

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУЧНО ТЕХНОЛОГИЧКОЙ
ПОЛИТИКИ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
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

«31» марта 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор Красноярского ГАУ
Пыжикова Н.И.

«31» марта 2022 г.

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 2022

Составитель: к.т.н., доцент Зубова Р.А. «10» февраля 2022 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 № 6 от «22» февраля 2022 г.

Зав. кафедрой к.т.н, доцент Бастрон А.В. «22» февраля 2022 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института инженерных систем и энергетики протокол № 8 «30» марта 2022 г.

Председатель методической комиссии к.т.н., доцент Доржеев А.А.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.04.06 Агроинженерия, к.т.н., доцент Бастрон А.В. «30» марта 2022 г.

Оглавление

АННОТАЦИЯ	5
1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	6
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	8
4.1. Трудоемкость 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
5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	17
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
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
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	21
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	21
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	22
<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-2. 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-7. Способен проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы.

ПК-8. Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов.

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.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код компетенции	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2	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.	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-7	Способен проводить научные исследования по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы.	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.
ПК-8	Способен проводить инженерные расчеты для проектирования систем и объектов.	Знать: Закономерности функционирования сельских электрических сетей, практические методы расчета режимов сети.
		Уметь: Осуществлять обоснованный выбор электрооборудования с целью оптимизации режима работы сети при проектировании и реконструкции систем электроснабжения
		Владеть: Навыками проектирования на вариантной основе схем электроснабжения предприятий агропромышленного комплекса и бытовых потребителей, выбирать современные средства защиты систем электроснабжения от ненормальных и аварийных режимов.

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 трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость			
	зач. ед.	час.	по сессиям	
			№ 1	№ 2
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	3	108	6	102
Контактная работа	0,45	16	6	10
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
Самостоятельная работа (СРС)	2,3	83		83
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
Подготовка и сдача экзамена	0,25	9		
Вид контроля:			экзамен	

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

Трудоёмкость 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. Электросбережение в системах электроснабжения	17	1	-	2	14
Модуль 4. Повышение надежности электроснабжения	16	1	-	2	13
Расчетная работа	10				10
Итого по модулям	99	6		10	83
Подготовка и сдача экзамена	9				
ИТОГО	108	6		10	83

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) на-

пряжения. 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 улучшения 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 ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1 Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений			2

¹ Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
	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	Модуль 2 Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения			2
	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
		Лекция 2. Реактивная мощность, как показатель качества электроэнергии и способы ее компенсации.		0,5
3	Модульная единица 2.2. Вопросы эффективности повышения качества электроэнергии для сельскохозяйственных потребителей:	Лекция 2. Способы и методы улучшения качества электроэнергии.		0,5
		Лекция 2. Экономическая оценка мероприятий по повышению качества электроэнергии.		0,5
	Модуль 3 Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электросбережение в системах электроснабжения			1
4		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
	Модуль 4 Повышение надежности электроснабжения			1

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ 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
	ИТОГО			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 ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1. Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений			2
	Модульная единица 1.1. 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.	Модуль 2. Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения			4
	Модульная единица 2.1. 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
	Модульная единица 2.2. 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

² Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

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

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
Модуль 1 Методы расчета и моделирования режимов и повышения эффективности функционирования сельских распределительных сетей средствами схемных и конструктивных решений			26
	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, приложения Simulink. 2. Общие сведения о моделировании в программе MATLAB приложения 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.	24
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 2. Повышение качества электрической энергии систем сельского электроснабжения			20
	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
Модуль 3. Повышение экономичности систем сельского электроснабжения. Электросбережение в электрических сетях.			14
		<p>17. Изучение раздела «Методы и способы снижения технических потерь мощности в сельских электрических сетях 0,4; 10 и 35 кВ» Влияние величины $\cos\phi$ на качество напряжения и экономичность сельской электрической сети.</p> <p>18. Способы снижения потерь энергии в сельских электрических сетях.</p> <p>19. Зависимость потерь активной мощности трансформатора от коэффициента загрузки трансформатора.</p> <p>20. Зависимость удельного потребления реактивной мощности трансформатора (потребление на 1 кВА переданной мощности) от коэффициента загрузки трансформатора.</p> <p>21. Определение оптимального количества включенных трансформаторов на подстанции.</p>	12
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 4. Повышение надежности электроснабжения			13
		<p>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> https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/STO_56947007-29.240.01.271-2019.pdf</p> <p>23. Виды и методы определения народнохозяйственного ущерба от перерывов в электроснабжении.</p> <p>24. Количественные показатели надежности систем электроснабжения по ГОСТ 27002-83.</p> <p>25. Методы расчета показателей надежности систем электроснабжения.</p> <p>26. Способы повышения надежности электроснабжения.</p> <p>27. Повышение надежности электроснабжения с помощью секционирования электрических сетей.</p>	11

№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
Выполнение расчетной работы			10
ВСЕГО			83

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	Расчетная работа № 1 «Расчет сложнзамкнутой сети» Обучающийся приобретает знания при проектировании распределительных электрических сетей, умения решать наиболее характерные (типовые) задачи расчета и проектирования и приобретения опыта в решении таких задач. <i>Уровень самостоятельности – низкий, тип – воспроизводящий (по образцу).</i>	1; 2;7-9
2	Расчетная работа № 2 «Энергосбережение в системах электроснабжения» 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. <i>Уровень самостоятельности – средний, (активно поисковый), тип – конструктивно-вариативный</i>	1,2; 4-9
3	Учебно-исследовательская работа Исследование режимов работы электрических сетей на имитационной модели 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-	1-9

№ п/п	Темы расчетно-графических работ/ учебно-исследовательских работ	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
	фазного источника можно моделировать из разных элементов. <i>Уровень самостоятельности – высокий (интенсивно творческий), тип – творческий (исследовательский)</i>	
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.		

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Взаимосвязь учебного материала лекций, практических/лабораторных/семинарских работ/занятий с тестовыми/экзаменационными 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
ПК-2	1-4	–	2-4	Модуль 1-4	Защита отчета по ЛЗ, РР, Экзамен,
ПК-7	5-12	-	1-6	Модуль 1-4	Защита отчета по ЛЗ, РР, Экзамен
ПК-8	1-12	–	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»)

- <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3110>
- Энергетика и промышленность России – www.eprussia.ru;
- Новости электротехники. Информационно-справочное издание – <http://www.news.elteh.ru>;
- Новости по электроэнергетике, электрическим сетям – <http://forca.ru/info/spravka/uslovnye-oboznacheniya-k-poopornym-shemam.html>;
- ПАО «МРСК Сибири / Россети Сибирь – <http://www.mrsk-sib.ru>.

- 6 [Научная электронная библиотека «eLibrary»](http://elibrary.ru/) <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/Pravoobladataeli/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"м-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, представленных в первом модуле. Как в элементах контактной работы, так и в ²¹ой 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 по слуху:

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 одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

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

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)

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую учебную программу
для подготовки магистров
по дисциплине
«СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»

Направление подготовки **35.04.06 «Агроинженерия»**
Направленность **«Электрооборудование и электротехнологии в АПК»**

Соответствие логической и содержательно-методической взаимосвязи данной дисциплины с другими частями ООП	Соответствует
Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (указать конкретно номера компетенций)	ПК-2; ПК-7; ПК-8
Соответствие аудиторной и самостоятельной нагрузки учебному плану	Соответствует
Процент лекционных занятий от аудиторной нагрузки (указать конкретно)	6/16 – 38%
Последовательность и логичность изучения модулей дисциплины	Соответствует
Наличие междисциплинарных связей с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами	Присутствуют
Соответствие видов самостоятельной работы требованиям к выпускникам в ФГОС	Соответствует
Соответствие диагностических средств (экзаменационных билетов, тестов, комплексных контрольных заданий и др.) требованиям к выпускнику по данной ООП	Соответствует
Использование активных и интерактивных форм проведения занятий (указать конкретно)	Имитационное моделирование в программе MATLAB (лабораторные работы)
Учебно-методическое и информационное обеспечение	Соответствует
Материально-техническое обеспечение данной дисциплины	Соответствует

Дополнения:

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Считаю, что вышеуказанная рабочая учебная программа

Соответствует

(соответствует, не соответствует, требует доработки)

указанному направлению и профилю подготовки

Рецензент: Тимофеев Геннадий Сергеевич
Начальник службы электрических режимов ЦУС
филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Красноярскэнерго», к.т.н.

(подпись)

