

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Красноярский государственный аграрный университет»

**Институт инженерных систем и энергетики**  
Кафедра электроснабжения сельского хозяйства

**СОГЛАСОВАНО:**

Директор института  
Н.В. Кузьмин

«28» апреля 2025 г.

**УТВЕРЖДАЮ:**

Ректор Красноярского ГАУ  
Пыжикова Н.И.

«28» апреля 2025 г.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ  
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ  
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.  
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Цифровые технологии в электроснабжении**  
ФГОС ВО

Направление подготовки 35.04.06 «Агроинженерия»

Направленность: Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Курс 1

Семестры 1, 2

Форма обучения заочная

Квалификация выпускника «Магистр»

Срок освоения ОПОП: 2 года 5 месяцев

Красноярск 2025

Составитель: к.т.н., доцент Зубова Р.А. «7» марта 2025 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.06 «Агроинженерия», профессионального стандарта «Специалист в области механизации сельского хозяйства», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 21 мая 2014 г № 340н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 06 июня 2014 г., регистрационный № 32609), образовательного стандарта № 709 от 26.07.2017 г

Программа обсуждена на заседании кафедры электроснабжения сельского хозяйства протокол № 7 от «7» марта 2025 г.

Зав. кафедрой к.т.н., доцент Бастрон А.В. «7» марта 2025 г.

## **Лист согласования рабочей программы**

Программа принята методической комиссией института инженерных систем и энергетики протокол № 7 «27» марта 2025 г.

Председатель методической комиссии к.п.н., доцент Носкова О.Е.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, к.т.н., доцент Бастрон А.В. «27» марта 2025 г.

## Оглавление

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>6</b>
<b>2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>8</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>8</b>
4.1. ТРУДОЁМКОСТЬ МОДУЛЕЙ И МОДУЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
4.3. ЛЕКЦИОННЫЕ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	10
4.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ .....	12
4.5. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ САМОПОДГОТОВКИ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ .....	13
4.5.1. <i>Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний.....</i>	14
4.5.2. <i>Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/ учебно-исследовательские работы.....</i>	16
<b>5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ .....</b>	<b>17</b>
<b>6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>17</b>
6.1. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ (ТАБЛИЦА 9).....	17
6.2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ – СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»).....	17
6.3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	18
<b>7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ.....</b>	<b>21</b>
<b>8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>21</b>
<b>9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>22</b>
<i>Изменения.....</i>	24

## **Аннотация**

Дисциплина **Цифровые технологии в электроснабжении** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (дисциплина вариативной части Б1.В.05) подготовки студентов по направлению 35.04.06 «Агроинженерия».

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой электроснабжения сельского хозяйства.

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций выпускника, а именно:

ПК-1 – Способен и готов рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции;

ПК-5 – Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности с применением современных цифровых систем.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с построением и моделированием сельских электрических сетей, их анализом и расчетом с целью выбора оптимального режима работы сети, оптимизации систем электроснабжения предприятий АПК с точки зрения повышения надежности электроснабжения, экономичности, улучшения показателей качества электрической энергии.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельную работу студента, консультации, расчетно-графические работы.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме защиты отчетов по лабораторным работам, выполнения расчетно-графической работы и промежуточный контроль в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 час.), лабораторные (10 час.) занятия и самостоятельная работа студента (83 час.).

## **1. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Цифровые технологии в электроснабжении» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (дисциплина вариативной части Б1.В.05). В соответствии с учебным планом дисциплина изучается в 2-м семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Специальные вопросы электроснабжения» являются «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Электроснабжение».

Дисциплина «Специальные вопросы электроснабжения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Энергосбережение», «Эксплуатация энергетических установок», а также занятия научно-исследовательской работой, прохождения преддипломной практики, государственной итоговой аттестации и выполнения выпускной квалификационной работы.

Особенностью дисциплины является изучение вопросов электроснабжения, позволяющих обеспечить эффективное решение задач повышения надежности и экономичности систем сельской электрификации. Сельские сети обладают рядом особенностей, отличающих их от промышленных и городских сетей, которые создают трудности в обеспечении надежности электроснабжения и обеспечении потребителей электроэнергией требуемого качества.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

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

Цель изучения дисциплины «Специальные вопросы электроснабжения» – создание у студентов углубленного представления об особенностях структуры, устройства, построения и функционирования систем сельского электроснабжения. Освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков для повышения надежности и экономичности электроснабжения сельских потребителей.

Задачи дисциплины:

- Научить студентов рассчитывать и оценивать условия и последствия принимаемых организационно-управленческих решений в области энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции;
- Научить проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы;
- Приобретение студентами практических знаний, приобретение опыта и умений проведения инженерных расчетов для проектирования систем электроснабжения.

Таблица 1

**Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1 – Способен и готов рассчитывать и оценивать условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции	ПК-1.1 – Работает с научно-технической и периодической литературой, проводит патентные исследования; анализирует существующие и моделирует новые технологии с использованием фундаментальных научных исследований в области электротехнологии ПК-1.2 – Рассчитывает и оценивает условия и последствия (в том числе экологические) принимаемых организационно-управленческих решений в области технического и энергетического обеспечения высокоточных технологий производства сельскохозяйственной продукции ПК-1.3 – Владеет методами оценки эффективности разрабатываемых процессов технического обеспечения производства, современными технологиями управления запасами предприятий	Знать: Основные термины, определения, требования и особенности систем сельского электроснабжения. Способы повышения надежности электроснабжения потребителей АПК Уметь: Рассчитывать, оценивать, документально оформлять, читать, рассчитывать и анализировать существующие схемы электроснабжения. Владеть: Навыками графического изображения схем электроснабжения с применением компьютерных технологий, навыками анализа и синтеза схем распределительных электрических сетей.
ПК-5 – Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности с применением современных цифровых систем	ПК- 5.1 - Способен использовать математические модели и теории при изучении, анализе и прогнозировании процессов электрификации, энергоснабжения и автоматизации предприятий сельскохозяйственного назначения с применением профессионального программного обеспечения ПК-5.2 - Осуществляет обоснованный выбор применяемых информационных технологий и программное обеспечение в соответствии с поставленной профессиональной задачей ПК-5.3 - Понимает принципы работы и демонстрирует знания и умения работы с современными информационными технологиями	Знать: Современный уровень и направление развития электроэнергетики, основные законы физических процессов в электрической сети, правила выполнения электрических расчетов сетей. Уметь: Рассчитывать и моделировать параметры режима электрической сети, анализировать и оценивать режимы работы сельских электрических сетей. Владеть: Навыками исследования методов и способов экономии электроэнергии и энергосбережению в сельских электрических сетях.

### 3. Организационно-методические данные дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часа), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

#### Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по сессиям	
			№ 1	№ 2
<b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>3</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>102</b>
<b>Контактная работа</b>	<b>0,45</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>10</b>
в том числе:				
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		6	6	
Практические занятия (ПЗ) / в том числе в интерактивной форме				
Семинары (С) / в том числе в интерактивной форме				
Лабораторные работы (ЛР) / в том числе в интерактивной форме		10/2		10/2
<b>Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>2,3</b>	<b>83</b>		<b>83</b>
в том числе:				
курсовая работа (проект)				
самостоятельное изучение тем и разделов		74		65
контрольные работы				
реферат				
самоподготовка к текущему контролю знаний		8		8
подготовка к зачету				
др. виды		10		10
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	<b>0,25</b>	<b>9</b>		
<b>Вид контроля:</b>			экзамен	

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1. Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

#### Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа			Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ПЗ	ЛЗ	
Модуль 1. Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений.	30	2	-	2	26

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа			Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ПЗ	ЛЗ	
Модульная единица 1.1 Методы расчета и моделирования режимов сложных замкнутых распределительных сетей:	15	1	-		14
Модульная единица 1.2. Повышение эффективности функционирования электрических сетей средствами схемных и конструктивных решений	15	1	-	2	12
Модуль 2. Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения.	26	2	-	4	20
Модульная единица 2.1. Влияние показателей качества электроэнергии на работу потребителей	13	1	-	2	10
Модульная единица 2.2. Вопросы эффективности повышения качества электроэнергии для сельскохозяйственных потребителей	13	1	-	2	10
Модуль 3. Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электрообережение в системах электроснабжения	17	1	-	2	14
Модуль 4. Повышение надежности электроснабжения	16	1	-	2	13
<b>Расчетная работа</b>	<b>10</b>				<b>10</b>
<b>Итого по модулям</b>	<b>99</b>	<b>6</b>		<b>10</b>	<b>83</b>
<b>Подготовка и сдача экзамена</b>	<b>9</b>				
<b>ИТОГО</b>	<b>108</b>	<b>6</b>		<b>10</b>	<b>83</b>

#### 4.2. Содержание модулей дисциплины

**Модуль 1. Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений.**

*Методы расчета и моделирования режимов сложных замкнутых распределительных сетей:*

Расчет сложных сетей методом преобразования сети; Имитационное моделирование сельских электрических сетей.

*Повышение эффективности функционирования электрических сетей средствами схемных и конструктивных решений:*

Пути повышения пропускной способности распределительных сетей. Применение компенсирующих устройств. Применение изолированных (покрытых) проводов воздушных линий. Повышение режимного (рабочего)

напряжения. Определение оптимального радиуса действия распределительной сети.

## **Модуль 2. Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения.**

*Влияние показателей качества электроэнергии на работу потребителей*

Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Реактивная мощность, как показатель качества электроэнергии в сельских электрических сетях и способы ее компенсации.

*Вопросы эффективности повышения качества электроэнергии для сельскохозяйственных потребителей:* Способы и методы улучшение качества электроэнергии в сельских электрических сетях. Повышение экономичности передачи электроэнергии в сельских распределительных сетях. Управление качеством электрической энергии

## **Модуль 3. Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электросбережение в системах электроснабжения.**

*Электросбережение в электрических сетях:*

Расчет потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В. Выбор средств и мероприятий по повышению надежности электроснабжения. Мероприятия по снижению технических потерь мощности и энергии. Пути экономии электроэнергии в электрических сетях.

## **Модуль 4. Повышение надежности электроснабжения.**

*Выбор средств и мероприятий по повышению надежности электроснабжения:*

Показатели надежности участка сети и ее элементов. Технические средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения. Организационно-технические мероприятия по повышению надежности электроснабжения. Повышение надежности распределительных сетей с помощью секционирования. Выбора точек секционирования по условию наибольшей экономической эффективности.

### 4.3. Лекционные/лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

#### **Содержание лекционного курса**

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1 Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений</b>			2

<sup>1</sup> Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1	Модульная единица 1.1. Методы расчета и моделирования режимов сложных замкнутых распределительных сетей:	Лекция № 1. Методы расчета и анализа режимов сложных замкнутых распределительных сетей. Схемы замещения элементов сети и их имитационное моделирование в программе MATLAB. <i>Интер, обсуждение схем, библиотеки Simulink</i>	Экзамен, РГР	1
	Модульная единица 1.2. Повышение эффективности функционирования электрических сетей средствами схемных и конструктивных решений	Лекция № 1. Пути повышения пропускной способности распределительных сетей. Определение оптимального радиуса действия распределительной сети	Экзамен	1
2	<b>Модуль 2 Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения</b>			2
3	Модульная единица 2.1. Влияние показателей качества электроэнергии на работу потребителей	Лекция 2. Показатели качества электроэнергии и их влияние на работу электроприемников. Оценка убытков потребителя от низкого качества электроэнергии.		0,5
	Модульная единица 2.2. Вопросы эффективности повышения качества электроэнергии для сельскохозяйственных потребителей:		Лекция 2. Реактивная мощность, как показатель качества электроэнергии и способы ее компенсации.	0,5
4	<b>Модуль 3 Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электросбережение в системах электроснабжени</b>		Лекция 2. Способы и методы улучшение качества электроэнергии.	0,5
	<b>Модуль 4 Повышение надежности электроснабжения</b>		Лекция 2. Экономическая оценка мероприятий по повышению качества электроэнергии.	0,5
		Лекция № 3. Особенности расчета потерь электроэнергии в электрических сетях до 1000 В. Мероприятия по снижению технических потерь мощности и энергии. Пути экономии электроэнергии в электрических сетях.	экзамен экзамен	1

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид <sup>1</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Лекция № 3. Выбор средств и мероприятий по повышению надежности электроснабжения. Выбор точек секционирования по условию наибольшей экономической эффективности..	экзамен экзамен	1
	<b>ИТОГО</b>			6

#### 4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 5

#### Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид <sup>2</sup> контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	<b>Модуль 1.</b> Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений			2
	<b>Модульная единица 1.1.</b> Методы расчета и моделирования режимов сложных замкнутых распределительных сетей:	Занятие 1. Лабораторная работа 1.1 Исследование зависимости пропускной способности замкнутой электрической сети от коэффициента мощности нагрузки.	Устный опрос, тестирование защита отчетов по ЛЗ	2
	Модульная единица 1.2. Повышение эффективности функционирования электрических сетей средствами схемных и конструктивных решений			
2.	<b>Модуль 2.</b> Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения			4
	<b>Модульная единица 2.1.</b> Влияние показателей качества электроэнергии на работу потребителей	Занятие 2. Лабораторная работа 2.1. Исследование влияния несимметричной нагрузки на потери мощности и напряжения в сельских электрических сетях 0,38 кВ	защита отчетов по ЛЗ, тестирование	2
	<b>Модульная единица 2.2.</b> Вопросы эффективности повышения качества электроэнергии для	Занятие 3. Лабораторная работа 2.2. Изучение и выбор пункта автоматического регулирования напряжения (ПАРН)	защита отчетов по ЛЗ, тестирование	2

<sup>2</sup> Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

<b>№ п/п</b>	<b>№ модуля и модульной единицы дисциплины</b>	<b>№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий</b>	<b>Вид<sup>2</sup> контрольного мероприятия</b>	<b>Кол-во часов</b>
	сельскохозяйственных потребителей:			
	<b>Модуль 3.</b> Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электросбережение в электрических сетях.			<b>2</b>
		Занятие 4. Лабораторная работа 3.1. Расчет и моделирование потерь мощности и энергии в радиальной электрической сети	защита отчетов, тестирование	2
	<b>Модуль 4.</b> Повышение надежности электроснабжения			<b>2</b>
		Занятие 5. Лабораторная работа 4.1 Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей с помощью реклоузеров	защита отчетов, тестирование	2
	<b>ИТОГО</b>			<b>10</b>

#### 4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний

Самостоятельная работа студентов (СРС) организуется с целью развития навыков работы с учебной и научной литературой, выработки способности вести научно-исследовательскую работу, а также для систематического изучения дисциплины. СРС по данной дисциплине проводится в виде подготовки теоретического материала по вопросам, представленным в таблице 6, а также при самостоятельном выполнении расчетной работы. Тему расчетной работы обучающиеся выбирают самостоятельно, в соответствии со своими интересами. Самостоятельная работа при выполнении расчетных работ проводится для того, чтобы использовать содержание дисциплины в формировании и развитии способностей самостоятельно решать учебные задачи максимально приближенных к темам выпускных квалификационных работ.

При изучении данной дисциплины также применяются следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

- организация и использование электронного курса дисциплины размещенного на платформе LMS Moodle для самостоятельной работы (<https://e.kgau.ru/course/view.php?id=35542>).
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам);
- самостоятельная работа по модульным единицам в библиотеке, в компьютерном классе и в домашних условиях.

#### **4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний**

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		<b>Модуль 1 Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений</b>	<b>26</b>
	Модульная единица 1.1 Методы расчета и моделирования режимов сложных замкнутых распределительных сетей: Модульная единица 1.2. Повышение эффективности функционирования электрических сетей средствами схемных и конструктивных решений	1. Изучение принципов создания имитационных моделей в программе MATLAB, приложении Simulink. 2. Общие сведения о моделировании в программе MATLAB приложении Simulink. 3. Схемы замещения элементов системы электроснабжения и их моделирование в программе MATLAB. 4. Знакомство с библиотекой SimPowerSystems. Моделирование установившегося режима работы сети в программе MATLAB. 5. Определение оптимальных мест размыкания электрической сети. 6. Расчет сложных замкнутых сетей методом преобразования. 7. Технико-экономические расчеты при выборе рациональной схемы электроснабжения.  Подготовка к лабораторным занятиям  Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	24
			1
			1
	<b>Модуль 2. Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения</b>		<b>20</b>
	Модульная единица 2.1. Влияние показателей качества электроэнергии на работу потребителей. Модульная единица 2.2. Вопросы эффективности повышения качества электроэнергии для сельскохозяйственных потребителей:	8. Изучение ГОСТ Р 54149 – 2010 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. 9. Зависимость убытка сельскохозяйственных потребителей от уровня напряжения в сети. 10. Зависимость электропотребления от напряжения. 11. Выбор уровня напряжения в электрических сетях. 12. Автоматическое регулирование напряжения в электрических сетях. 13. Определение режимов напряжения сети. 14. Выбор уставок регуляторов напряжения трансформаторов. 15. Эффективность регулирования напряжения. 16. Влияние качества электроэнергии на работу	18

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		электроприемников и сельскохозяйственных технологических установок.	
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
<b>Модуль 3. Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электросбережение в электрических сетях.</b>			<b>14</b>
		17. Изучение раздела «Методы и способы снижения технических потерь мощности в сельских электрических сетях 0,4; 10 и 35 кВ» Влияние величины cosф на качество напряжения и экономичность сельской электрической сети.	12
		18. Способы снижения потерь энергии в сельских электрических сетях.	
		19. Зависимость потерь активной мощности трансформатора от коэффициента загрузки трансформатора.	
		20. Зависимость удельного потребления реактивной мощности трансформатора (потребление на 1 кВА переданной мощности) от коэффициента загрузки трансформатора.	
		21. Определение оптимального количества включенных трансформаторов на подстанции.	
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
<b>Модуль 4. Повышение надежности электроснабжения</b>			<b>13</b>
		22. Изучение методических указаний по технико-экономическому обоснованию секционирования и резервирования распределительных сетей. <i>Публичное акционерное общество «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы». Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС»</i> <a href="https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.01.271-2019.pdf">https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.01.271-2019.pdf</a>	11
		23. Виды и методы определения народнохозяйственного ущерба от перерывов в электроснабжении.	
		24. Количественные показатели надежности систем электроснабжения по ГОСТ 27002-83.	
		25. Методы расчета показателей надежности систем электроснабжения.	
		26. Способы повышения надежности электроснабжения.	
		27. Повышение надежности электроснабжения с помощью секционирования электрических сетей.	

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		28. Показатель нормы надежности электрических сетей сельскохозяйственного назначения. 29. Повышение надежности электроснабжения резервированием. 30. Повышение надежности электроснабжения секционированием. 31. Повышение надежности электроснабжения средствами системной автоматики.	
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
<b>Выполнение расчетной работы</b>			10
<b>ВСЕГО</b>			<b>83</b>

#### 4.5.2. Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/ учебно-исследовательские работы

Таблица 7

№ п/п	Темы расчетно-графических работ/ учебно-исследовательских работ	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
1	<p><b>Расчетная работа № 1</b>  <b>«Расчет сложнозамкнутой сети»</b></p> <p>Обучающийся приобретает знания при проектировании распределительных электрических сетей, умения решать наиболее характерные (типовые) задачи расчета и проектирования и приобретения опыта в решении таких задач.</p> <p><i>Уровень самостоятельности – низкий, тип – воспроизводящий (по образцу).</i></p>	1; 2;7-9
2	<p><b>Расчетная работа № 2</b>  <b>«Энергосбережение в системах электроснабжения»</b></p> <p>Постановка задач сформулирована так, что их решение может быть выполнено различными методами и иметь различные правильные ответы. В связи с этим следует рассмотреть различные варианты решения, дать их обоснование и представить аргументацию по принятию окончательного решения.</p> <p><i>Уровень самостоятельности – средний, (активно поисковый), тип – конструктивно-вариативный</i></p>	1,2; 4-9
3	<p><b>Учебно-исследовательская работа</b>  <b>Исследование режимов работы электрических сетей на имитационной модели</b></p> <p>Студенты могут проводить исследования как на уже готовой модели сети, так и создавать свои (реальные) модели в соответствии с темой магистерской диссертации в системе MATLAB + Simulink, где практически каждый элемент, начиная с трех-</p>	1-9

№ п/п	Темы расчетно-графических работ/ учебно-исследовательских работ	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
	<p>фазного источника можно моделировать из разных элементов.</p> <p><i>Уровень самостоятельности – высокий (интенсивно творческий), тип – творческий (исследовательский)</i></p>	<p>Самостоятельная работа при выполнении указанных работ проводится для того, чтобы использовать содержание дисциплины в формировании и развитии способностей самостоятельно решать учебные задачи на основе своих интересов и тем выпускных квалификационных работ. Обучающийся выполняет одну из перечисленных работ, тема работы выбирается самостоятельно.</p>

## 5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Взаимосвязь учебного материала лекций, практических/лабораторных/семинарских работ/занятий с тестовыми/экзаменацационными вопросами и формируемыми компетенциями представлена в таблице 8.

Таблица 8

### Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ПЗ	ЛЗ	СРС	Вид контроля
ПК1	1-4	–	2-4	Модуль 1-4	Защита отчета по ЛЗ, РР, Экзамен,
ПК-5	5-12	-	1-6	Модуль 1-4	Защита отчета по ЛЗ, РР, Экзамен

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 9)

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

- 1 <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3110>
- 2 Энергетика и промышленность России – [www.eprussia.ru](http://www.eprussia.ru);
- 3 Новости электротехники. Информационно-справочное издание – <http://www.news.elteh.ru>;
- 4 Новости по электроэнергетике, электрическим сетям – <http://forca.ru/info/spravka/uslovnye-oboznacheniya-k-poopornym-shemam.html>;
- 5 ПАО «МРСК Сибири / Россети Сибирь – <http://www.mrsk-sib.ru>.
- 6 Научная электронная библиотека «eLibrary» <http://elibrary.ru/>.
- 7 Макарова ГВ, Ипатов АН, Соловьев СВ Курсовое проектирование по

дисциплине «Электроснабжение сельскохозяйственного предприятия» учеб. пособие / Г.В. Макарова, А.Н. Ипатов, С.В. Соловьев; Великолукская ГСХА. – Великие Луки: Изд-во «Великолукская ГСХА», 2011. – 138с. [https://docs.google.com/viewer?url=http://ebs.rgazu.ru/db/Pravoobladateli/VGSH\\_A/49.pdf](https://docs.google.com/viewer?url=http://ebs.rgazu.ru/db/Pravoobladateli/VGSH_A/49.pdf)

8 Макарова ГВ, Соловьев СВ Учебно-практическое пособие по дисциплинам: «Проектирование систем электроснабжения», «Системы электроснабжения в сельском хозяйстве» / Г.В. Макарова, С.В. Соловьев – Великие Луки: РИЦ ФГБОУ ВПО «Великолукская ГСХА», 2015. – 113с.

9 Фролов, Ю.М. Основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2012. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4545>.

10 Юндин, М.А. Курсовое и дипломное проектирование по электроснабжению сельского хозяйства [Электронный ресурс] : учебное пособие / М.А. Юндин, А.М. Королев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1810>.

### **6.3. Программное обеспечение**

1. Windows 7 Enterprise (бессрочная лицензия).
2. Офисный пакет Office 2007 Russian Open License Pack (Академическая лицензия №44937729 от 15.12.2008).
3. MS Open License Office Access 2007 (Лицензия академическая №45965845 31.10.2011).
4. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса. Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License (лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019).
5. Moodle 3.5.6a. Система дистанционного образования (Бесплатно распространяемое ПО)

Таблица 9

**КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ**

Кафедра электроснабжения сельского хозяйства Направление подготовки (специальность) 35.04.06 Агроинженерия  
Дисциплина «Специальные вопросы электроснабжения»

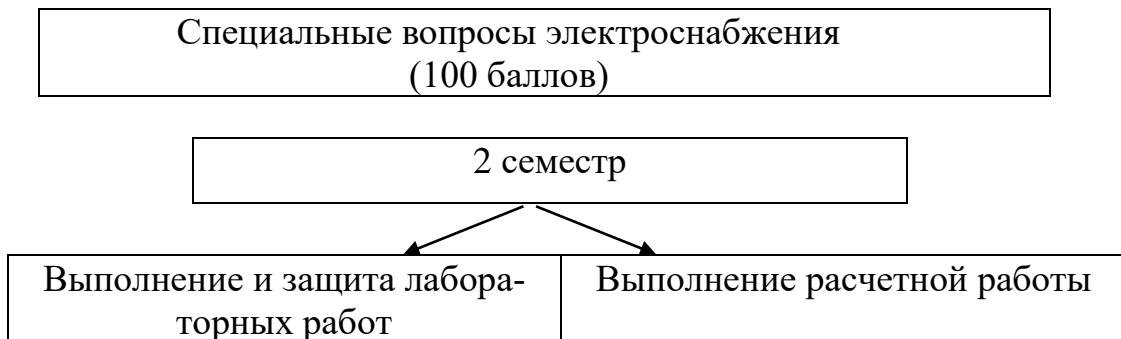
Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лабораторные, СРС	Имитационное моделирование систем сельского электроснабжения в программе MATLAB	Л.П. Костюченко	КрасГАУ	2012	+	+			10	115
Лекции, СРС	Специальные вопросы электроснабжения	Л.П. Костюченко	КрасГАУ	2019		+				ИРБИС
Лекции, СРС	Электроснабжение	Л.П. Костюченко, А.В. Чебодаев	КрасГАУ	2018	+				10	
Лекции, СРС	Электроснабжение сельского хозяйства	Т.Б. Лещинская, В.И. Наумов	Москва, КолосС	2008	+		50	1	10	50
Лекции, СРС	Проектирование систем сельского электроснабжения	Л.П. Костюченко,	КрасГАУ	2016	+			+	10	40 ИРБИС
Лекции, СРС	Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов	Железко Ю.С., Артемьев А.В., Савченко О.В.	Москва, НЦ ЭНАС	2004	+		+	+	10	5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Лекции, СРС	Передача и распределение электрической энергии	А.А. Герасименко, В.Т. Федин	М: Кнорус	2006	+		+		10	28

Директор Научной библиотеки \_\_\_\_\_

## **7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций**

Оценка знаний, умений, навыков и заявленных компетенций при изучении дисциплины «Специальные вопросы электроснабжения» проводится с использованием модульно-рейтинговой системы контроля знаний по следующей схеме:



1. Посещение лекций – 2 б;
  2. Выполнение лаб. работы и написание отчета – 4 б;
  3. Защита отчета по лаб. работе – 2 б.
  4. Выполнение и защита расчетной работы – 12 б;
  5. Самотестирование по модулям 12 б.
- Итого текущий контроль 60 б.

Экзамен проводится в форме тестирования на компьютере на платформе MS Moodle.

Критерии выставления оценок следующие:

60 – 75 б. – удовлетворительно

76 – 89 б. – хорошо

90 – 100 – отлично

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения учебных занятий:

Ауд. 1-31: Лаборатория электрических машин и электроснабжения: Проектор. Универсальный лабораторный стенд «Испытание электрических машин», 3 шт. Лабораторный стенд «Режимы работы нейтралей в электроустановках». Лабораторный стенд «Трансформаторы тока». Лабораторный стенд «Исследование различных схем включения трансформаторов тока для релейной защиты». Лабораторный стенд «Изучение и испытание электромагнитных и индукционных реле». Лабораторный стенд «Максимальные токовые защиты и токовые отсечки на постоянном оперативном токе». Лабораторный стенд «Регулирование напряжения в сельских электрических сетях конденсаторными установками». Лабораторный стенд "Электрические машины и электропривод"(ЭМиЭП-НК). Компьютер Core 2 Duo2\*2200/1Gb/400/256/DVD+RW/19"m-6 шт. Мультимед. проектор Panasonic PT-D3500E/пульт ДУ/ЭВсе лабораторные работы проводятся с применением компьютерных технологий моделирования электрических се-

тей в программе высокого уровня MATLAB. На имитационных моделях в программе MATLAB приложении Simulink проводятся занятия № 1-3, 5..

## **9. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

### **9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся**

При изучении дисциплины «Электроснабжение» обучающимся необходимо изучать дисциплину последовательно в соответствии с нумерацией модулей, начиная с определений и общих понятий, установленных в первом модуле. Как в элементах контактной работы, так и в <sup>21</sup> ~~в~~ой форме, изучение модульных единиц требует установленной последовательности.

Работая в электронном курсе, на платформе LMS Moodle 1 <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3554> не следует неподготовленным приступать к тестированию, как по модулям дисциплины, так и к итоговому тесту, поскольку количество попыток ограничено.

Для экономии времени некоторые вопросы из перечня для самостоятельной работы можно разобрать на консультациях, проводимых в соответствии с расписанием преподавателя. Также на консультациях возможна досрочная защита отчетов по практическим и лабораторным работам.

### **9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
  - 1.1. размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
  - 1.2. присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
  - 1.3. выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья послуху:
  - 2.1. надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
  3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:
    - 3.1. возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в виде из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушением слуха	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li></ul>
С нарушением зрения	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме увеличенным шрифтом;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла;</li></ul>
С нарушением опорно-двигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none"><li>• в печатной форме;</li><li>• в форме электронного документа;</li><li>• в форме аудиофайла.</li></ul>

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

## **ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД**

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

**Программу разработали:**

ФИО, ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
(подпись)

ФИО, ученая степень, ученое звание

\_\_\_\_\_  
(подпись)