диэлектрических потерь. Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества.

Пробой газов. Пробой жидких и твердых диэлектриков. Электрохимический и поверхностный пробой материалов.

Строение и свойства полимеров. Линейные полимеры. Пластмассы, пластики и ситаллы. Керамические материалы.

### 5. **Магнитные материалы.**

Классификация веществ по магнитным свойствам. Природа ферромагнитного состояния материалов. Процессы перемагничивания ферромагнетиков. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков.

Поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях. Применение магнитомягких материалов. Специальные магнитомягкие высокочастотные материалы. Свойства магнитотвердых материалов.

Основные направления совершенствования электроизоляционных, полупроводниковых, проводниковых и магнитных материалов в сельском хозяйстве.

### **Список литературы:**

#### **Нормативные правовые акты.**

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министерством образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

#### **Основная литература**

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>

2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>

3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>

4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>

5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>

6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, - 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

#### Дополнительная литература

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>

2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>

3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России <http://opendata.mcx.ru/opendata/>

2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>

3. Информационно-справочная правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru/>

4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики. <http://sml.gks.ru/>

5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования <https://elibrary.ru/>

6. Базы данных: Электронно-библиотечная система «AgriLib» <http://www.ebs.rgazu.ru/>

7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)

8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

#### **Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:**

1. Назначение, классификация, области применения и требования к электротехническим материалам.

2. Кристаллическое строение металлов и их дефекты.

3. Механические свойства электротехнических материалов и основные методы их определения.

4. Строение простых материалов.

5. Гомеополярная (ковалентная), гетерополярная (ионная), металлическая и молекулярная связь веществ.
6. Энергетические зоны и уровни металлических твердых тел.
7. Классификация проводниковых материалов.
8. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников.
9. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов.
10. Контактные явления в проводниках.
11. Свойства проводниковой меди и алюминия.
12. Сверхпроводящие металлы и сплавы электроустановок.
13. Сплавы высокого сопротивления и сплавы для термопар.
14. Свойства тугоплавких металлов.
15. Благородные металлы и припой.
16. Металлы со средним значением температуры плавления.
17. Неметаллические проводящие материалы.
18. Основные физические явления и свойства кремния, германия и карбида кремния.
19. Области применения полупроводниковых материалов.
20. Механизмы поляризации и классификация диэлектриков по механизмам.
21. Влияние агрегатного состояния на диэлектрическую проницаемость.
22. Токи смещения в диэлектриках.
23. Электропроводимость газов и жидких диэлектриков.
24. Электропроводимость твердых диэлектриков.
25. Поверхностная электропроводимость твердых диэлектриков.
26. Эквивалентные схемы диэлектриков.
27. Виды диэлектрических потерь.
28. Диэлектрические потери в зависимости от агрегатного состояния вещества.
29. Пробой газов. Пробой жидких и твердых диэлектриков.
30. Строение и свойства полимеров.
31. Линейные полимеры.
32. Пластмассы, пластики и ситаллы. Керамические материалы.
33. Классификация веществ по магнитным свойствам.
34. Природа ферромагнитного состояния материалов.
35. Процессы перемагничивания ферромагнетиков.
36. Влияние температуры на магнитные свойства ферромагнетиков.
37. Поведение ферромагнетиков в переменных магнитных полях.
38. Специальные магнитомягкие высокочастотные материалы.
39. Свойства магнитотвердых материалов.
40. Основные направления совершенствования электроизоляционных, полупроводниковых, проводниковых и магнитных материалов в сельском хозяйстве.

#### 4. Рабочая учебная программа дисциплины «Электрические сети»

**Цель дисциплины** - формирование знаний, умений и навыков в области анализа и расчета электрических сетей.

**Задачи изучения дисциплины:**

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

**Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине  
(знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

**Слушатель должен знать:**

- теоретические основы анализа электрических сетей;
- теоретические основы функционирования электрических сетей;
- техническое обеспечение электрических сетей;
- теоретические основы анализа электрических сетей;
- стандарты, технические условия и другие нормативные документы в области проектирования электрических сетей.

**Слушатель должен уметь:**

- подобрать необходимую методику расчета режима электрической сети;
- организовать надежную работу электрических сетей;
- использовать технические средства в профессиональной деятельности;
- рассчитывать и оценивать условия и последствия принимаемых организационно управленческих решений;
- определять соответствие разрабатываемых проектов стандартам и нормативным документам.

**Слушатель должен владеть:**

- навыками расчета режимов электрических сетей;
- навыками расчета режимов электрических сетей с учетом надежности работы;
- навыками работы с техническими средствами электрических сетей;
- навыками работы со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами в области проектирования электрических сетей.

**Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Электрические сети» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

- готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);
- способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);

готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Электрические сети» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

#### **Форма аттестации по дисциплине**

Форма аттестации по модулю - экзамен

Оценка выставляется по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно»).

#### **Учебно-тематический план дисциплины**

##### **«Электрические сети»**

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Графики нагрузок, конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов электрических сетей.	24	12	12	Устный опрос
2	Моделирование и анализ режимов работы электрических сетей.	22	10	12	Устный опрос
3	Регулирование напряжения и частоты в электрических сетях.	22	12	10	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>	<b>экзамен</b>

#### **Содержание программы**

##### **«Электрические сети»**

#### **1. Графики нагрузок, конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов электрических сетей.**

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

#### **2. 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.

### 3. 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.

#### Список литературы:

##### Нормативные правовые акты.

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министерством образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

##### Основная литература

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>

2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>

3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>

4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>

5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>

6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, - 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

#### Дополнительная литература

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>

2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>

3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России <http://opendata.mcsc.ru/opendata/>

2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>

3. Информационно-справочная правовая система «Консультант Плюс» <http://www.consultant.ru/>

4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики. <http://sml.gks.ru/>

5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования <https://elibrary.ru/>

6. Базы данных: Электронно-библиотечная система «AgriLib» <http://www.ebs.rgazu.ru/>

7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)

8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

## Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:

1. Понятие и определение электрической сети.
2. Классификация электрических сетей.
3. Графики нагрузок, основные величины и показатели графиков электрических нагрузок.
4. Конструкции воздушных линий.
5. Конструкции кабельных линий.
6. Статические характеристики электрических нагрузок.
7. Способы моделирования нагрузки.
8. Параметры и схемы замещения линий электропередачи.
9. Параметры и схемы замещения силовых трансформаторов.
10. Потери мощности и энергии в линиях и трансформаторах.
11. Падение и потеря напряжения в ветвях электрической сети.
12. Расчет режима элемента электрической сети.
13. Расчет электрической сети магистрального типа.
14. Расчет простых замкнутых сетей.
15. Расчет режимов сложно замкнутых сетей.
16. Баланс активных мощностей и его связь с частотой.
17. Баланс реактивных мощностей и его связь с напряжением.
18. Регулирование напряжения на подстанциях.
19. Регулирование напряжения в линиях, компенсация реактивной мощности.
20. Регулирование частоты в ЭЭС.

## **5. Рабочая учебная программа дисциплины «Монтаж электрического оборудования»**

**Цель дисциплины** - приобретение слушателями знаний, умений и навыков в области организационных и практических вопросов проведения монтажных работ и испытания оборудования на предприятиях.

### **Задачи изучения дисциплины:**

освоение слушателями теоретических знаний об электрических режимах электротехнологических установок;

приобретение навыков и умений самостоятельного выполнять монтаж электрооборудования и средств автоматизации.

### **Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине (знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

#### **Слушатель должен знать:**

требования государственных стандартов, правил, норм монтажа электрооборудования, силовых и осветительных сетей, средств автоматики;

принцип действия, назначение и область применения электрооборудования;

основные законы распределения и движения энергии;

основные средства монтажа, используемые в производстве;

технические и эксплуатационные характеристики основных элементов и систем электроснабжения.

способы проведения экспериментальных исследований электрооборудования.

применять лабораторное и диагностическое оборудование при проведении экспериментальных исследованиях электрооборудования.

#### **Слушатель должен уметь:**

выполнять и читать электрические схемы, проектно-сметную документацию по силовым и вторичным цепям, распределительным устройствам и освещению;

использовать действующие нормативные правовые документы, нормы и регламенты в инженерно-технической деятельности в агропромышленном комплексе;

оформлять специальные документы для осуществления профессиональной деятельности с учетом нормативных правовых актов;

разрабатывать монтажные схемы электрооборудования;

применять лабораторное и диагностическое оборудование при проведении экспериментальных исследованиях электрооборудования.

#### **Слушатель должен владеть:**

методиками расчета основных электрических параметров для выбора электрического и электротехнологического оборудования;

методами поиска и анализа нормативных правовых документов, регламентирующих различные аспекты профессиональной деятельности;

навыками выбора и расчета технических средств монтажа, используемых в производстве;  
методами проведения экспериментальных исследований электрооборудования.

**Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Монтаж электрического оборудования» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

готовностью к участию в проведении исследований рабочих и технологических процессов машин (ПК-2);

готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);

способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);

готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

готовностью к профессиональной эксплуатации машин и технологического оборудования и электроустановок (ПК-8);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и автоматизированных технологических процессов, непосредственно связанных с биологическими объектами (ПК-10);

способностью использовать технические средства для определения параметров технологических процессов и качества продукции (ПК-11).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Монтаж электрического оборудования» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

**Форма аттестации по дисциплине**

Форма аттестации по модулю - зачет

Оценка выставляется по двухбалльной («зачтено», «не зачтено») системе.

**Учебно-тематический план дисциплины  
«Монтаж электрического оборудования»**

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Общие вопросы монтажа электрооборудования.	6	2	4	Устный опрос
2	Монтаж внутренней и наружной электропроводок.	4	2	2	Устный опрос
3	Монтаж осветительных электроустановок.	4	2	2	Устный опрос
4	Монтаж электродвигателей.	4	2	2	Устный опрос
5	Монтаж кабельных линий.	4	2	2	Устный опрос
6	Монтаж средств автоматизации.	4	2	2	Устный опрос
7	Молниезащита электрооборудования и средств автоматизации.	4	2	2	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>зачет</b>

**Содержание программы  
«Монтаж электрического оборудования»**

**1. Общие вопросы монтажа электрооборудования.**

Классификация электроустановок и электропомещений. Классификация электрооборудования. Область применения электрооборудования. Общие сведения о материалах и изделиях применяемых при монтаже. Электроизоляционные материалы. Проводниковые и конструкционные материалы. Инструменты и специальное оборудование для монтажа и ремонта электрооборудования. Техническое нормирование. Требования при проведении электромонтажных работ.

**2. Монтаж внутренней и наружной электропроводок.**

Виды электропроводок и область применения. Общие требования. Выбор вида электропроводки и способа их прокладки. Открытые электропроводки. Скрытые электропроводки. Электропроводки в чердачных помещениях.

Наружные электропроводки. Монтаж электропроводок. Монтаж электропроводок на элементах зданий. Тросовые и струнные проводки. Электропроводки в трубах. Монтаж электропроводок на лотках и в коробах. Особенности монтажа во взрывоопасных зонах. Монтаж токопроводов. Контактные соединения. Опрессование. Пайка. Термическая сварка. Электросварка контактным разогревом. Газовая сварка.

**3. Монтаж осветительных электроустановок.**

Общие сведения. Требования, предъявляемые к электроосветительным установкам. Монтаж светильников и приборов. Монтаж распределительных устройств осветительных установок.

#### **4. Монтаж электродвигателей.**

Общие сведения. Подготовительные работы. Опорные основания под двигатели. Сборка и установка электродвигателей. Центровка валов электродвигателей. Подключение проводов питания, зануление и заземление двигателей. Включение электродвигателя после монтажа.

#### **5. Монтаж кабельных линий.**

Общие сведения. Раскатка кабелей. Прокладка кабелей в траншеях. Прокладка кабелей в каналах. Прокладка кабелей в туннелях, галереях, эстакадах. Соединение силовых бронированных кабелей. Разделка кабеля. Соединение силовых гибких кабелей. Соединение контрольных кабелей. Защита металлических оболочек кабеля от коррозии. Ввод кабельной линии в эксплуатацию.

#### **6. Монтаж средств автоматизации.**

Аппаратура управления электродвигателями. Монтаж аппаратов управления. Монтаж магнитных пускателей. Техника безопасности при монтаже электрических машин и аппаратов.

#### **7. Молниезащита электрооборудования и средств автоматизации.**

Защитное заземление. Естественные и искусственные заземлители. Заземляющие проводники. Заземление элементов электроустановок. Монтаж заземления и зануления. Монтаж внутренней сети заземления. Монтаж устройств выравнивания электрических потенциалов. Проектная документация на монтаж заземления. Проверка и подготовка приемо-сдаточной документации.

### **Список литературы:**

#### **Нормативные правовые акты.**

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

### **Основная литература**

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>

2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>

3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>

4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>

5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>

6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, – 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

### **Дополнительная литература**

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>

2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>

3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России <http://opendata.mcsx.ru/opendata/>

2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>

3. Информационно-справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>

4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики.  
<http://sml.gks.ru/>
5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования <https://elibrary.ru/>
6. Базы данных: Электронно-библиотечная система «AgriLib»  
<http://www.ebs.rgazu.ru/>
7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)
8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

### **Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:**

1. Классификация электроустановок и электропомещений.
2. Классификация электрооборудования.
3. Область применения электрооборудования.
4. Общие сведения о материалах и изделиях применяемых при монтаже.
5. Электроизоляционные материалы.
6. Проводниковые и конструкционные материалы.
7. Инструменты и специальное оборудование для монтажа и ремонта электрооборудования.
8. Техническое нормирование.
9. Требования при проведении электромонтажных работ.
10. Монтаж внутренней и наружной электропроводок. Виды электропроводок и область применения. Общие требования.
11. Выбор вида электропроводки и способа их прокладки.
12. Открытые электропроводки.
13. Скрытые электропроводки.
14. Электропроводки в чердачных помещениях.
15. Наружные электропроводки.
16. Монтаж электропроводок.
17. Монтаж электропроводок на элементах зданий.
18. Тросовые и струнные проводки.
19. Электропроводки в трубах.
20. Монтаж электропроводок на лотках и в коробах.
21. Особенности монтажа во взрывоопасных зонах
22. Монтаж токопроводов. Контактные соединения. Опрессование. Пайка.
23. Термическая сварка. Электросварка контактным разогревом. Газовая сварка.
24. Монтаж осветительных электроустановок. Общие сведения.
25. Требования, предъявляемые к электроосветительным установкам.
26. Монтаж светильников и приборов.
27. Монтаж распределительных устройств осветительных установок.
28. Монтаж электродвигателей. Общие сведения.

29. Подготовительные работы. Опорные основания под двигатели.
30. Сборка и установка электродвигателей. Центровка валов электродвигателей.
31. Подключение проводов питания, зануление и заземление двигателей. Включение электродвигателя после монтажа.
32. Монтаж кабельных линий. Общие сведения.
33. Раскатка кабелей. Прокладка кабелей в траншеях.
34. Прокладка кабелей в каналах. Прокладка кабелей в туннелях, галереях, эстакадах.
35. Соединение силовых бронированных кабелей. Разделка кабеля.
36. Соединение силовых гибких кабелей. Соединение контрольных кабелей. Защита металлических оболочек кабеля от коррозии.
37. Ввод кабельной линии в эксплуатацию.
38. Монтаж средств автоматизации. Аппаратура управления электродвигателями.
39. Монтаж аппаратов управления. Монтаж магнитных пускателей.
40. Техника безопасности при монтаже электрических машин и аппаратов.
41. Молниезащита электрооборудования и средств автоматизации. Защитное заземление.
42. Естественные и искусственные заземлители. Заземляющие проводники. Заземление элементов электроустановок.
43. Монтаж заземления и зануления.
44. Монтаж внутренней сети заземления. Монтаж устройств выравнивания электрических потенциалов.
45. Проектная документация на монтаж заземления. Проверка и подготовка приемо-сдаточной документации.

## **6. Рабочая учебная программа дисциплины «Эксплуатация электрического оборудования»**

**Цель дисциплины** - формирование у слушателей знаний и умений в области эксплуатации электрооборудования народнохозяйственных объектов и бытового назначения, умений работать с технической документацией, применять полученные знания при решении производственных задач.

### **Задачи изучения дисциплины:**

приобретение слушателями знаний в вопросах эксплуатации электрооборудования народнохозяйственных объектов;

формирование теоретических и практических навыков у слушателей в решении практических задач, связанных с эксплуатацией электрооборудования народнохозяйственных объектов;

приобретение навыков в проведении наладки, регулировок и проверке электрического и электромеханического оборудования.

### **Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине (знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

#### **Слушатель должен знать:**

способы и единицы измерения электротехнических величин и констант;  
конструкцию, технические характеристики, область применения, правила эксплуатации электрического и электромеханического оборудования народнохозяйственных объектов;

принципы организации технической эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

особенности эксплуатационных требований, предъявляемых к электрооборудованию.

#### **Слушатель должен уметь:**

выбирать тип электроизмерительного прибора;  
измерять электрические сопротивления и сопротивление заземляющих устройств, мощность и энергию электрического тока;

организовывать и выполнять работы по эксплуатации электрооборудования;

проводить анализ состояния электрооборудования и условий эксплуатации;

обеспечивать требуемые условия эксплуатации электрического и электромеханического оборудования;

организовывать и выполнять наладку, регулировку и проверку электрического и электромеханического оборудования;

оценивать эффективность работ электрического и электромеханического оборудования;

осуществлять технический контроль при эксплуатации электрического и электромеханического оборудования.

**Слушатель должен владеть:**

навыками использования основных физических и математических законов и принципов в области электрических измерений;

приемами правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной технической лаборатории;

навыками организации проведения наладочных, ремонтных и профилактических работ;

навыками определения технического состояния и остаточного ресурса оборудования;

навыками проведения испытаний, наладки и сдачи в эксплуатацию электрооборудования.

**Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Эксплуатация электрического оборудования» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

готовностью изучать и использовать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследований (ПК-1);

способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);

готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

способностью использовать современные методы монтажа, наладки машин и установок, поддержания режимов работы электрифицированных и

способностью организовать работу исполнителей, находить и принимать решения в области организации и нормирования труда (ПК-12);

способностью анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ (ПК-13);

способностью проводить стоимостную оценку производственных ресурсов и применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-14);

готовностью систематизировать и обобщать информацию формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-15).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Эксплуатация электрического оборудования» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

**Форма аттестации по дисциплине**

Форма аттестации по модулю - зачет

Оценка выставляется по двухбалльной («зачтено», «не зачтено») системе.

**Учебно-тематический план дисциплины  
«Эксплуатация электрического оборудования»**

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Эксплуатация машин и технологического оборудования и электроустановок.	18	8	10	Устный опрос
2.	Эксплуатация электрических внутрицеховых сетей и освещения.	16	8	8	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>зачет</b>

**Содержание программы  
«Эксплуатация электрического оборудования»**

**1. Эксплуатация машин и технологического оборудования и электроустановок.**

Задачи рациональной эксплуатации электрохозяйства и значение ее для выполнения промышленным предприятием производственной программы. Управление электрохозяйством промышленного предприятия. Лица, ответственные за эксплуатацию электрооборудования, требования к ним. Основные обязанности лиц ответственных за эксплуатацию электрооборудования. Порядок приемки и сдачи смены дежурного персонала.

Порядок приемки в эксплуатацию смонтированных электроустановок. Состав приемочных комиссий и порядок их работы. Приемно-сдаточные испытания. Составление актов приемки.

Показатели технического уровня эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования; нормативная база технической эксплуатации; техническая документация; обеспечение надежной работы электрооборудования.

Диагностика электрооборудования и определение его ресурсов, прогнозирование отказов и обнаружение дефектов; пути и средства повышения долговечности электрооборудования; отраслевая нормативно-техническая документация.

Материально-техническое обеспечение. Ресурсо - и энергосберегающие технологии эксплуатации и обслуживания электрического и электромеханического оборудования.

Объем и последовательность приемки в эксплуатацию вновь смонтированного электропривода и заземляющего устройства. Нормы, объем и методы приемно-сдаточных и профилактических испытаний электроприводов и пускорегулирующей аппаратуры. Контроль за нагрузкой и температурой электродвигателей. Максимально допустимая температура нагрева отдельных частей электродвигателей. Допустимые отклонения величины напряжения от номинального значения.

Обслуживание электродвигателей. Основные неисправности электродвигателей переменного и постоянного тока, их обнаружение и устранение. Предельные величины зазоров в подшипниках, уход за

подшипниками. Допустимая вибрация подшипников электродвигателей. Правила смены и заливки масел в подшипниках. Уход за контактными кольцами; за коллектором и щетками. Типы и порядок выбора щеток.

Уход за контакторами и магнитными пускателями. Основные элементы пускорегулирующей аппаратуры, подлежащие контролю при осмотрах. Основные Положения ПТЭЭП по эксплуатации и обслуживании электроаппаратов приводов и электрических машин. Проверка схем электроприводов на функционирование.

Действующая нормативно-техническая документация. Порядок приемки в эксплуатацию смонтированных электроустановок. Состав приемочных комиссий и порядок их работ. Приемосдаточные испытания. Составление актов приемки. Организация обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования. Материально-техническое обеспечение. Организация планово-предупредительного ремонта. Ресурсно и энергосберегающие технологии эксплуатации обслуживания электрического и электромеханического оборудования.

## **2. Эксплуатация электрических внутрицеховых сетей и освещения.**

Особенности организации и приемки в эксплуатацию воздушных и кабельных электросетей, осветительных установок после монтажа. Нормы и объемы приемосдаточных испытаний.

Основные элементы электрических сетей, подлежащих контролю в процессе эксплуатации. Организация и объем осмотров, ремонтов и испытаний.

Эксплуатация осветительных сетей и установок. Организация, периодичность осмотра и ремонта осветительных установок. Контроль температуры проводов. Чистка светильников и арматуры. Смена ламп. Измерение освещенности. Особенности эксплуатации газоразрядных ламп. Смена ламп и предохранителей. Особенности эксплуатации осветительных установок во взрывоопасных зонах. Защита осветительных сетей. Контроль заземления и зануления.

Техника безопасности при эксплуатации и обслуживании внутренних электрических сетей и осветительных установок.

Объем и нормы приемосдаточных испытаний внутрицеховых электрических сетей и осветительных установок.

Эксплуатация осветительных сетей и установок. Периодичность осмотров, ремонтов и испытаний. Контроль температуры проводов. Чистка светильников и арматуры. Смена ламп. Особенности эксплуатации осветительных установок в пожароопасных и взрывоопасных зонах. Техника безопасности при эксплуатации осветительных установок.

Вводно-распределительные устройства и коммутационное оборудование. Устройство защитного отключения (УЗО). Автоматы дифзащиты. Электрическая проводка многоквартирного дома. Объем, сроки и нормы проведения профилактических испытаний кабельных линий. Обнаружения дефектов. Определение мест повреждения. Правила эксплуатации.

периодичность и объем осмотров, контроль за нагрузкой и температурой кабельных линий.

Допустимая температура нагрева, допустимые токовые перегрузки. Диагностика, прогнозирования отказов. Техника безопасности при эксплуатации кабельных линий.

### **Список литературы:**

#### **Нормативные правовые акты.**

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

#### **Основная литература**

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>

2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>

3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>

4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>

5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>

6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, - 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

#### **Дополнительная литература**

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>

2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>

3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России <http://opendata.mcx.ru/opendata/>

2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>

3. Информационно-справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>

4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики. <http://sml.gks.ru/>

5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования <https://elibrary.ru/>

6. Базы данных: Электронно-библиотечная система "AgriLib" <http://www.ebs.rgazu.ru/>

7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)

8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

## Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:

1. Условия эксплуатации электрооборудования в н.-х. производстве.
2. Основы рационального выбора электрооборудования в народном хозяйстве.
3. Использование электрооборудования в н.-х. производстве.
4. Оценка параметров эксплуатационной надежности электрооборудования и средств автоматики.
5. Способы и средства диагностирования электрооборудования в нормативных и аварийных режимах работы н.-х. электроустановок.
6. Наладка электрооборудования.
7. Испытание электрооборудования.
8. Техническое обслуживание электрооборудования.
9. Текущий ремонт электрооборудования.
10. Технология капитального ремонта электрооборудования.
11. Вывод электрооборудования в текущий ремонт.
12. Составление годового графика согласно ППРЭсх-2003 планово-предупредительного ремонта электроустановок.
13. Электротехническая служба в н.-х. производстве.
14. Ремонтно-обслуживающая база.
15. Проектирование и анализ деятельности электротехнической службы в н.-х. производстве.
16. Эксплуатация ВЛ-0,4.
17. Эксплуатация кабельных линий.
18. Эксплуатация внутренних электропроводок в кабельных каналах.
19. Эксплуатация электропроводок в трубах.
20. Эксплуатация электропроводок на тросовой подвеске.
21. Эксплуатация светильников с лампами накаливания.
22. Эксплуатация люминесцентных светильников.
23. Эксплуатация силовых электрических сборок СП-7.
24. Эксплуатация транспортеров раздачи кормов ТВК-3.
25. Эксплуатация транспортеров уборки навоза ТСН-3Б.
26. Эксплуатация электроталей.
27. Эксплуатация электронасосной установки поения животных.
28. Эксплуатация электроустановок в свиарнике.
29. Эксплуатация электроустановок в телятнике.
30. Эксплуатация электроустановок в коровниках.
31. Эксплуатация электроустановок в кормоцехе КРК-1,5 для коровника на 200 голов.
32. Эксплуатация электроустановок птичника на 30 000 бройлеров.
33. Эксплуатация пневмонасоса доения коров.
34. Эксплуатация электрокалориферной установки СФОА-40.
35. Эксплуатация 3-х фазной системы электронагревателя воды ВЭТ-200.
36. Эксплуатация источников инфракрасного обогрева ИКЗК-250 в свиарнике-маточнике.

37. Эксплуатация установки ИКУФ-1М в свиарнике маточнике.
38. Устройство, работа и эксплуатация системы внутреннего заземления и зануления.
39. Эксплуатация устройств электробезопасности электродвигателей и пусковых электроаппаратов.
40. Эксплуатация асинхронных электродвигателей.
41. Принципиальная электрическая схема подключения к 3-х фазной сети двигателя.
42. Эксплуатация групп с электропроводкой от силовых сборок до электроаппаратов электродвигателей.
43. Эксплуатация нереверсивных магнитных пускателей.
44. Эксплуатация рубильников и предохранителей.
45. Эксплуатация автоматических выключателей АП-50.
46. Расчет и выбор по ПУЭ сечения электрических проводов.
47. Эксплуатация трансформаторных установок и ВЛ-0,4.

## **7. Рабочая учебная программа дисциплины «Проектирование систем электроснабжения»**

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

### **Задачи изучения дисциплины:**

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

### **Планируемые образовательные результаты по данной дисциплине (знания, умения, формируемые проф. компетенции)**

#### **Слушатель должен *знать*:**

физические процессы в электрических сетях переменного и постоянного тока, схемы замещения элементов электрических сетей;  
основные технико-экономические критерии разработки и оценивания вариантов развития электрической сети;  
закономерности графиков нагрузки производственных и бытовых потребителей;  
нормативные требования надежности и качества электроснабжения;  
современные модели и алгоритмы оптимизации параметров и структуры сети;  
современные методы и средства проектирования систем электроснабжения.

#### **Слушатель должен *уметь*:**

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;  
выполнять расчеты и принимать проектные решения.

Слушатель должен **владеть:**

навыками проведения инженерных расчетов электрических нагрузок, параметров схем замещения и режимов работы сети;

навыками применения 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: выбора схемы сети и номинальных напряжений; выбора сечения проводов и номинальной мощности трансформаторов; выбора аппаратов по условиям расчета токов КЗ; выбора устройств защиты;

навыками принятия решения по выбору проектного варианта;

навыками использования современных методов и средств проектирования систем электроснабжения.

### **Формируемые компетенции:**

Слушатель, освоивший программу дисциплины «Проектирование систем электроснабжения» должен обладать профессиональными компетенциями (ПК), соответствующими виду деятельности, на который ориентирована названная программа:

готовностью к обработке результатов экспериментальных исследований (ПК-3);

способностью осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования (ПК-4);

готовностью к участию в проектировании технических средств и технологических процессов производства, систем электрификации и автоматизации сельскохозяйственных объектов (ПК-5);

способностью использовать информационные технологии при проектировании машин и организации их работы (ПК-6);

готовностью к участию в проектировании новой техники и технологии (ПК-7);

способностью использовать типовые технологии технического обслуживания, ремонта и восстановления изношенных деталей машин и электрооборудования (ПК-9);

способностью анализировать технологический процесс и оценивать результаты выполнения работ (ПК-13);

способностью проводить стоимостную оценку производственных ресурсов и применять элементы экономического анализа в практической деятельности (ПК-14);

готовностью систематизировать и обобщать информацию формированию и использованию ресурсов предприятия (ПК-15).

**Место учебной дисциплины в программе** - дисциплина «Проектирование систем электроснабжения» входит в программу профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии».

## Форма аттестации по дисциплине

Форма аттестации по модулю - экзамен

Оценка выставляется по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно»).

### Учебно-тематический план дисциплины «Проектирование систем электроснабжения»

№ п/п	Наименование тем и разделов.	Всего часов	В том числе:		Форма контроля
			Лекция	Практика	
1	Математические модели систем электроснабжения и элементов электрических сетей.	20	10	10	Устный опрос
2	Основы проектирования развития электрических сетей и систем электроснабжения.	22	10	12	Устный опрос
3	Основы оптимизации параметров и режимов систем электроснабжения.	20	10	10	Устный опрос
	<b>Итого:</b>	<b>62</b>	<b>30</b>	<b>32</b>	<b>экзамен</b>

### Содержание программы «Проектирование систем электроснабжения»

#### 1. 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.

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

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

#### 3. 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.

## **Список литературы:**

### **Нормативные правовые акты.**

1. Методические рекомендации по разработке основных профессиональных образовательных программ и дополнительных профессиональных программ с учетом соответствующих профессиональных стандартов (утв. Министром образования и науки РФ Д.В. Ливановым, 22 января 2015 г. N ДЛ-1/05вн).

2. Профессиональный стандарт «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г. № 340н (в редакции приказа Минтруда России от 12.12.2016 № 727н), (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г. регистрационный № 32609).

3. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации трансформаторных подстанций и распределительных пунктов», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 17 апреля 2014 г. № 266н.

4. Профессиональный стандарт «Специалист по эксплуатации воздушных и кабельных муниципальных линий электропередачи», утвержденный приказом Министерством труда и социальной защиты Российской Федерации от 08 сентября 2014 г. № 620н.

5. ФГОС ВО по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (уровень специалитета) (Приказ Министерства образования и науки РФ от 11 августа 2016 г. N 1022).

### **Основная литература**

1. Юндин М.А. Токовая защита электроустановок: Учебное пособие. 2-е изд., испр. – СПб.: Издательство «Лань», 2011. – 288 с.: (Учебники для вузов. Специальная литература). <https://e.lanbook.com/book/1811>

2. Петрович В.П. Силовые преобразователи электрической энергии: учебное пособие / В.П. Петрович, Н.А. Воронина, А.В. Глазачев. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 240 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/824>

3. Костин В.Н. Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2004 – 184 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/895>

4. Тельманова Е.Д. Электрические и электронные аппараты: учеб. пособие. /Е.Д.Тельманова,– 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2010 г. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/851>

5. Прохоров С.Г., Хуснутдинов Р.А. Электрические машины: Учебное пособие: Для студентов заочного и очного обучения / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. унта, 2002. 140 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/855>

6. Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, - 93 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/897>

### **Дополнительная литература**

1. Усольцев А.А. Электрические машины/Учебное пособие. СПб: НИУ ИТМО, 2013, – 416 с. <http://ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/2502>
2. Калинин, В.Ф. К17 Теоретическая электротехника в электрооборудовании: учебное пособие / В.Ф. Калинин, В.М. Иванов. – Тамбов: Изд-во Тамб.гос.техн.унта, 2010. – 316 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/866>
3. Лиханов ВА, Лопатин ОП. 2008. Экологическая безопасность. ФГБОУ ВПО «Вятская ГСХА». 2008. – 126 с. <http://www.ebs.rgazu.ru/index.php?q=node/3269>

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

1. Информационные системы Минсельхоза России <http://opendata.mcx.ru/opendata/>
2. Информационно-справочная правовая система «Гарант-аналитик» <http://www.garant.ru>
3. Информационно-справочная правовая система «КонсультантПлюс» <http://www.consultant.ru/>
4. Базы данных: Федеральная служба государственной статистики. <http://sml.gks.ru/>
5. Базы данных: Российский индекс научного цитирования <https://elibrary.ru/>
6. Базы данных: Электронно-библиотечная система "AgriLib" <http://www.ebs.rgazu.ru/>
7. Операционная система Windows XP, Windows 7, Windows 10 для образовательных организаций (Подписка Microsoft Imagine Premium (renewal) в рамках соглашения №600798690 от 30.01.2018)
8. Офисное ПО из состава пакета Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 Pro и Std Корпоративная лицензия OLP (договор с ООО «Ритейл-сервис» №ГРС-000545 от 26.11.2014)

### **Примерные вопросы промежуточной аттестации по дисциплине:**

4. Схемы замещения линий электропередачи.
5. Схемы замещения силовых трансформаторов.
6. Схемы замещения автотрансформаторов.
7. Математические модели электрической нагрузки в узлах системы электроснабжения.
8. Модели компенсирующих устройств электрической сети.
9. Модели генерирующих устройств электрической сети.
10. Основы проектирования развития систем электроснабжения.
11. Основы проектирования развития электрических сетей.
12. Задачи проектирования электрических сетей.
13. Методы проектирования электрических сетей.

14. Стадии проектирования электрических сетей.
15. Техникоэкономические показатели.
16. Основы построения схем распределения электрической энергии.
17. Основы построения схем систем передачи электрической энергии.
18. Способы присоединения подстанций к электрической сети.
19. Принципы построения схем сельских распределительных сетей.
20. Критерии выбора оптимального варианта.
21. Выбор номинального напряжения сети.
22. Выбор конфигурации напряжения сети.
23. Выбор сечений проводников электропередач по условию экономичности.
24. Выбор сечений проводников электропередач по условию по допустимой потере напряжения.
25. Выбор сечений проводников электропередач по условию нагрева.
26. Выбор варианта электрической сети с учетом надежности электроснабжения потребителей.
27. Выбор варианта электрической сети с учетом требований экологии.
28. Основы оптимизации параметров систем электроснабжения.
29. Основы оптимизации режимов систем электроснабжения.
30. Задачи оптимизации.
31. Критерии оптимизации.
32. Подходы к оптимизации параметров линий электропередачи.
33. Оптимизация размещения средств компенсации реактивной мощности. Выбор устройств регулирования напряжения потоками мощности в электрической сети.
34. Выбор устройств управления потоками мощности в электрической сети.
35. Оптимизация проектных решений в распределительных электрических сетях.

## **Организационно-педагогические условия реализации программы**

### **Применяемые образовательные технологии, формы и методы обучения, в том числе интерактивные**

Методы обучения – система последовательных, взаимосвязанных действий, обеспечивающих усвоение содержания образования, развитие способностей слушателей, овладение ими средствами самообразования и самообучения; обеспечивают цель обучения, способ усвоения и характер взаимодействия преподавателя и слушателя; направлены на приобретение знаний, формирование умений, навыков, их закрепление и контроль.

При реализации данного модуля используются следующие методы:

- Монологический (изложение теоретического материала в форме монолога)
- Показательный (изложение материала с приемами показа)
- Диалогический (изложение материала в форме беседы с вопросами и ответами)
- Эвристический (частично поисковый) (под руководством преподавателя слушатели рассуждают, решают возникающие вопросы, анализируют, обобщают, делают выводы и решают поставленную задачу)
- Проблемное изложение (преподаватель ставит проблему и раскрывает доказательно пути ее решения)
- Исследовательский (слушатели самостоятельно добывают знания в процессе разрешения проблемы, сравнивая различные варианты ее решения)
- Программированный (организация аудиторной и самостоятельной работы слушателей осуществляется в индивидуальном темпе и под контролем специальных технических средств)

На интерактивных занятиях используются следующие формы групповой работы - «дискуссии», «работа в группах или в парах» и др. Выбор формы проведения конкретного занятия зависит от специфики изучаемой темы.

### **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по курсу, включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (в случаях, если они используются)**

В процессе обучения используются лицензионные программы: пакет офисных программ Microsoftoffice (Word, Excel, PowerPoint).

Информационные справочные системы, используемые для реализации модулей программы: Электронная библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.znanium.com>

В Смоленской ГСХА создан библиотечно-информационный комплекс (далее – БИК), который оснащен компьютерной техникой. Локальная сеть БИК интегрируется в общеакадемическую компьютерную сеть с выходом в Интернет, что позволяет слушателям обеспечивать возможность самостоятельной работы с информационными ресурсами on-line в читальных залах и медиатеках.

Электронные фонды БИК включают: электронную библиотеку Академии, лицензионные полнотекстовые базы данных на русском и иностранных языках, лицензионные правовые базы, универсальный фонд CD, DVD ресурсов, статьи, учебные пособия, монографии. Фонд дополнительной литературы, помимо учебной, включает справочно-библиографические и периодические издания.

Фонд отражен в электронном каталоге БИК и представлен на информационно-образовательном портале. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной библиотеке. Электронная библиотека обеспечивает одновременный доступ не менее 50% обучающихся. Доступ к полнотекстовым электронным коллекциям БИК открыт для пользователей из медиатек с любого компьютера, который входит в локальную сеть Финансового университета и имеет выход в Интернет, а также удаленно. Электронные материалы доступны пользователям круглосуточно.

**Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса (аудитории, лаборатории, средства обучения, в том числе аудиовизуальные, компьютерные и телекоммуникационные и т.д.)**

Для осуществления образовательного процесса в рамках дисциплины необходимо наличие специальных помещений.

Специальные помещения представляют собой учебные аудитории для проведения лекций, семинарских и практических занятий, выполнения курсовых групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Проведение лекций и семинаров в рамках программы профессиональной переподготовки осуществляется в помещениях:

- оснащенных демонстрационным оборудованием;
- оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет»; обеспечивающих доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

### **Кадровое обеспечение образовательного процесса**

Профессорско-преподавательский состав формируется из числа ведущих научно-педагогических работников Академии и специалистов других вузов.

## **Описание системы оценки качества освоения программы:**

### **Формы текущего контроля знаний**

Оценка качества освоения программы включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую аттестацию обучающихся.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в ходе проведения семинарских и практических занятий в их выступлениях по узловым вопросам программы.

Текущий контроль успеваемости слушателей включает устный опрос, участие в дискуссии.

### **Порядок проведения промежуточной аттестации слушателей, оценочные средства**

Промежуточная аттестация: предусматривает проверку знаний после завершения изучения соответствующих дисциплин программы и проводится в устной форме (зачет или экзамен).

Форма контроля «зачет» оценивается по двухбалльной («зачтено», «не зачтено») системе.

Форма контроля «экзамен» оценивается по четырехбалльной системе («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «не удовлетворительно»).

Зачет и экзамен проводятся по билетам. В билете при форме контроля «зачет» один вопрос, в билете при форме контроля «экзамен» два вопроса. Система оценки результатов ответов по двум названным формам контроля 100 балльная.

Оценка по результатам экзамена выставляется по следующим критериям:

- правильный ответ на первый вопрос – 50 баллов;
- правильный ответ на второй вопрос – 50 баллов.

### **Порядок перевода 100-балльной оценки в пятибалльную**

100-балльная система	5-балльная система
86-100	отлично
70-85	хорошо
50-69	удовлетворительно
Менее 50	неудовлетворительно
50-100	зачтено
Менее 50	не зачтено

Образцы примерных вопросов к экзаменам и зачетам представлены в рабочих программах дисциплин

### **Порядок проведения междисциплинарного экзамена.**

Итоговый междисциплинарный экзамен проводится в устной форме. При проведении экзамена студенты получают экзаменационные билеты, содержащие два вопроса и составленные в соответствии с утвержденной программой экзамена.

При подготовке к ответу в устной форме слушатели делают необходимые записи по каждому вопросу на выданных секретарем экзаменационной комиссии листах бумаги со штампом учебного заведения. На подготовку к ответу первому слушателю предоставляется 45 минут, остальные сменяются и отвечают по мере готовности в

порядке очередности, причем на подготовку каждому очередному слушателю также выделяется не более 45 минут. Длительность ответа слушателя на экзамене должна составлять не более 30 минут. В процессе ответа и после его завершения слушателю членами экзаменационной комиссии, с разрешения председателя, могут быть заданы уточняющие и дополняющие вопросы в пределах экзаменационного билета.

После завершения ответа слушатель на все вопросы и объявления председателем экзаменационной комиссии окончания опроса экзаменуемого, члены экзаменационной комиссии фиксируют в своих записях оценки за ответы экзаменуемого на каждый вопрос и итоговую оценку по их совокупности. Оценки формируются на основе ответов на поставленные в билете вопросы по методике, утвержденной в программе экзамена.

По завершении итогового междисциплинарного экзамена экзаменационная комиссия на закрытом заседании обсуждает характер ответов каждого слушателя и выставляет ему согласованную итоговую оценку. В случае расхождения мнения членов экзаменационной комиссии, по итоговой оценке, на основе оценок, поставленных членами комиссии, решение экзаменационной комиссии принимается на закрытом заседании простым большинством голосов; при равном числе голосов голос председателя является решающим. Во время заседания секретарь экзаменационной комиссии ведет общий протокол заседания аттестационной комиссии.

Итоговая оценка по экзамену сообщается слушателю, проставляется в экзаменационную ведомость, где, так же как в протоколе, расписываются председатель и члены экзаменационной комиссии. В экзаменационной ведомости фиксируются номер и вопросы экзаменационного билета, по которому проводился экзамен.

Протоколы итогового междисциплинарного экзамена утверждаются председателем ГАК и хранятся в архиве вуза, согласно номенклатуре. Листы с ответами студентов на экзаменационные вопросы подшиваются в личные дела студентов.

Решение об оценке за междисциплинарный экзамен принимается членами комиссии по результатам ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы. При оценке принимается во внимание: точность и полнота ответа; знание иллюстративного материала; свободное владение терминологией; умение использовать материалы для аргументации и самостоятельных выводов; умение излагать материал последовательно и грамотно; владение разными точками зрения на проблему и знание основной и дополнительной литературы. Оцениваются ответы по 4-х бальной системе (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Оценка «отлично» ставится, если слушатель в полном объеме усвоил программный материал, исчерпывающе раскрыл теоретическое содержание вопросов билета, ответил на дополнительные вопросы членов комиссии, умеет самостоятельно анализировать, обобщать и последовательно, логично, аргументировано излагать материал, не допуская ошибок.

Оценка «хорошо» ставится, если слушатель знает программный материал, правильно, по существу и последовательно излагает содержание вопросов билета, при ответе не допустил существенных ошибок.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если слушатель усвоил только основные положения программного материала, содержание вопросов билета изложил

поверхностно, без должного обоснования, допустил неточности и ошибки, нарушил последовательность в изложении материала, испытывал затруднения при ответе на часть дополнительных вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если слушатель не знает основных положений программного материала и проблематики вопроса, не умеет анализировать материал и делать выводы, при ответе на билет допускает существенные ошибки, анализ подменяет пересказом, в его ответе отсутствуют необходимые примеры, недостаточно сформированы навыки устной речи; отсутствует знание терминологического аппарата, слушатель не смог ответить на большинство дополнительных вопросов или вообще отказался отвечать.

### **Вопросы к междисциплинарному экзамену по программе «Электрооборудование и электротехнологии»**

1. Метод узловых потенциалов. Принцип наложения. Метод эквивалентного генератора.
2. Активная, реактивная и полная мощности.
3. Комплексная мощность. Баланс мощности в цепи синусоидального тока. Измерение мощности в цепи переменного тока.
4. Передача мощности от активного двухполюсника в нагрузку, согласование нагрузки.
5. Явление взаимной электромагнитной индукции. Взаимная индуктивность.
6. Индуктивно связанные катушки. Определение согласного и встречного включений катушек, одноименные выводы.
7. Расчет цепей при наличии в них индуктивно связанных катушек. Развязывание индуктивно связанных цепей.
8. Последовательное и параллельное соединение магнитосвязанных катушек.
9. Получения вращающегося магнитного поля. Принципы действия асинхронного и синхронного двигателей.
10. Разложение периодических несинусоидальных токов и напряжений в ряд Фурье.
11. Свойства разложений для несинусоидальных функций, обладающих симметрией. Мощность в цепи несинусоидального тока.
12. Расчет электрических цепей при несинусоидальных источниках.
13. Нелинейные элементы электрических цепей, их классификация. Характеристики нелинейных элементов.
14. Нелинейные элементы в цепях переменного тока. Понятие об управляемых нелинейных элементах.
15. Области применения и конструкции трансформаторов.
16. Назначение, области применения, принцип действия и номинальные данные трансформаторов.
17. Устройство магнитных систем, обмоток, баков и других элементов конструкции трансформаторов.
18. Процессы в трансформаторе при холостом ходе.
19. Процессы в трансформаторе при нагрузке.

20. Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке.
21. Схемы и группы соединения трансформаторов.
22. Параллельная работа трансформаторов.
23. Автотрансформаторы. Конструктивные особенности и схемы автотрансформаторов. Преимущества и недостатки автотрансформаторов по сравнению с обычными трансформаторами. Области применения.
24. Многообмоточные трансформаторы. Области применения трансформаторов.
25. Несимметричные режимы трансформаторов. Работа трансформатора с различными схемами соединения обмоток при несимметричной нагрузке.
26. Переходные процессы в трансформаторах. Особенности работы трансформатора при переходном процессе.
27. Трансформаторы специального назначения.
28. Назначение, классификация, области применения и требования к электротехническим материалам.
29. Кристаллическое строение металлов и их дефекты.
30. Механические свойства электротехнических материалов и основные методы их определения.
31. Строение простых материалов.
32. Гомеоплярная (ковалентная), гетерополярная (ионная), металлическая и молекулярная связь веществ.
33. Энергетические зоны и уровни металлических твердых тел.
34. Классификация проводниковых материалов.
35. Температурная зависимость удельного сопротивления металлических проводников.
36. Влияние примесей на удельное сопротивление металлов.
37. Контактные явления в проводниках.
38. Свойства проводниковой меди и алюминия.
39. Сверхпроводящие металлы и сплавы электроустановок.
40. Понятие и определение электрической сети.
41. Классификация электрических сетей.
42. Графики нагрузок, основные величины и показатели графиков электрических нагрузок.
43. Конструкции воздушных линий.
44. Конструкции кабельных линий.
45. Статические характеристики электрических нагрузок.
46. Способы моделирования нагрузки.
47. Параметры и схемы замещения линий электропередачи.
48. Параметры и схемы замещения силовых трансформаторов.
49. Потери мощности и энергии в линиях и трансформаторах.
50. Падение и потеря напряжения в ветвях электрической сети.
51. Расчет режима элемента электрической сети.
52. Расчет электрической сети магистрального типа.
53. Классификация электроустановок и электропомещений.
54. Классификация электрооборудования.
55. Область применения электрооборудования.

56. Общие сведения о материалах и изделиях применяемых при монтаже.
57. Электроизоляционные материалы.
58. Проводниковые и конструкционные материалы.
59. Инструменты и специальное оборудование для монтажа и ремонта электрооборудования.
60. Техническое нормирование.
61. Требования при проведении электромонтажных работ.
62. Монтаж внутренней и наружной электропроводок. Виды электропроводок и область применения. Общие требования.
63. Выбор вида электропроводки и способа их прокладки.
64. Открытые электропроводки.
65. Скрытые электропроводки.
66. Условия эксплуатации электрооборудования в н.-х. производстве.
67. Основы рационального выбора электрооборудования в народном хозяйстве.
68. Использование электрооборудования в н.-х. производстве.
69. Оценка параметров эксплуатационной надежности электрооборудования и средств автоматики.
70. Способы и средства диагностирования электрооборудования в нормативных и аварийных режимах работы н.-х. электроустановок.
71. Наладка электрооборудования.
72. Испытание электрооборудования.
73. Техническое обслуживание электрооборудования.
74. Текущий ремонт электрооборудования.
75. Технология капитального ремонта электрооборудования.
76. Вывод электрооборудования в текущий ремонт.
77. Составление годового графика согласно ППРЭСх-2003 планово-предупредительного ремонта электроустановок.
78. Электротехническая служба в н.-х. производстве.
79. Схемы замещения линий электропередачи.
80. Схемы замещения силовых трансформаторов.
81. Схемы замещения автотрансформаторов.
82. Математические модели электрической нагрузки в узлах системы электроснабжения.
83. Модели компенсирующих устройств электрической сети.
84. Модели генерирующих устройств электрической сети.
85. Основы проектирования развития систем электроснабжения.
86. Основы проектирования развития электрических сетей.
87. Задачи проектирования электрических сетей.
88. Методы проектирования электрических сетей.
89. Стадии проектирования электрических сетей.
90. Техничкоэкономические показатели.

Образец билета к Междисциплинарному экзамену

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СМОЛЕНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

УТВЕРЖДАЮ

Ректор

А.В. Кучумов  
2020 г.

м.п.

**МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЭКЗАМЕН  
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ  
«Электрооборудование и электротехнологии»**

**БИЛЕТ № 1**

1. Электромагнитное поле. Основные положения теории Максвелла.
2. Способы присоединения подстанций к электрической сети.

И.о. декана ФПК и ППК

А.В. Вернигор

\_\_\_\_\_ 2020 г.

## Предварительное экспертное заключение

На методическом совете ФГБОУ ВО «Смоленская государственная сельскохозяйственная академия» проведена экспертиза программы профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии», разработанной в к.т.н., доцентом Вернигором А.В., в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273 ФЗ (с изменениями) «Об образовании в Российской Федерации», Приказом Министерства образования и науки РФ от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам» и прочими локальными актами, перечень которых приведен в разделе 2 названной программы.

Разработчиками представлен комплект документов, включающий:

-основную программу дополнительного профессионального образования (профессиональной переподготовки) «Электрооборудование и электротехнологии» (350 часов), включающую перечень компетенций, которыми должны овладеть слушатели в результате освоения модулей, входящих в состав данной ДПП;

-рабочие учебные программы модулей и типовые контрольные задания, необходимые для оценки результатов освоения программ модулей;

-календарный учебный график;

-описание системы оценки качества освоения программы и примерный перечень тем итоговых работ

На основании рассмотрения представленных на экспертизу материалов сделаны следующие выводы:

Структура и содержание ФОС по дисциплине являются адекватными требованиям, предъявляемым к структуре и содержанию фондов оценочных средств Приказа Министерства образования и науки РФ от 01.07.2013 № 499 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», учитывают содержание профессиональных стандартов.

По качеству оценочные средства дисциплин, включенных в программу в целом, обеспечивают объективность и достоверность результатов при проведении оценивания.

На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что программа профессиональной переподготовки «Электрооборудование и электротехнологии» (350 часов), разработанной к.т.н., доцентом Вернигором А.В. соответствует цели программы, а также современным требованиям рынка труда.

И.о. декана ФПК и ППК

А.В. Вернигор  
«25» сентября 2020 г