

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ, ОБРАЗОВАНИЯ И
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО КОМПЛЕКСА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Инженерных систем и энергетики
Кафедра Электроснабжение сельского
хозяйства

СОГЛАСОВАНО:
Директор института
Кузьмин Н.В.
«31» марта 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Ректор
Пыжикова Н.И.
«31» марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электроснабжение

ФГОС ВО

по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия
(код, наименование)

Направленность (профиль) Электрооборудование и электротехнологии в АПК

Курс 4, 5

Семестр (ы) 8,9

Форма обучения заочная

Квалификация выпускника бакалавр

Красноярск, 2022

Составитель: Чебодаев А.В., к.т.н.; 21.02.2022 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия от 23.08.2017 г. № 813 и профессионального стандарта Специалист в области механизации сельского хозяйства от 02.09.2022 г. №555н

Программа обсуждена на заседании кафедры Электроснабжение сельского хозяйства, протокол от 22.02.2022 г. № 6

Зав. кафедрой, к.т.н., доцент А.В. Бастрон, 22.02.2022 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института Инженерные системы и энергетика, протокол от 30.03.2022 г. № 8

Председатель МКИ ИСиЭ, к.т.н., доцент А.А. Доржеев, 30.03.2022 г.

Заведующий выпускающей кафедрой по направлению подготовки 35.03.06
Агроинженерия, д.т.н., доцент М.П. Баранова 30.03.2022 г.

Оглавление

АННОТАЦИЯ.....	5
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. ТРУДОЁМКОСТЬ МОДУЛЕЙ И МОДУЛЬНЫХ ЕДИНИЦ ДИСЦИПЛИНЫ.....	8
4.2. СОДЕРЖАНИЕ МОДУЛЕЙ ДИСЦИПЛИНЫ.....	9
4.3. ЛЕКЦИОННЫЕ/ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ.....	11
4.5. САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ САМОПОДГОТОВКИ К ТЕКУЩЕМУ КОНТРОЛЮ ЗНАНИЙ.....	16
4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний.....	17
4.5.2. Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/ учебно-исследовательские работы.....	18
5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ.....	19
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	19
6.1. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ (ТАБЛИЦА 9).....	20
6.2. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ – СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»).....	20
6.3. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.....	21
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ.....	24
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	26
Изменения.....	29

Аннотация

Дисциплина «Электроснабжение» относится к обязательной части Блока 1 Дисциплины модули (Б1.О.34) подготовки студентов по направлению 35.03.06 «Агроинженерия».

Дисциплина реализуется в институте инженерных систем и энергетики кафедрой «Электроснабжение сельского хозяйства».

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональных компетенций:

ОПК-2. Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности;

ОПК-4. Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности, и профессиональной компетенции выпускника:

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством, конструктивным исполнением, построением, расчетом возможных режимов работы, выбором оборудования и проектированием сельских электрических сетей.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельную работу студента, курсовое проектирование, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме тестирования, защиты отчетов по лабораторным работам, выполнения курсового проекта и промежуточный контроль в форме зачета и экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единиц, 252 часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (12 час.), лабораторные работы (22час.) и 205 часов самостоятельной работы студента.

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электроснабжение» включена в ОПОП, в обязательную часть 1 Дисциплины (модули). В соответствии с учебным планом дисциплина изучается в 7-м и 8-м семестрах.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Электроснабжения» являются «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины».

Дисциплина «Электроснабжения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Специальные вопросы электроснабжения», «Проектирование систем электрификации», а также прохождения преддипломной практики, прохождения 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 «Электроснабжение» – создание у студентов, достаточно полного представления об особенностях структуры, устройства, построения и функционирования систем сельского электроснабжения. Освоение студентами теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области создания, проектирования и эксплуатации систем электроснабжения для повышения надежности и экономичности электроснабжения сельских потребителей.

Задачи дисциплины:

- Дать общее представление по конструктивному устройству систем производства передачи и распределения электрической энергии;
- Научить студентов проведению и оформлению профессиональной документации по техническому состоянию оборудования систем электроснабжения агропромышленного комплекса;
- Научить студентов выполнять расчеты и анализ режимных показателей существующих систем электроснабжения;
- Обучить студентов основным положениям по проектированию систем сельского электроснабжения с целью оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электроэнергии.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и содержание компетенции	Индекс компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2 Способен использовать нормативные правовые акты и оформлять специальную документацию в профессиональной деятельности.	ИД-1опк-2 Использует существующие нормативные правовые акты и оформляет специальную документацию в соответствии направленностью профессиональной деятельности	Знать: Основные термины, определения, требования и особенности систем сельского электроснабжения. Типы схем, применяемых в системах электроснабжения, их конструктивное выполнение и изображение в документации.
		Уметь: Документально оформлять, читать и анализировать существующие схемы электроснабжения.
		Владеть: Навыками графического изображения схем электроснабжения с применением компьютерных технологий, навыками анализа и синтеза схем распределительных электрических сетей.
ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности	ИД-1опк-4 Обосновывает и реализует современные технологии в соответствии направленностью профессиональной деятельности	Знать: Современный уровень и направление развития электроэнергетики, основные законы физических процессов в электрической сети, правила выполнения электрических расчетов сетей.
		Уметь: Рассчитывать параметры режима электрической сети, анализировать и оценивать режимы работы сельских электрических сетей, выбирать современные средства защиты систем электроснабжения от ненормальных режимов работы.
		Владеть: Навыками разработки мероприятий по экономии электроэнергии и энергосбережению в сельских электрических сетях.

3. Организационно-методические данные дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зач. ед. (252 часа), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	зач. ед.	час.	по семестрам	
			№ 4(с 2)	№ 5(с 1)
Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану	7	252	108	144
Контактная работа	0,95	34	16	18
в том числе:				
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		12/4	6/2	6/2
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		22/6	10/2	12/4
Самостоятельная работа (СРС)	5,7	205	88	117
в том числе:				
курсовая работа (проект)		54		54
самостоятельное изучение тем и разделов		107	68	39
контрольные работы				
реферат				
самоподготовка к текущему контролю знаний		44	20	24
др. виды				
Подготовка к зачету	0,1	4	4	
Подготовка и сдача экзамена	0,25	9		9
Вид контроля:			зачет	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	ЛЗ/ПЗ/С	
Модуль 1 Электрические нагрузки с.-х. предприятий.	14	2	2	10
Модуль 2 Устройство наружных и внутренних электрических сетей, их расчет	36	2	8	26
Модуль 3 Регулирование напряжения в электрических сетях	34	2	2	14
Модуль 4 Токи короткого замыкания и замыкания на землю			4	12
Модуль 5 Перенапряжения и защита от них	24	2		10
Модуль 6 Электрическая аппаратура			2	10

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторна я работа (СРС)
		Л	ЛЗ/ПЗ/С	
Модуль 7 Сельские трансформаторные подстанции	38	2		10
Модуль 8 Релейная защита и автоматизация			4	12
Модуль 9 Сельские электростанции				10
Модуль 10 Надежность электроснабжения	39	2		12
Модуль 11 Качество электрической энергии				9
Модуль 12 Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии				9
Модуль 13 Техничко-экономические показатели установок сельского электроснабжения				7
Курсовое проектирование	54			54
Итого по модулям	239	12	22	205
Подготовка к зачету	4	4		
Подготовка к экзамену	9		9	
ИТОГО	252			

4.2. Содержание модулей дисциплины

Модуль 1. Электрические нагрузки сельскохозяйственных потребителей. Характеристика производственных и коммунально-бытовых потребителей сельского хозяйства. Электрические нагрузки, графики электрических нагрузок, время использования максимальных нагрузок и время потерь. Вероятностно-статистические методы прогнозирования нагрузок. Практические методы определения электрических нагрузок на вводе в дом, в группу домов, на участках линий электропередач, на шинах подстанций. Методы прогнозирования электропотребления крупного сельскохозяйственного района на перспективу.

Модуль 2. Устройство наружных и внутренних электрических сетей, их расчет. Классификация электрических сетей. Конструкция и марка проводов для воздушных линий и внутренних проводок, конструкции и марки силовых кабелей до 10 кВ. Классификация и конструкция опор, методы пропитки деревянных опор. Активные и индуктивные сопротивления проводов и кабелей. Устройство наружных и внутренних электрических сетей. Вводы в здания.

Задачи расчета электрических сетей. Падение и потеря напряжения в трехфазных линиях переменного тока. Понятие о регулировании напряжения. Расчет электрических сетей по экономическим показателям. Приведенные затраты на передачу электрической энергии. Основные понятия о потерях электрической энергии в линиях и трансформаторах. Влияние коэффициента мощности нагрузки на потери электрической энергии. Выбор проводов по экономической плотности тока и экономическим интервалам. «Магистральный метод» выбора сечений

проводов. Расчет сечений проводов по минимуму расхода металла. Выбор сечений проводов внутренних проводок по нагреву. Нагревание проводов и кабелей током нагрузки. Длительно допустимые нагрузки для проводов и кабелей разных марок в зависимости от условий прокладки. Выбор сечений проводов, плавких вставок и автоматических выключателей в сетях напряжением до 1 кВ. Расчет электрических сетей по допустимой потере напряжения. Допустимые потери напряжений и особенности их определения. Определение допустимой потери напряжения табличным способом. Расчет разомкнутых линий трехфазного тока с равномерной нагрузкой фаз. Расчет линий с двухсторонним питанием.

Модуль 3. Регулирование напряжения в сельских электрических сетях.

Влияние различных элементов электрической установки на отклонение напряжения. Определение допустимой потери напряжения. Проверка сети на колебания напряжения при пуске электродвигателей. Методы регулирования напряжения в электрических сетях. Стабилизация или встречное регулирование напряжения. Выбор закона регулирования напряжения на шинах центров питания. Регулирование напряжения генератором, сетевыми регуляторами, включение конденсаторов в сеть.

Модуль 4. Токи короткого замыкания и замыкания на землю.

Общие сведения, виды, причины и последствия коротких замыканий. Задачи расчета токов короткого замыкания методом относительных и именованных единиц. Составление расчетных схем и схем замещения. Определение параметров схем замещения. Начальный процесс короткого замыкания в сетях, питающихся от источника бесконечной мощности. Ударный ток короткого замыкания, ударный коэффициент. Определение тока короткого замыкания по расчетным кривым. Особенности расчета токов короткого замыкания в сельских сетях напряжением ниже 1000 В. Способы заземления нейтрали. Замыкания на землю в системе с изолированной нейтралью. Компенсация токов замыкания на землю.

Модуль 5. Перенапряжения и защита от них. Классификация перенапряжений, грозовые (атмосферные) перенапряжения. Интенсивность грозовой деятельности. Защита установок от прямых ударов молнии. Стержневые и тросовые молниеотводы. Защита электроустановок от волн перенапряжений. Искровые промежутки, трубчатые, вентильные разрядники и ОПН. Защита от перенапряжений электрических сетей до 1000 В.

Модуль 6. Электрическая аппаратура. Понятие об электрических контактах и электрической дуге постоянного и переменного тока, способы гашения электрической дуги. Автоматические выключатели. Плавкие предохранители. Трансформаторы тока и напряжения. Выключатели (масляные и безмасляные), выключатели нагрузки, короткозамыкатели, отделители, разъединители и приводы к ним. Выбор высоковольтной аппаратуры.

Модуль 7. Сельские трансформаторные подстанции. Схемы электрических соединений и конструкция подстанций 110-35/10 кВ. Конструкции распределительных устройств районных трансформаторных подстанций. Потребительские трансформаторные подстанции 35-10/0,4 кВ:

схемы соединений, конструкции, типы, применяемая аппаратура. Выбор мощности трансформаторов подстанции. Определение места расположения трансформаторной подстанции.

Модуль 8. Релейная защита и автоматизация. Назначение релейной защиты и требования, предъявляемые к ней. Электромеханические и полупроводниковые реле. Источники оперативного тока. Максимальная токовая защита на постоянном и переменном оперативном токе. Токовые отсечки. Согласование токовых защит для линий с двухсторонним питанием. Релейная защита трансформаторов, генераторов малой мощности, электродвигателей. Релейная защита электрических сетей напряжением до 1 кВ. Трехфазное автоматическое повторное включение линий с односторонним питанием (АПВ). Автоматическое включение резервного питания (АВР). Устройства для определения повреждения линий в электрических сетях.

Модуль 9. Сельские электростанции. Типы электростанций. Электрические схемы соединений. Схемы автоматизации электростанций. Помещения для электростанций, порядок их обслуживания. Выбор мощности резервной электростанции.

Модуль 10. Надежность электроснабжения. Способы обеспечения надежности электроснабжения потребителей, показатели надежности.

Модуль 11. Качество электрической энергии. Основные показатели качества электрической энергии, их влияние на экономичность работы электроустановок.

Модуль 12. Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии. Методы снижения потерь энергии в сельских электрических сетях.

Модуль 13. Техничко-экономические показатели работы систем сельского электроснабжения. Основные положения технико-экономических расчетов. Капитальные вложения в электрические сети. Годовые эксплуатационные расходы по сельским электрическим сетям. Затраты на производство и передачу электроэнергии. Техничко-экономические обоснования для выбора вариантов повышения надежности электроснабжения.

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 Электрические нагрузки с.-х. предприятий.			2

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

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплин ы	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольно го мероприяти я	Кол-во часов
		Лекция №1 Характеристика производственных и коммунально-бытовых потребителей сельского хозяйства. Электрические нагрузки, графики электрических нагрузок, время использования максимальных нагрузок. Расчет электрических нагрузок сельских электрических сетей.	экзамен	2
2	Модуль 2 Устройство наружных и внутренних электрических сетей, их расчет			2
		Лекция №2 Краткие сведения об устройстве наружных и внутренних электрических сетей. Электрический расчет сетей. Расчет замкнутых электрических сетей. Определение потерь напряжения и способы выбора сечения проводов. Способы и методы расчета потерь энергии в сети. <i>Интер, видео, обсуждение</i>	экзамен	2
3	Модуль 3 Регулирование напряжения в электрических сетях			1
4		Лекция №3 Регулирование напряжения сетевыми регуляторами. Регулирование напряжения изменением потерь напряжения в сети. <i>Интер. (Анализ формулы, обсуждение возможных способов регулирования)</i>	экзамен	1
	Модуль 4 Токи короткого замыкания и замыкания на землю			1
		Лекция №3 Виды коротких замыканий. Трехфазное короткое замыкание в сети, питающейся от источника бесконечной мощности. <i>Интер. построение кривой тока КЗ.</i> Методы расчета токов короткого замыкания. Несимметричные короткие замыкания.	экзамен	1
5	Модуль 5 Перенапряжения и защита от них			0,5
		Лекция № 4 Понятие внутренних и внешних перенапряжений. Способы защиты электрооборудования от прямого попадания молнии. Защита электроустановок от набегающих волн перенапряжений.	экзамен	0,5
6	Модуль 6 Электрическая аппаратура			1,5

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплин ы	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольно го мероприяти я	Кол-во часов
		Лекция № 4 Способы гашения электрической дуги. Высокоточные выключатели. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Выбор электрической аппаратуры. <i>Интер Видео Виды выключателей, обсуждение достоинств и недостатков</i>	экзамен	1,5
7	Модуль 7 Сельские трансформаторные подстанции			05
		Лекция № 5 Конструкции и схемы соединения районных и потребительских трансформаторных подстанций. <i>Интер. Видео, обсуждение</i>	экзамен	0,5
8	Модуль 8 Релейная защита и автоматизация			1
		Лекция № 5 Типы реле, параметры срабатывания. Источники оперативного тока. Токовые защиты. Лекция № 18 Защита радиальных линий напряжением 10 кВ и силовых трансформаторов. АПВ и АВР в электрических сетях.	экзамен	1
9	Модуль 9 Сельские электростанции			0,5
		Лекция № 5 Типы электростанций, входящих в энергосистему. Дизельные электростанции.	экзамен	0,5
10	Модуль 10 Надежность электроснабжения			0,5
		Лекция № 6 Категории потребителей по надежности электроснабжения. Выбор способов повышения надежности электроснабжения сельских потребителей.	экзамен	0,5
11	Модуль 11 Качество электрической энергии			0,5
		Лекция № 6 Общая характеристика свойств и показателей качества электрической энергии.	экзамен	2
12	Модуль 12 Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии			0,5
		Лекция № 6 Мероприятия по снижению технических потерь мощности и энергии в электрических сетях.	экзамен	0,5
13	Модуль 13 Техничко-экономические показатели установок сельского электроснабжения			0,5
		Лекция №6 Методика технико-экономических расчетов систем сельского электроснабжения. Определение технико-экономической эффективности снижения потерь электроэнергии в сельских распределительных сетях. <i>Интер способы снижения потерь энергии, обсуждение,</i>	экзамен	0,5

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплин ы	№ и тема лекции	Вид¹ контрольно го мероприяти я	Кол-во часов
		<i>предложения.</i>		
	ИТОГО			12

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	Электрические нагрузки с.-х. предприятий		2
		1. Определение электрических нагрузок сельских электрических сетей	тестирование	2
2.	Модуль 2	Устройство наружных и внутренних электрических сетей, их расчет		8
		2. Определение потерь напряжения в радиальной сети	тестирование	2
		3. Выбор сечения проводов по экономическим показателям. Выбор проводов по условиям нагрева, особенности выбора проводов СИП. Выбор сечения проводов по допустимой потере напряжения	тестирование	2
		4. Расчет потерь мощности и энергии в электрических сетях. <i>Элементы интер. Замена реального графика нагрузок, прямоугольником.</i>	тестирование	2
		5. Расчет нормального режима работы замкнутых электрических сетей Расчет аварийного режима работы замкнутых электрических сетей. Построение эпюры напряжений. <i>Интер Эпюра распределения напряжения вдоль линии, факторы влияющие на уровень напряжения.</i>	тестирование	2
	Модуль 3	Регулирование напряжения в электрических сетях		2
		6. Регулирование напряжения в сельских электрических сетях конденсаторными установками	защита отчетов, тестирование	2
	Модуль 4	Токи короткого замыкания и замыкания на землю		4
		7. Режимы работы нейтралей электрических сетей. <i>Интер обсуждение режимов, анализ по научно-практическому журналу «Новости электротехники»</i>	защита отчетов, тестирование	2
		8. Расчет токов короткого замыкания методом именованных и относительных единиц	защита отчетов, 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
	Модуль 6 Электрическая аппаратура			2
		9. Изучение устройства измерительных трансформаторов тока и напряжения.	защита отчетов, тестирование,	2
	Модуль 8 Релейная защита и автоматизация			4
		10. Максимальные токовые защиты и токовые отсечки на постоянном оперативном токе	защита отчетов, тестирование	2
		11. Исследование различных схем включения трансформаторов тока для релейной защиты	защита отчетов, тестирование	2
	ИТОГО			22

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 курсового проекта.

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>).
- самостоятельная работа при выполнении курсового проекта;
- 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 Электрические нагрузки с.-х. предприятий		10
		Характеристика производственных и коммунально-бытовых потребителей сельского хозяйства. Электрические нагрузки, графики электрических нагрузок,	4

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		время использования максимальных нагрузок и время потерь.	
		Расчет электрических нагрузок сельских электрических сетей.	5
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 2 Устройство наружных и внутренних электрических сетей, их расчет			26
...		Устройство наружных и внутренних электрических сетей. Электрический расчет сетей. Характеристика и расчет параметров схем замещения воздушных и кабельных электрических сетей.	4
		Определение потерь напряжения и способы выбора сечения проводов.	8
		Способы и методы расчета потерь энергии в сети.	6
		Расчет замкнутых электрических сетей.	6
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	2
Модуль 3 Регулирование напряжения в электрических сетях			14
		Регулирование напряжения сетевыми регуляторами.	6
		Регулирование напряжения изменением потерь напряжения в сети.	6
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 4 Токи короткого замыкания и замыкания на землю			12
		Виды коротких замыканий. Трехфазное короткое замыкание в сети, питающейся от источника бесконечной мощности.	4
		Методы расчета токов короткого замыкания.	3
		Несимметричные короткие замыкания.	3
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 5 Перенапряжения и защита от них			10
		Понятие внутренних и внешних перенапряжений. Способы защиты электрооборудования от прямого попадания молнии.	4
		Защита электроустановок от набегающих волн перенапряжений. Принципы защиты электрооборудования подстанций от перенапряжений.	4
		Подготовка к лабораторным занятиям	1
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 6 Электрическая аппаратура			10
		Способы гашения электрической дуги. Высоковольтные выключатели.	4
		Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Выбор электрической аппаратуры.	2
		Подготовка к лабораторным занятиям	2
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	2
Модуль 7 Сельские трансформаторные подстанции			10

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		Конструкции и схемы соединения районных и потребительских трансформаторных подстанций. Изучение раздела «Схемы электрических соединений и конструкция подстанций 110-35/10 кВ. Конструкции распределительных устройств районных ТП. Потребительские ТП 35-10/0,4 кВ: схемы соединений, конструкции, типы, применяемая аппаратура. Выбор мощности трансформаторов подстанции. Определение места расположения ТП»	9
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 8 Релейная защита и автоматизация			12
		Типы реле, параметры срабатывания. Источники оперативного тока. Токовые защиты.	5
		Защита радиальных линий напряжением 10 кВ и силовых трансформаторов. АПВ и АВР в электрических сетях.	4
		Подготовка к лабораторным занятиям	2
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 9 Сельские электростанции			10
		Типы электростанций, входящих в энергосистему. Дизельные электростанции. Их конструктивное исполнение, автономное электроснабжение.	9
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 10 Надежность электроснабжения			12
		Категории потребителей по надежности электроснабжения.	5
		Выбор способов повышения надежности электроснабжения сельских потребителей.	6
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 11 Качество электрической энергии			9
		Общая характеристика свойств и показателей качества электрической энергии.	8
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 12 Электроснабжение и рациональное использование электроэнергии			9
		Изучение раздела «Методы и способы снижения технических потерь мощности в сельских электрических сетях 0,4 и 10 кВ»	3
		Мероприятия по снижению технических потерь мощности и энергии в электрических сетях.	5
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
Модуль 13 Техничко-экономические показатели установок сельского электроснабжения			7
		Изучение методических указаний по технико- экономическому обоснованию электросетевых объектов	3
		Методика технико-экономических расчетов систем сельского электроснабжения. Определение технико- экономической эффективности снижения потерь электроэнергии в сельских распределительных сетях.	3

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
		Самотестирование по модулю на платформе LMS Moodle	1
ВСЕГО			151

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

Таблица 7

№ п/п	Темы курсовых проектов (работ)	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
1	Проектирование системы электроснабжения населенного пункта Проект нацелен на формирование компетентности – способности применять свои знания и умения, при решении типовых задач при проектировании систем электроснабжения	1-7
2	Реконструкция существующей системы электроснабжения реального объекта Проект нацелен на формирование компетентности – способности применять свои знания и умения, при решении как типовых, так и нетиповых задач при проектировании систем электроснабжения	1-7
Примеры решений при выполнении указанных проектов, а также основные моменты и вопросы, связанные с их выполнением в полном объеме приведены в учебном пособии: Костюченко, Л.П. Проектирование систем сельского электроснабжения: Учеб.пособие, 3-е изд., испр. и доп. [Текст] / Л.П. Костюченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 264с. Или в электронном издании в формате pdf: http://www.kgau.ru/sveden/content/web/mu_350306.html		

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

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

Таблица 8

Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ПЗ	ЛЗ	СРС	Другие виды	Вид контроля
-------------	--------	----	----	-----	----------------	-----------------

Компетенции	Лекции	ПЗ	ЛЗ	СРС	Другие виды	Вид контроля
ОПК-2	1-21	1 –8	1-21	Модуль 1-13	Защита КП	Экзамен, зачет
ОПК-4	1-19	2,6,	7,8	Модуль 1-13	Защита КП	Экзамен, зачет

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1. Лещинская, Т.Б. Электроснабжение сельского хозяйства [Текст]. / Т.Б. Лещинская, И.В. Наумов – М.: КолосС. – 2008. – 655с.
2. Фролов, Ю.М. Шелякин, В.П. Основы электроснабжения [Текст]. / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин, В.П. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 480 с.
3. Костюченко, Л.П. Проектирование систем сельского электроснабжения: Учеб.пособие, 2-е изд., испр. и доп. [Текст] / Л.П. Костюченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2016. – 264с.
4. Костюченко, Л.П. Электроснабжение: Учеб.пособие, [Текст] / Л.П. Костюченко, А.В. Чебодаев; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2018. – 395с
5. Костюченко, Л.П. Электроснабжение: Метод. указания для самостоятельной работы, [Текст] / Л.П. Костюченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 92с.
6. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учеб.пособие [Текст] / А.А. Герасименко, В.Т. Федин.– Ростов-н/Д.: Феникс; Красноярск: Издательские проекты (серия «Высшее образование»), 2006.– 720с.
7. Костюченко, Л.П. Имитационное моделирование систем сельского электроснабжения в программе MATLAB: Учеб. пособие [Текст] / Л.П. Костюченко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2012. – 215 с.

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;
- 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/>.

6.3. Программное обеспечение

8. Windows 7 Enterprise (бессрочная лицензия) Офисный пакет Office 2007 Russian Open License Pack (Академическая лицензия №44937729 от

- 15.12.2008) MS Open License Office Access 2007 (Лицензия академическая №45965845 31.10.2011)
9. 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)
 10. Свободно распространяемое программное обеспечение: Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования), Notepad++, Офисный пакет LibreOffice 6.2.1.

Таблица 9

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙКафедра электроснабжения сельского хозяйства Направление подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»Дисциплина «Электроснабжение»

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое кол-во экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр.	Библ.	Каф.		
Лекции, СРС	Электроснабжение сельского хозяйства	Т.Б. Лещинская, В.И. Наумов	Москва, КолосС	2008	+		+	+	30	50
Лекции, лаб. раб. пр.	Электроснабжение [учебное пособие]	Л.П. Костюченко, А.В. Чебодаев	КрасГАУ	2018	+		+		30	40
Лекции, СРС	Основы электроснабжения	Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин	Санкт-Петербург: Лань	2012		+	+	+	10	20+ https://e.lanbook.com/book/4545
Лекции, СРС	Проектирование систем сельского электроснабжения	Л.П. Костюченко,	КрасГАУ	2016	+				20	40
СРС	Электроснабжение: метод. указания для самостоятельной работы	Костюченко Л.П.	КрасГАУ	2014	+			+	2	2+ ИРБИС 64
Лекции, СРС	Передача и распределение электрической энергии	А.А. Герасименко, В.Т. Федин	М: Кнорус	2006	+		+	2	10	28
Лекции, СРС	Имитационное моделирование систем сельского электроснабжения в программе MATLAB	Л.П. Костюченко	КрасГАУ	2012		+	+	+	30	115+ИРБИС

Директор Научной библиотеки  Зорина Р.А.

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

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

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ (100 баллов)			
8 семестр			
Выполнение и защита лабораторных работ		Посещение занятий	
№ занятия	Баллы	№ лекции	Баллы
1	0...6	1	0...2
2	0...6	2	0...2
3	0...6	3	0...2
4	0...6		
5	0...6		
Итого	0...30		0...6
Формирование бланка задания на курсовой проект			6
Самотестирование по модулям			18
Итого текущий контроль			60
Зачет			

Примечание

1. Посещение лекций 2 б;
2. Выполнение лаб. работы и написание отчета – 4 б;
3. Защита отчета по лаб. работе – 2 б;
4. Формирование бланка задания на курсовой проект для учебного проекта или по реальному объекту 6 б;
5. Самотестирование на платформе LMS Moodle 18 б.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ (100 БАЛЛОВ)

9 семестр

Выполнение и защита лабораторных работ		Посещение занятий	
№ занятия	Баллы	№ лекции	Баллы
1	0...4	1	0...1
2	0...4	2	0...1
3	0...4	3	0...1
4	0...4		
5	0...4		
6	0...4		
Итого	0...24		0...3
Выполнение курсового проекта			14
Защита курсового проекта			6
Самотестирование по модулям			13
Итого текущий контроль			60
Экзамен			

Примечание

Посещение лекций 1 б;
 Выполнение лаб. работы и написание отчета – 2 б;
 Защита отчета по лаб. работе – 2 б;
 Выполнение курсового проекта 14 б;
 Защита курсового проекта 6 б;
 Самотестирование на платформе LMS Moodle 18 б.

Итоговый контроль по дисциплине представляет собой сдачу экзамена в виде компьютерного тестирования.

Список тестов к экзамену представлен в Учебном пособии «Электроснабжение». (позиция 2 таблицы 9).

Критерии выставления оценок следующие:

60 – 75 б. – удовлетворительно

76 – 89 б. – хорошо

90 – 100 – отлично

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

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/Э.

1-26 Компьютерный класс; Компьютерный класс с выходом в интернет: Компьютер DEPO Neos i3 2120/4G/DVD+RW/монитSamsung - 20 шт., Передвижной проекционный столик PT-5, Экран демонстрационный.

1-06 Читальный зал библиотеки Переносная мультимедийная установка, меловая доска, принтер. Парты, учебно-методическая литература, компьютерная техника с подключением к Интернет.

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 дистанционной форме, изучение модульных единиц требует установленной последовательности.

Работая в электронном курсе, на платформе LMS Moodle 1 <https://e.kgau.ru/course/view.php?id=3110> 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 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	• в печатной форме; • в форме электронного документа;
С нарушением зрения	• в печатной форме увеличенным шрифтом; • в форме электронного документа; • в форме аудиофайла;
С нарушением опорно-двигательного аппарата	• 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.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую учебную программу
для подготовки бакалавров
по дисциплине
«ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

Направление подготовки **35.03.06 «Агроинженерия»**
Профиль подготовки **«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)	ОПК-2; ОПК-4;
Соответствие аудиторной и самостоятельной нагрузки учебному плану	Соответствует
Процент лекционных занятий от аудиторной нагрузки (указать конкретно)	42/100 – 42%
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
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: Гаврилов Геннадий Сергеевич
Начальник службы электрических режимов ЦУС
филиала ПАО «МРСК Сибири» – «Красноярскэнерго», к.т.н.

