

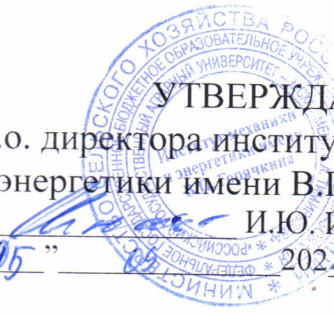
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Парлюк Екатерина Петровна  
Должность: И.о. директора института механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Дата подписания: 11.07.2023 10:35:18  
Уникальный программный ключ:  
7823a3d3181241ca51a8ba4c69d33e1779345d45



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

Институт Механики и энергетики имени В.П. Горячкина  
Кафедра электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко

**УТВЕРЖДАЮ:**  
И.о. директора института механики  
и энергетики имени В.П. Горячкина  
*И.Ю. Игнаткин*  
“ 05 ” *09* 2022 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.05 «НАДЕЖНОСТЬ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»**

для подготовки бакалавров  
(академический бакалавриат)

ФГОСВО

Направление: 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника  
Направленность: Электроснабжение  
Курс 4,5  
Семестр 8,9

Форма обучения: заочная  
Год начала подготовки: 2022

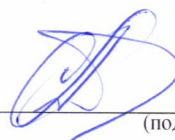
*стр. 518, 9*

Разработчик: Белов С.И., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



«01» 05 2022 г.

Рецензент Андреев С.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)



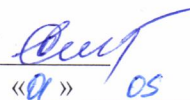
(подпись)

«01» 05 2022 г.

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

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко протокол № 2 от «01» 05 2022 г.

И.о. заведующего кафедрой Стушкина Н.А., к.т.н., доцент



«01» 05 2022 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии института механики и энергетики имени В.П. Горячкина Дидманидзе О.Н., д.т.н., профессор  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)



Протокол № 2 «05» 05 2022 г.

И.о. заведующего выпускающей кафедрой электроснабжения и электротехники имени академика И.А. Будзко Стушкина Н.А., к.т.н., доцент  
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

(подпись)



(подпись)

«01» 05 2022 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ



(подпись)

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	<b>6</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ В СЕМЕСТРЕ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3 ЛЕКЦИИ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
4.4 САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	<b>20</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>21</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности .....	22
6.2. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....	23
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ</b> .....	<b>24</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	24
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	25
7.3 НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ.....	25
7.4 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	25
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....	<b>25</b>
<b>9. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)</b> .....	<b>25</b>
<b>10. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>26</b>
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ... ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ</b> .....	<b>26</b> <b>27</b>
<b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b> .....	<b>27</b>

## Аннотация

Рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.01.05 «Надежность систем электроснабжения»

для подготовки бакалавра по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность Электроснабжение

**Цель освоения дисциплины:** получить представление о причинах возникновения и физической сути переходных электромеханических процессов. Дисциплина является профилирующей для студентов энергетических специальностей, способствует развитию у студентов логического и абстрактного мышления с практической реализацией ее содержания, развитие способности:

- к самоорганизации и самообразованию;
- применять соответствующий информационно-вычислительный аппарат (программные комплексы Simulink, RastrWin3, MicrosoftExcel), методы анализа и моделирования работы централизованной сети и отдельных ее элементов в указанных комплексах, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- принимать участие в проектировании современных объектов профессиональной деятельности (SmartGrid, систем распределенной генерации) в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в часть, формируемую участниками образовательных отношений, профессиональный модуль по направленности Электроснабжение учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции (индикаторы достижения компетенций): ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)

### Краткое содержание дисциплины:

**Раздел 1** Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.

**Раздел 2.** Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.

**Раздел 3.** Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.

**Раздел 4.** Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителя.

**Раздел 5.** Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.

**Раздел 6.** Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.

**Раздел 7.** Условия надежной эксплуатации электрооборудования.

**Раздел 8.** Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.

**Раздел 9.** Категории потребителей по надежности электроснабжения. Оценка возможного ущерба от перерывов в электроснабжении.

**Раздел 10.** Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.

**Раздел 11.** Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.

**Раздел 12.** Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ

**Общая трудоемкость дисциплины:** 4 зач. единицы (144 часов). / в т.ч. практическая подготовка 2 ч.

**Промежуточный контроль:**зачет с оценкой.

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Надежность систем электроснабжения» является формирование у будущих бакалавров системы знаний и практических навыков, необходимых для решения задач, связанных с надежной эксплуатацией систем электроснабжения различных сельскохозяйственных объектов и населенных пунктов, определением эксплуатационной надежности сельских электрических сетей напряжением 0,38-110 кВ, методиками и работами по повышению надежности различного энергетического и электротехнического оборудования.

Дисциплина «Надежность систем электроснабжения» предназначена для изучения студентами энергетического факультета направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиля «Электроснабжение», в 7 семестре. Эта дисциплина позволяет студентам получить общие сведения о перспективах технического развития и особенности надежной эксплуатации электрических сетей сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов; принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности используемых при эксплуатации технических средств.

Дисциплина «Надежность систем электроснабжения» является в своей основе теоретической и способствует развитию у студента логического мышления с практической реализацией выводов. Трудоемкость дисциплины составляет 144 часа, 4 единицы. Система текущего контроля построена на регулярном анализе знаний студентов в процессе освоения теоретического и практического материала. Часть теоретического материала вынесена в самостоятельную работу студентов. В конце 7-го семестра студенты выполняют контрольную работу. Для проверки полученных знаний в конце 7-го семестра предусматривается зачет с оценкой.

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

Для получения общего представления о надежности электроэнергетики, ее месте и значении в национальной экономике страны предусмотрена дисциплина «Надежность систем электроснабжения».

Изучение данной дисциплины позволяет специалистам, подготавливаемым по разным специальностям в рамках направления «Электроэнергетика и электротехника» получить основные сведения о показателях надежности электрических систем напряжением 0,38...110 кВ, организации надежной эксплуатации электросетевого хозяйства и действиях РЗА и обслуживающего персонала в аварийных ситуациях.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Надежность систем электроснабжения» являются «Математика»(1 курс, 1-2 семестры; 2 курс, 3 семестр), «Физика»(1 курс, 2 семестр; 2 курс, 2-3 семестры), «Информатика»(1 курс, 1 семестр), «Теоретические основы электротехники»(2 курс, 3-4 семестры)и другие.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» является сопутствующей для изучения следующих дисциплин: автономные системы электроснабжения (4 курс, 8 семестр), эксплуатация систем электроснабжения (4 курс, 8 семестр), электромеханические переходные процессы (4 курс, 8 семестр).

Дисциплина знакомит студентов с основными методами определения показателей надежности электроэнергетических систем. Знание организационных и технических методов и средств повышения надежности электрических сетей 0,38...110 кВ необходимо всем бакалаврам-электроэнергетикам. Данная дисциплина является базовой для изучения всех

специальных дисциплин направления «Электроэнергетика и электротехника». Освоение дисциплины необходимо для выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является наличие в её содержании физики, математики, информатики, теоретических основ электротехники, инженерных знаний и средств вычислительной техники.

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

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

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

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	Способен осуществлять монтаж, наладку, эксплуатацию энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-1.2 Применяет методы и технические средства испытаний, диагностики и повышения надежности энергетического и электротехнического оборудования	требования ГОСТов, СНИПов, ПУЭ, ПТЭЭП, ПТЭ и РУМов	выполнять расчетную и графическую части для проектов электросетевых объектов напряжением 0,38 – 110 кВ	практическими навыками проектирования электроснабжения различных объектов с помощью цифровых технологий.
2.	ПКос-2	Способен выполнять работы по повышению эффективности энергетического и электротехнического оборудования, машин и установок в сельскохозяйственном производстве	ПКос-2.2 Осуществляет выполнение работ по повышению эффективности и надежности энергетического и электротехнического оборудования	Правила эксплуатации и организации работы на электросетевом объекте.	Составлять и оформлять техническую документацию.	Практическими навыками составления и оформления технической документации для различных объектов электроэнергетики.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2

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

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час	Семестр 8	Семестр 9 всего/*
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>144/2</b>	<b>36</b>	<b>108/2</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>16,35/2</b>	<b>2</b>	<b>14,35/2</b>
<b>Аудиторная работа:</b>	<b>16,35/2</b>	<b>2</b>	<b>14,35/2</b>
<i>лекции (Л)</i>	8	2	6
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	4		4
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	4/2		4/2
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,35		0,35
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>127,65</b>	<b>34</b>	<b>93,65</b>
<i>контрольные работы (Кр)</i>	10		10
<i>самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)</i>	113,65	34	79,65
<i>Подготовка к зачёту, зачёту с оценкой (дифференцированному зачёту)</i>	4		4
Вид контроля:			Зачет с оценкой

\* в том числе практическая подготовка



## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа				Внеауди- торная работа СР
		Л	ПЗ	ЛР всего/ *	ПКР	
<b>Раздел 1.</b> Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.	36	2				34
<b>Всего за 8 семестр:</b>	36	2				34
<b>Раздел 2.</b> Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.	7	1				6
<b>Раздел 3.</b> Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.	9/2	1		2		6
<b>Раздел 4.</b> Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителя.	7	1				6
<b>Раздел 5.</b> Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.	7		1			6
<b>Раздел 6.</b> Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.	7		1			6
<b>Раздел 7.</b> Условия надежной эксплуатации электрооборудования.	8/2			2/2		6
<b>Раздел 8.</b> Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.	7	1				6
<b>Раздел 9.</b> Категории потребителей по надежности электроснабжения. Оценка возможного ущерба от перерывов в электроснабжении.	7	1				6
<b>Раздел 10.</b> Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.	8	1				7
<b>Раздел 11.</b> Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.	8		1			7
<b>Раздел 12.</b> Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ	8,65		1			7,65
Контрольная работа	10					10
<b>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</b>	0,35				0,35	
<b>Подготовка к зачёту с оценкой (контроль)</b>	4					4
<b>Всего за 9 семестр:</b>	108/2	6	4	4/2	0,35	93,65
<b>Итого по дисциплине</b>	144/2	8	4	4/2	0,35	127,65

\* в том числе практическая подготовка

## **Раздел 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.**

Тема 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.

Рассматриваемые вопросы:

Надежность в технике и энергетике. Исторические сведения о надежности. Развитие науки о надежности СЭС. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации СЭС. Основные особенности надежности сельских распределительных сетей

## **Раздел 2. Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.**

Тема 1. Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.

Рассматриваемые вопросы:

Основные понятия, термины и определения теории надежности в технике и энергетике. Относительность понятия «элемент» и «система» при анализе сложных технических систем. Понятия и причины отказов электрооборудования.

## **Раздел 3. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.**

Тема 1. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.

Рассматриваемые вопросы:

Основные понятия теории вероятностей. Событие – отказ электрооборудования. Вероятностные методы определения ПНЭ. Структурный метод определения ПНЭ потребителей.

## **Раздел 4. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.**

Тема 1. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.

Рассматриваемые вопросы:

Устройства телесигнализации, сетевой указатель короткого замыкания, устройства локализации зоны поиска повреждения на ВЛ 10 кВ, дистанционный измеритель и устройство обнаружения положения выключателя с шин 10 кВ по паузе АПВ. Принцип действия, особенности использования, оценка улучшения ПНЭ.

## **Раздел 5. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.**

Тема 1. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.

Рассматриваемые вопросы:

Устройства телеуправления выключателем, местное и сетевое резервирование, применение автономных источников электропитания, секционирования ВЛ 10 кВ с помощью выключателя и разъединителя. Принцип действия, особенности использования, оценка улучшения ПНЭ.

## **Раздел 6. Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.**

Тема 1. Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.

Рассматриваемые вопросы:

Этапы восстановления электроснабжения потребителя. Общее математическое выражение процесса восстановления электроснабжения. Формула Левченко В.А. Учет в структурном методе типа электрооборудования, срока эксплуатации, времени проведения капитального ремонта и качества технического обслуживания.

## **Раздел 7. Условия надежной эксплуатации электрооборудования.**

Тема 1. Условия надежной эксплуатации электрооборудования.

Рассматриваемые вопросы:

Условия использования, условия окружающей среды, условия электроснабжения, условия обслуживания. Характеристика и оценка влияния различных факторов на надежность электроснабжения потребителей.

## **Раздел 8. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.**

Тема 1. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.

Рассматриваемые вопросы:

Климатические, биохимические и механические факторы окружающей среды. Классификация производственных помещений по климатическим параметрам. Статистика и анализ причин аварийных повреждений на электрической сети 6...10 кВ.

## **Раздел 9. Категории потребителей по надежности электроснабжения.**

Тема 1. Категории потребителей по надежности электроснабжения.

Рассматриваемые вопросы:

Характеристика категорий по надежности. Удельные ущербы от перерывов в электроснабжении. Система договорной экономической ответственности за надежное электроснабжение потребителей.

## **Раздел 10. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.**

Тема 1. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.

Рассматриваемые вопросы:

Организационные и технические мероприятия. Их оценка влияния ПНЭ и общая характеристика.

## **Раздел 11. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.**

Тема 1. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.

Рассматриваемые вопросы:

Схемные решения по обеспечению надежности сетей 35...110 кВ. Критерии выбора 2-х силовых трансформаторов 110/10 кВ на подстанции. Сетевое и местное резервирование.

## **Раздел 12. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ.**

Тема 1. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ.

Рассматриваемые вопросы:

Схемные решения по обеспечению надежности сетей 0,38...20 кВ. Обеспечение потребителей I и II категорий требуемой надежностью электроснабжения. Принцип установки секционирующих выключателей и разъединителей. Магистральный принцип выбора марки проводов на ВЛ 10 кВ. Исследование схемных решений по повышению надежности в программном комплексе Simulink

### **4.3 Лекции/лабораторные/практические занятия**

Таблица 4

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

<b>№ п/п</b>	<b>№ раздела</b>	<b>№ и название лекций/лабораторных/практических/семинарских занятий</b>	<b>Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)</b>	<b>Вид контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во Часов всего/*</b>
1.	<b>Раздел 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.</b>				<b>2</b>
	Тема 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.	Лекция №1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	2
2.	<b>Раздел 2. Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Термины и показатели надежности электроснабжения	Лекция №2 Термины и показатели надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов всего/ *
3.	<b>Раздел 3. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.</b>				<b>3</b>
	Тема 1. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.	Лекция №3. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	1
		Лабораторная работа № 1. Основные показатели надежности электрооборудования.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Защита лабораторной работы	1
		Лабораторная работа № 2. Определение показателей надежности электроснабжения потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Защита лабораторной работы	1
4.	<b>Раздел 4. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.	Лекция №4. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	1
5.	<b>Раздел 5. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.</b>				<b>1</b>

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов всего/ *
	Тема 1. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.	Практическое занятие № 1. Влияние применения стационарных и переносных сетевых указателей короткого замыкания на надежность электроснабжения потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Собеседование по практическому занятию.	1
6.	<b>Раздел 6. Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.	Практическое занятие № 2. Характеристика этапов восстановления электроснабжения потребителя после аварии	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Собеседование по практическому занятию.	1
7.	<b>Раздел 7. Условия надежной эксплуатации электрооборудования.</b>				<b>2/2</b>
	Тема 1. Условия надежной эксплуатации электрооборудования	Лабораторная работа № 3. Условия использования электрооборудования.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Защита лабораторной работы	2/2
8.	<b>Раздел 8. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.</b>				<b>1</b>

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов всего/ *
	Тема 1. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования	Лекция №5. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	1
9.	<b>Раздел 9. Категории потребителей по надежности электроснабжения.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Категории потребителей по надежности электроснабжения.	Лекция №6. Категории потребителей по надежности электроснабжения	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	1
10.	<b>Раздел 10. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей	Лекция №7. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Дискуссия	1
11.	<b>Раздел 11. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.	Практическое занятие № 4. Схемные решения по обеспечению надежности сетей 35...110 кВ. Критерии выбора 2-х силовых трансформаторов 110/10 кВ на подстанции. Сетевое и местное резервирование. Исследование схемных решений по повышению надежности в программном комплексе Simulink	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Собеседование по практическому занятию.	1

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/лабораторных/ практических/ семинарских занятий	Формируемые компетенции (индикатор достижения компетенции)	Вид контрольного мероприятия	Кол-во Часов в всего/ *
12.	<b>Раздел 12. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ.</b>				<b>1</b>
	Тема 1. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ.	Практическое занятие № 5. Схемные решения по обеспечению надежности сетей 0,38...20 кВ. Обеспечение потребителей I и II категорий требуемой надежностью электроснабжения. Исследование схемных решений по повышению надежности в программном комплексе Simulink	ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2)	Собеседование по практическому занятию.	1

#### 4.4 Самостоятельное изучение разделов дисциплины

Таблица 5

#### Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.</b>		
1.	Тема 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.	Надежность ТП 10/0,4 кВ, силовых трансформаторов, разъединителей, выключателей, шинных конструкций, опор, изоляторов, ВЛ и КЛ. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 2. Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.</b>		
2.	Тема 1. Термины и показатели надежности электроснабжения с.х. потребителей.	Изучение дополнительных термин и показателей надежности электроснабжения с.х. потребителей. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 3. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.</b>		
3.	Тема 1. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.	Расчет вероятности возникновения аварии в электрической сети 10 кВ. Подготовка к контрольной работе. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))



№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 4. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.</b>		
4.	Тема 1. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителей.	Изучение принципа работы защит от аварийных режимов работы на основе микропроцессорной техники. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 5. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.</b>		
5.	Тема 1. Технические средства повышения надежности электроснабжения потребителей, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ 10 кВ.	Средства определения точного места повреждения КЛ. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 6. Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.</b>		
6.	Тема 1. Этапы восстановления электроснабжения потребителя после аварии.	Технические и организационные средства снижающие длительность этапов ликвидации аварии на ВЛ и ТП. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 7. Условия надежной эксплуатации электрооборудования.</b>		
7.	Тема 1. Условия надежной эксплуатации электрооборудования.	Характеристика и оценка влияния различных факторов на надежность электроснабжения потребителей. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 8. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.</b>		
8.	Тема 1. Влияние окружающей среды на надежную работу электрооборудования.	Влияние климатических факторов на надежную работу электрооборудования. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 9. Категории потребителей по надежности электроснабжения.</b>		
9.	Тема 1. Категории потребителей по надежности электроснабжения.	Нормируемые показатели надежности для различных категорий потребителей. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 10. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.</b>		
10	Тема 1. Основные мероприятия по повышению надежности электроснабжения потребителей.	Оценка ущерба потребителю, возникающего из-за недоотпуска электроэнергии. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 11. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.</b>		
11	Тема 1. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 35...110 кВ.	Система Договорной экономической ответственности за надежное электроснабжение потребителей. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))
<b>Раздел 12. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ.</b>		
12	Тема 1. Проектные решения по обеспечению нормируемого уровня надежности электрических сетей 0,38...20 кВ.	Экономический эффект от применения мероприятий по повышению надежности электроснабжения. (ПКос-1 (ПКос-1.2); ПКос-2 (ПКос-2.2))

## 5. Образовательные технологии

В процессе преподавания дисциплины «Надежность систем электроснабжения» в совокупности с традиционной (объяснительно-иллюстративной) технологией обучения используются элементы инновационных технологий.

Демонстрируются учебные видеофильмы «Сельские трансформаторные подстанции» (МГАУ), «Монтаж воздушных и кабельных линий 0,38 и 10 кВ», применяется программное обеспечение, разработанное в МГАУ, по выбору сечений проводов и кабелей, расчету токов короткого замыкания, расчету релейной защиты, выбору варианта развития системы электроснабжения 10-110 кВ и др.

Для чтения лекций приглашаются специалисты из эксплуатационных организаций и предприятий электрических сетей.

Согласно учебному плану и графику учебного плана для организации процесса освоения студентами дисциплины используются следующие формы теоретического и практического обучения, соответствующие традиционной (объяснительно-иллюстративной) и инновационным технологиям:

- основные формы теоретического обучения: лекции, консультации, зачет с оценкой;
- основные формы практического обучения: практические занятия, лабораторные работы;
- дополнительные формы организации обучения: контрольная работа и самостоятельные работы студентов.

В процессе реализации форм обучения предполагается применение различных методов и средств обучения, соответствующих традиционной и инновационным технологиям. Соотнесенность тем в структуре содержания дисциплины, применяемых для их изучения

технологий и соответствующих им форм и методов (и средств) обучения представлены ниже (в таблице 6).

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1.	Надежность внешнего электроснабжения предприятия.	Л	Технология активного обучения
2.	Влияние проведения регламентных мероприятий на надежность электрооборудования.	Л	Технология активного обучения

Занятия целесообразно проводить в интерактивной форме – дискуссии, решение типовых задач, совместная работа студентов в группе при проведении практических занятий и выполнения лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов, разбор конкретных ситуаций.

Например, первый час каждого занятия – в форме объяснения преподавателем решения типовых задач. После этого следует выдавать индивидуальные задания. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам выполнить решение типовых задач или ответить на вопросы дискуссии. Преподаватель оценивает выполнение и проводит анализ результатов.

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

При изучении разделов дисциплины «Надежность систем электроснабжения» в течение семестра используются следующие виды контроля:

- текущий,
- промежуточный.

**Текущий контроль** знаний предполагает посещение лекций, устные ответы студентов на вопросы на практических занятиях, защита лабораторных работ, проведение дискуссий, контрольная работа.

**Промежуточный контроль знаний:** зачет с оценкой.

В учебном процессе применяется традиционная система контроля и оценки успеваемости студентов.

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

Для допуска к зачету с оценкой по курсу необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, выполнить и защитить лабораторные работы, выполнить контрольную работу.

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

### **1) Контрольная работа.**

При изучении дисциплины «Надежность систем электроснабжение» предусмотрена контрольная работа, посвященная расчету показателей надежности электроснабжения сельскохозяйственной потребительской трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ. В задании на контрольную работу студенту выдается электрическая сеть напряжением 10 кВ и его задачей является расчет математических ожиданий частоты и продолжительности аварийных отключений ТП 10/0,4 кВ.

Задачей контрольной работы является закрепление теоретических знаний по курсу, развитие навыков самостоятельной работы, а также освоение метода расчета ПНЭ для потребителей РЭС.

Для выполнения контрольной работы студенту следует изучить теоретический материал по литературе и с целью оценки степени усвоения ответить на контрольные вопросы.

Контрольная работа выполняется студентом во внеурочное время с использованием любых информационных и программных материалов, носит расчетный характер и оформляется работа в текстовом редакторе Word и расчеты в MathCad.

### **Техническое задание**

#### **Исходные данные:**

1. Карта-схема РЭС;
2. ТП 10/0,4 кВ, для которых необходимо определить ПНЭ;
3. Перечень типов электрооборудования;
4. РКУ по ветру и по гололеду.

#### **Основные разделы контрольной работы.**

1. Составление эквивалентной схемы замещения электрической сети;
2. Определение ПНЭ для элементов эквивалентной схемы замещения;
3. Расчет ПНЭ для последовательно и параллельно соединенных элементов схемы замещения;
4. Определение ПНЭ для искомых ТП 10/0,4 кВ.

#### **В графической части работы выполняется чертежи:**

1. Схемы электроснабжения РЭС;
2. Эквивалентная схема замещения электрической сети РЭС.

Чертежи выполняются на листе формата А3 или А4 в среде AutoCad.

2) Вопросы для собеседования по практическому занятию № 1. Влияние секционирующих выключателей и АВР на надежность электроснабжения потребителей.

- 1) Расскажите, как секционирующий выключатель повышает надежность электроснабжения потребителей?
- 2) Расскажите, как АВР повышает надежность электроснабжения потребителей?
- 3) Какой порядок выбора мест установки СВ и АВР на ВЛ-10 кВ?
- 4) Сколько СВ необходимо установить на ВЛ-10 кВ длиной 15 км, к которой подключены потребители 3-й категории по надежности?

5)Какая последовательность работы СВ и АВР при коротком замыкании в электрической сети 10 кВ?

3)Темы дискуссий по разделу 1. Общие сведения о надежности сельских электрических сетей.

1. Надежность в технике и энергетике.
2. Исторические сведения о надежности.
3. Развитие науки о надежности СЭС.
4. Задачи надежности при проектировании и эксплуатации СЭС.
5. Основные особенности надежности сельских распределительных сетей

4) Вопросы для защиты лабораторной работы Раздел 3. Методы определения показателей надежности электроснабжения потребителей.

#### Лабораторная работа № 1.

##### «Основные показатели надежности электрооборудования»

1. Основные и дополнительные показатели надежности электрооборудования;
2. Как взаимосвязаны ПНЭ;
3. Как можно определить значение ПНЭ;
4. Как значения ПНЭ влияет на работу электропотребителей.

#### Перечень вопросов к зачету с оценкой по дисциплине:

1. Надежность электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Термины и показатели.
2. Показатели надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.
3. Организационные мероприятия по повышению надежности электроснабжения.
4. Технические мероприятия по повышению надежности электроснабжения.
5. Технические средства, обеспечивающие снижение длительности отключенного состояния потребителя.
6. Технические средства, снижающие величину отключенной нагрузки при повреждении на ВЛ-10 кВ.
7. Категории потребителей по надежности.
8. Схемные решения по обеспечению нормированного уровня надежности потребителей 1-ой категории.
9. Схемные решения по обеспечению нормированного уровня надежности потребителей 2-ой категории.
10. Структурный метод определения надежности электроснабжения потребителя.
11. Этапы восстановления электроснабжения сельскохозяйственного потребителя после аварии.
12. Основные мероприятия по обеспечению нормативного уровня надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей при проектировании электрической сети 35...110 кВ.
13. Основные мероприятия по обеспечению нормативного уровня надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей при проектировании электрической сети 6...20 кВ.
14. Основные мероприятия по обеспечению нормативного уровня надежности электроснабжения сельскохозяйственных потребителей при проектировании электрической сети 0,38 кВ.
15. Местное и сетевое резервирование.
16. Применение дистанционных измерителей расстояния до места короткого замыкания.
17. Применения стационарных и сетевых указателей короткого замыкания.
18. Применения секционирующих выключателей, АВР, АПВ и разъединителей.

19. Применения устройства дистанционного контроля положения секционного выключателя.
20. Система договорной экономической ответственности за надежное электроснабжения сельскохозяйственных потребителей.
21. Условия надежной эксплуатации электрооборудования. Условия использования.
22. Условия надежной эксплуатации электрооборудования. Условия окружающей среды.
23. Условия надежной эксплуатации электрооборудования. Условия электроснабжения.
24. Условия надежной эксплуатации электрооборудования. Условия обслуживания.

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

Для допуска к зачету с оценкой по дисциплине «Надежность систем электроснабжения» необходимо выполнить учебный план по дисциплине, включающий в себя посещение лекций, практических занятий, лабораторных работ, выполнение контрольной работы.

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

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

Таблица 8

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> заслуживает студент, глубоко и прочно освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, излагающий его исчерпывающе, последовательно, системно и логически стройно. Студент, выполнивший контрольную работу на высоком качественном уровне; справляется с нестандартными задачами, вопросами и другими видами применения знаний; при изложении материала владеет терминологией и символикой изучаемой дисциплины; показывает разносторонние знания основной и дополнительной литературы; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – высокий</b>
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку <b>«хорошо»</b> заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и логически правильно излагающий теоретический материал, не допускающий существенных неточностей в ответе на вопрос; владеющий терминологией и символикой изучаемой дисциплины при изложении материала. Студент, выполнивший контрольную работу; усвоивший основную литературу, рекомендованную программой дисциплины; обладающий основными профессиональными компетенциями; в основном сформировал практические навыки. <b>Компетенции, закреплённые за дисциплиной, сформированы на уровне – хороший (средний).</b>
Пороговый уровень «3» (удовлетворитель)	оценку <b>«удовлетворительно»</b> заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал только по обязательному минимуму

но)	содержания предмета, определенному программой дисциплины; выполнивший контрольную работу; знания основной литературы, рекомендованной программой, отрывочны и не системны. Студент допускает неточности в ответе, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении материала, четкость и убедительность ответа выражена слабо, испытывает затруднения в выполнении типовых практических заданий, некоторые практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>сформированы на уровне – достаточный.</b>
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; не показал правильного понимания существа экзаменационных вопросов; не знает значительной части основного материала; допускает принципиальные ошибки при выполнении типовых практических заданий. Студент, выполнивший контрольную работу; основная литература по проблемам курса не усвоена, практические навыки не сформированы. <b>Компетенции</b> , закреплённые за дисциплиной, <b>не сформированы.</b>

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Будзко, И.А. Лещинская, Т.Б. Сукманов, В.И. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для ВУЗов/ Будзко И.А., Лещинская Т.Б., Сукманов В.И. М.: Колос, 2000.
2. Лещинская, Т.Б. Наумов, И.В. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов высших учебных заведений / Лещинская, Т.Б. Наумов, И.В. М.: Бибком, 2015.
3. Малафеев, С.И. Надежность электроснабжения : учебное пособие / С.И. Малафеев. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1876-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101833>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]: Учебник для студентов сред. спец. заведений/ Лещинская Т.Б. М.: Колос, 2006.
2. Аполлонский, С.М. Надежность и эффективность электрических аппаратов : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1130-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/2034>
3. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87584>
4. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий. Учебно-справочное пособие. – М: Теплотехник, 2009.

### 7.3 Нормативные правовые акты

1. Правила устройства электроустановок

2. Правила технической эксплуатации электроустановок,
3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей

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

Семичевский П.А., Лещинская Т.Б., Белов С.И. Электроснабжение населенного пункта. Методические рекомендации по курсовому и дипломному проектированию. – М.: МГАУ, 2009.

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

Программы: MicrosoftOffice (Word, Excel, PowerPoint), AutoCAD. Интернет, электронные ресурсы технических библиотек.

- a) Каталоги электрооборудования и трансформаторов, изготавливаемых заводами России, etc. (интернет-ресурс).
- b) Информационные центры России
- c) Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН) (интернет-ресурс).
- d) Всероссийский научно-технический информационный центр (ВНТИ-Центр) (интернет-ресурс).
- e) Защита интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ) (интернет-ресурс).
- f) Российский научно-технический центр по стандартизации (СТАНДАРТИНФОРМ)(интернет-ресурс).

#### **9. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

1. Программно-вычислительный комплекс технико-экономических расчетов систем электроснабжения напряжением 10-110 кВ. [ПВК ТЭРС 10-110 кВ] (разработан МГАУ им. В.П. Горячкина).
2. Расчет электрических нагрузок (программа разработана в МГАУ).
3. Программа расчета электрических линий электропередачи напряжением 0,38-10 кВ (разработана в МГАУ им. В.П. Горячкина).
4. Программа расчета потерь электрической энергии в сетях 10-110 кВ (разработана в МГАУ им. В.П. Горячкина).
5. Расчет токов короткого замыкания в сетях 10-110 кВ (программа разработана в МГАУ им. В.П. Горячкина).
6. Механический расчет проводов и опор (программа разработана в МГАУ).
7. Программа РАП-10 для расчета потерь электроэнергии в сетях 10 кВ (разработана во ВНИИЭ).
8. Базы данных в «INTERNET»е по электрооборудованию систем электроснабжения.

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

Таблица 10

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



Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (№ учебного корпуса, № аудитории)	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы*
1	2
24 корпус, аудитория № 103 учебная аудитория для проведения: занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы	1. Парты 26 шт. 2. Стулья 52 шт. 3. Доска меловая 2 шт. 4. Экран (Инв. № 410138000002640) 5. Проектор (Инв. № 410138000002634)
24 корпус, аудитория № 107 учебная лаборатория для проведения занятий семинарского, лабораторно-практического типа, компьютерный класс с интерактивной доской	1. Парты 15 шт. 2. Стулья 30 шт. 3. Доска меловая 1 шт. 4. Лабораторный стенд «Распределительные устройства в электрических сетях» (Инв. № 410124000603087)
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева, включающая 9 читальных залов (в том числе 5 компьютеризированных), организованных по принципу открытого доступа и оснащенных Wi-Fi, Интернет – доступом.	
Общежития № 4, № 5 и № 11. Комнаты для самоподготовки	

\* оборудование , используемое для практической подготовки

## 11. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Учебный курс «Надежность систем электроснабжения» является базовым для студентов, обучающихся на 4-м и 5-м курсах по направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение». В этом курсе студент получает знания о надежности электроснабжения потребителей. Полученные знания необходимы студенту для успешной работы на производстве по выбранному направлению.

Методические рекомендации для успешного освоения студентом дисциплины «Надежность систем электроснабжения» сводятся к следующему:

1. Активно изучать теоретический материал, излагаемый на лекциях. Самостоятельно производить расчеты при обработке экспериментальных данных и осуществлять их графическую интерпретацию с использованием интерактивных программных сред.
2. На лабораторных и практических занятиях обдуманно выполнять задания, анализировать полученные результаты. Защищать лабораторную работу в день её выполнения или ближайшее время.
3. Максимально использовать возможности практик на предприятии для изучения всего электрооборудования, имеющегося на предприятии, стремиться принять участие в ремонте электрических машин и трансформаторов.

4. Регулярно посещать тематические выставки, например, международный форум «Электрические сети», «Золотая осень» и др.

*Самостоятельная работа студентов* предполагает проработку лекционного материала, подготовку к самостоятельным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции и выполнение контрольной работы.

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

Студент, пропустивший лекцию, обязан самостоятельно проработать материал и отчитаться в устной форме, ответив на вопросы лектора по теме лекции.

Студент, пропустивший практическое занятие, обязан получить у преподавателя индивидуальное задание, выполнить его в виде реферата и сдать.

Студент, пропустивший лабораторную работу, обязан ее отработать.

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

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

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

*Лекции* содержат теоретический материал в них: даётся оценка роли дисциплины в учебном процессе, рассматриваются основные понятия и определения. Рассматриваются вопросы теплотехнических, физических и электротехнических процессов в современных электроустановках и оборудовании. Излагаются способы расчета параметров и характеристик устройств.

Чтение лекций целесообразно сопровождать демонстрацией презентаций, видеоклипов и т.п. Для этого в лекционной аудитории рекомендуется иметь проекционное оборудование, интерактивную доску и т.п.

*Практические занятия* целесообразно проводить в интерактивной форме – моделирование ситуаций, деловые и ролевые игры, учебные групповые дискуссии, дебаты, совместная работа студентов в группе при выполнении лабораторных работ, междисциплинарное обучение – подготовка студенческих докладов, разбор конкретных ситуаций. Например, при проведении практических занятий первый час каждого занятия – в форме показа преподавателем методики решения типовой задачи. После этого следует выдавать индивидуальные задания. Второй час каждого занятия проводится в интерактивной форме. Для этого предложить студентам решить индивидуальные задания. Эффективно при этом использовать имеющееся на кафедре программное обеспечение. Преподаватель оценивает решения и проводит анализ результатов.

Использование компьютерной техники подразумевает применение программного обеспечения и специальных программ для аудиторного обучения и самостоятельного изучения отдельных разделов дисциплины. Для этого кафедре следует обеспечить преимущественно сертифицированное программное обеспечение для всех форм занятий по дисциплине.

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

Для успешного аудиторного и самостоятельного изучения дисциплины на занятиях целесообразно информировать студентов о наличии и возможности использования различных отраслевых баз данных, информационно-справочных и поисковых ресурсов по электрооборудованию, средствам механизации и электрификации процессов, техническому сервису в агропромышленном комплексе.

**Лабораторные работы** проводятся согласно разработанным на кафедре методическим указаниям.

Для организации планомерной и ритмичной работы, повышения мотивации студентов к освоению дисциплины путём дифференциации оценки их учебной работы, повышения уровня организации образовательного процесса по дисциплине, а также стимулирования студентов к регулярной самостоятельной учебной работе.

Образовательный процесс по дисциплине организован в форме учебных занятий (контактная работа (аудиторной и внеаудиторной) обучающихся с преподавателем и самостоятельная работа обучающихся). Учебные занятия (в том числе по реализации практической подготовки) представлены следующими видами, включая учебные занятия, направленные на практическую подготовку обучающихся и проведение текущего контроля успеваемости:

практические занятия

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

самостоятельная работа обучающихся;

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

**Самостоятельная работа студентов** предполагает проработку лекционного материала, выполнение курсового проекта, подготовку к лабораторным работам по рекомендуемой литературе, изучение дополнительной литературы, дополнительное конспектирование некоторых разделов курса, подготовку докладов и сообщений на секции студенческой научной конференции, выполнение домашнего задания (самостоятельная работа).

При самостоятельной работе следует рекомендовать студентам использовать электронные учебные пособия.

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

**Программу разработал:**

Белов С.И., к.т.н., доцент

---

(подпись)