

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"**

Рег. № 000009972



Кафедра электротехники и автоматики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Наименование дисциплины (модуля): Электроснабжение

Уровень образования: Бакалавриат

Направление подготовки: 35.03.06 Агроинженерия

Профиль подготовки: Автоматизация технологических процессов
Очная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.06 Агроинженерия (приказ № 813 от 23.08.2017 г.)

Разработчики:
Васильев Д. А., ассистент

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 28.03.2025 года

1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование у студентов системы компетенций для решения профессиональных задач исследования, проектирования и эксплуатации установок сельского электроснабжения

Задачи дисциплины:

- изучить схемы и устройство наружных и внутренних электрических сетей, аппаратуры, высоковольтного и низковольтного оборудования подстанций и сельских электростанций;
- освоить инженерные методы расчета электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей, рабочих и аварийных режимов сельских электрических сетей;
- знать устройство и принцип действия, владеть инженерными методами расчета и выбора релейной защиты и автоматики систем сельского электроснабжения;
- приобрести навыки проектирования и исследования установок сельского электроснабжения, оценки качества, надежности и технико-экономической эффективности систем сельского электроснабжения.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Электроснабжение» относится к базовой части учебного плана.

Дисциплина изучается на 3, 4 курсе, в 6, 7 семестрах.

Изучению дисциплины «Электроснабжение» предшествует освоение дисциплин (практик):

Физика;
Математика;
Химия;
Теоретические основы электротехники;
Электронная техника;
Монтаж электрооборудования и средств автоматики.

Освоение дисциплины «Электроснабжение» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

- ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

Студент должен уметь:

Использовать материалы научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства. Обосновывать применение современного энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

Студент должен владеть навыками:

Материалами научных исследований по совершенствованию энергетического оборудования, средств автоматизации и электрификации сельского хозяйства

- ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Классические и современные методы исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства

Студент должен уметь:

Проводить экспериментальные исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства.

Студент должен владеть навыками:

Классическими и современными методами исследования в области электрификации и автоматизации сельского хозяйства

- ПК-1 Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Современные методы исследований, методы статистической обработки результатов опытов.

Студент должен уметь:

Проводить статистическую обработку результатов опытов, обобщать результаты опытов и формулирует выводы

Студент должен владеть навыками:

Проведением лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлением их описания и формулировкой выводов

4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Шестой семестр	Седьмой семестр
Контактная работа (всего)	94	46	48
Лабораторные занятия	24	12	12
Лекционные занятия	42	20	22
Практические занятия	28	14	14
Самостоятельная работа (всего)	95	62	33
Виды промежуточной аттестации	27		27
Зачет		+	
Курсовая работа			+
Экзамен	27		27
Общая трудоемкость часы	216	108	108
Общая трудоемкость зачетные единицы	6	3	3

5. Содержание дисциплины

Тематическое планирование (очное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	Шестой семестр, Всего	108	20	14	12	62
Раздел 1	Наружные и внутренние электрические сети	18	4	2	2	10
Тема 1	Устройство наружных электрических сетей	9	2	2		5
Тема 2	Внутренние электропроводки	9	2		2	5
Раздел 2	Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей	90	16	12	10	52
Тема 3	Электрические нагрузки потребителей	9	2		2	5
Тема 4	Методы расчета электрических нагрузок	9	2	2		5
Тема 5	Методы электрического расчета сетей по экономическим показателям	9	2	2		5
Тема 6	Методы электрического расчета сетей по потере напряжения	9	2	2		5
Тема 7	Падение и потеря напряжения в сетях с равномерной и неравномерной нагрузкой фаз	9	2		2	5
Тема 8	Электрический расчет замкнутых сетей	8	1		2	5
Тема 9	Регулирование напряжения в сельских электрических сетях	8	1	2		5
Тема 10	Механический расчет ВЛ	8	1	2		5
Тема 11	Токи короткого замыкания в электрических сетях	7	1		2	4
Тема 12	Методы расчета токов короткого замыкания	7	1	2		4
Тема 13	Перенапряжения и защита от них	7	1		2	4
	Седьмой семестр, Всего	81	22	14	12	33
Раздел 3	Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения	26	8	4	4	10
Тема 14	Электрическая аппаратура в системах сельского электроснабжения	6	2		2	2
Тема 15	Сельские трансформаторные подстанции	6	2	2		2
Тема 16	Сельские электрические станции	7	2		2	3
Тема 17	Резервные электростанции	7	2	2		3
Раздел 4	Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения	38	10	6	6	16
Тема 18	Назначение, характеристика и средства релейной защиты	7	2		2	3
Тема 19	Схемы защит в системах сельского электроснабжения	7	2	2		3
Тема 20	Автоматика сельских ТП	7	2		2	3
Тема 21	Автоматика сельских электростанций	7	2	2		3
Тема 22	Устройства для определения мест повреждения на воздушных ЛЭП	5	1		2	2
Тема 23	Микропроцессорные релейная защита, управление и автоматика	5	1	2		2

Раздел 5	Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения	17	4	4	2	7
Тема 24	Качество электрической энергии и надежность электроснабжения	5	1	2		2
Тема 25	Технико-экономическая оценка эффективности сельского электроснабжения	5	1		2	2
Тема 26	Проектирование систем сельского электроснабжения	5	1	2		2
Тема 27	Эксплуатация и ремонт установок сельского электроснабжения	2	1			1

На промежуточную аттестацию отводится 27 часов.

Содержание дисциплины (очное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Провода и кабели. Активные и индуктивные сопротивления проводов. Изоляторы и опоры ВЛ. Особенности выполнения ВЛ. Вводы в здания. Схемы и классификация электрических сетей. Режимы нейтрали электрических сетей.
Тема 2	Классификация помещений, виды и особенности электропроводок, выбор марок проводов и кабелей. Прокладка кабелей.
Тема 3	Общие сведения. Простейшие вероятностно-статистические модели определения расчетных нагрузок. Прогнозирование электропотребления и коэффициента роста нагрузок. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.
Тема 4	Расчет нагрузок по вероятностным характеристикам. Определение расчетных нагрузок в электрических сетях с помощью коэффициентов одновременности и по табличным добавкам.
Тема 5	Расчет электрических сетей по экономической плотности тока. Метод экономических интервалов. Магистральный метод. Потери энергии в электрических сетях. Расчет внутренних проводок.
Тема 6	Расчет линий постоянного тока. Расчет магистралей трехфазного тока. Расчет сетей трехфазного тока по условию наименьшего расхода цветного металла. Расчет стальных проводов.
Тема 7	Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока с симметричной нагрузкой фаз. Падение и потеря напряжения в трехфазных с неравномерной нагрузкой фаз.
Тема 8	Радиальные и замкнутые сети. Линии с двухсторонним питанием. Сложные замкнутые сети.
Тема 9	Определение допустимой потери напряжения в сети. Регулирование напряжения в сельских электрических сетях.
Тема 10	Механические нагрузки на провода. Механический расчет проводов. Механический расчет опор.
Тема 11	Общие сведения. Начальный период короткого замыкания вблизи шин генератора. Несимметричные короткие замыкания. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
Тема 12	Расчет токов короткого замыкания (КЗ) в именованных единицах. Метод относительных базисных единиц. Расчет токов КЗ вблизи шин генератора. Расчет токов КЗ при питании от энергосистемы. Определение токов КЗ в сельских сетях напряжением 0,38 В.

Тема 13	Атмосферные перенапряжения и защита от них. Защита электроустановок от прямых ударов молнии. Защита от на-бегающих волн перенапряжений. Защита линий и оборудо-вания подстанций от перенапряжений. Грозозащитные и повторные заземления на ВЛ 0,38 кВ.
Тема 14	Электрические контакты и электрическая дуга. Изоляторы электроустановок. Защитные и коммутационные аппараты (автоматические воздушные выключатели, автоматы гаше-ния поля, предохранители с плавкой вставкой, масляные и безмасляные выключатели, разъединители, короткозамыкатели, отделители). Приводы к коммутационной аппаратуре. Измерительные трансформаторы. Конденсаторы для повышения коэффициента мощности. Выбор аппаратуры.
Тема 15	Общие сведения. Схемы соединений районных трансформаторных подстанций (ПС). Распределительные устройства трансформаторных подстанций. Принципиальная схема и компоновка оборудования ПС 110/10 кВ. Потребительские трансформаторные подстанции ТП 6-10/0,4 кВ.
Тема 16	Общие сведения. Дизельные электрические станции. Гидравлические электростанции. Ветроэлектрические станции.
Тема 17	Общие сведения. Передвижные и стационарные резервные электростанции. Электростанции с приводом от тракторов. Выбор мощности резервных электростанций. Обслуживание резервных дизельных электростанций.
Тема 18	Назначение и общая характеристика РЗиА. Классификация и параметры реле. Принципы выполнения электромеханических реле. Полупроводниковая база исполнения релейной защиты.
Тема 19	Общая характеристика защит. Требования, предъявляемые к устройствам релейной защиты. Оперативный ток и управление средствами защиты. Измерительные преобразователи тока в схемах релейной защиты. Схемы соединений трансформаторов тока с исполнительными органами защиты. Основные виды токовых защит в системах электроснабжения.
Тема 20	Автоматическое повторное включение (АПВ) линий элек-тропередачи. Автоматическое включение резервного пита-ния (АВР).
Тема 21	Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) син-хронных генераторов. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов. Автоматическое включение синхрон-ных генераторов на параллельную работу.
Тема 22	Устройства для определения места короткого замыкания. Приборы для определения мест замыкания на землю.
Тема 23	Цифровые микропроцессорные органы защиты. Многофункциональный микропроцессорный блок БМРЗ-04. Мик-ропроцессорные комплектные устройства защиты и автоматики (терминалы) серии SPAC800.
Тема 24	Показатели качества электрической энергии. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников. Меры-приятия по улучшению качества электрической энергии. Категории потребителей по степени надежности электроснабжения и нормативные уровни надежности. Оценка надежности схем электроснабжения. Выбор средств повышения надежности электроснабжения при проектировании.
Тема 25	Методика технико-экономических расчетов. Многокритериальный выбор лучшего решения. Затраты на производство и передачу электроэнергии. Техничко-экономическое обоснование мероприятий повышения надежности электро-снабжения. Снижение потерь электроэнергии и её радио-нальное использование.
Тема 26	Общие сведения. Выбор схем электрических линий и трансформаторных подстанций. Проектирование электро-проводок в производственных и общественных зданиях.

Тема 27	Основные задачи эксплуатации электрических сетей. Эксплуатация воздушных электрических сетей. Ремонт воздушных электрических сетей. Организация эксплуатации и ремонта электрических сетей.
---------	---

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Литература для самостоятельной работы студентов

1. Электроснабжение сельского населенного пункта [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине "Электроснабжение" для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению "Агроинженерия", сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Цыркина Т. В. - Издание 3-е изд., испр. и перераб. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2016. - 82 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&parent=12766&id=15241>

2. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия», - Москва: Транслог - 657 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/325213/info>

3. Электроснабжение: расчет максимальной токовой защиты сельской распределительной сети [Электронный ресурс]: учебное пособие для самостоятельной работы студентов бакалавриата, обучающихся по направлению «Агроинженерия». (профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии»), сост. Кочетков Н. П., Широбокова Т. А., Родыгина Т. А., Цыркина Т. В. - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2017. - 48 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=20683>

4. Васильев Д. А., Пантелеева Л. А., Цыркина Т. В., Широбокова Т. А. Релейная защита и автоматика. Токовые защиты ЛЭП [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавриата «Агроинженерия», «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2021. - 59 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=43658>; <http://e.lanbook.com/book/257945>; <https://lib.rucont.ru/efd/809450/info>

5. Васильев Д. А., Пантелеева Л. А. Релейная защита и автоматика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата «Агроинженерия» и «Теплоэнергетика и теплотехника», - Ижевск: РИО Ижевская ГСХА, 2021. - 40 с. - Режим доступа: <http://portal.udsau.ru/index.php?q=docs&download=1&id=43655>; <http://e.lanbook.com/book/257948>; <https://lib.rucont.ru/efd/809451/info>

Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

Шестой семестр (62 ч.)

Вид СРС: Задача (практическое задание) (30 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

Вид СРС: Собеседование (подготовка) (10 ч.)

Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (22 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Седьмой семестр (33 ч.)

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (20 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

Вид СРС: Задача (практическое задание) (13 ч.)

Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задача (задание) должна быть направлена на оценивание тех компетенций, которые подлежат освоению в данной дисциплине, должна содержать четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий.

7. Тематика курсовых работ(проектов)

1 Электроснабжение сельского населенного пункта

8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-1	3 курс, Шестой семестр	Зачет	Раздел 1: Наружные и внутренние электрические сети.
ПК-1	3 курс, Шестой семестр	Зачет	Раздел 2: Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей.
ПК-1	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 3: Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения.
ОПК-4 ПК-1	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 4: Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения.
ОПК-5	4 курс, Седьмой семестр	Экзамен	Раздел 5: Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения.

8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

Повышенный уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

Базовый уровень:

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

Пороговый уровень:

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

Уровень ниже порогового:

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

Критерии оценки знаний студентов по дисциплине

Оценка Хорошо:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, некоторые с недочетами.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции в целом соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: средний.

Оценка Удовлетворительно:

Полнота знаний: минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: ниже среднего.

Оценка Неудовлетворительно:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Не зачтено:

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.
Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;
- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

Оценка Зачтено:

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;
- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

Оценка Отлично:

Полнота знаний: уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.

Наличие умений: продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции полностью соответствует требованиям;
- имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: высокий.

8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Наружные и внутренние электрические сети

ПК-1 Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы

1. Назовите марки проводов для воздушных линий.
2. Как устроены самонесущие изолированные провода?

3. Каково устройство кабеля?
4. Какие типы изоляторов применяют в воздушных линиях различных классов напряжений?
5. Что такое габарит линии, стрела провеса?
6. Как определяют режим, когда механическое напряжение в проводе максимально?
7. От каких параметров зависит внешнее индуктивное сопротивление воздушной линии?

Раздел 2: Рабочие и аварийные режимы сельских электрических сетей

ПК-1 Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы

1. Что такое время использования максимальной нагрузки T и время максимальных потерь τ ?
2. Поясните, как рассчитать электрическую нагрузку на шинах подстанции, на участке линии электропередачи.
3. Что такое магистральный принцип построения сети?
4. Что такое плавкий предохранитель и как его выбирают для защиты внутренней проводки?
5. Расскажите об экономической плотности тока. От каких параметров она зависит?
6. Каков порядок расчета проводов магистральным методом?
7. У каких проводов активное и внутреннее индуктивное сопротивления зависят от тока?

Раздел 3: Аппараты и оборудование систем сельского электроснабжения

ПК-1 Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы

1. Назовите способы гашения электрической дуги.
2. Чем отличаются по назначению и устройству разъединители, выключатели нагрузки и выключатели?
3. Как можно отключить районную трансформаторную подстанцию от системы с помощью отделителя и короткозамыкателя?
4. Назовите виды погрешностей измерений, проводимых с помощью трансформаторов тока и напряжения.
5. Каковы принципы выбора электрической аппаратуры?
6. Какие электрические аппараты используют в схемах потребительских подстанций напряжением 10/0,38 кВ?

Раздел 4: Релейная защита и автоматизация систем сельского электроснабжения

ПК-1 Способен участвовать в проведении лабораторных работ исследовательского характера по общепринятым методикам, составлять их описание и формулировать выводы

1. Назовите виды устройств автоматики, применяемых в системах электроснабжения.
2. Объясните принципы построения микропроцессорных устройств защиты и автоматики.
3. Какие требования предъявляются к получаемым результатам расчета ТКЗ?
4. По каким основным условиям должны выбираться высоковольтные выключатели?
5. Каковы основные достоинства высоковольтных элегазовых выключателей?
6. Каковы отличительные свойства элегазовых колонковых выключателей?

ОПК-4 Способен реализовывать современные технологии и обосновывать их применение в профессиональной деятельности;

1. Какие типы защит используют для силовых трансформаторов?
2. Какие устройства защиты применяют в сетях напряжением 0,38 кВ?
3. Как определяется термическое действие токов КЗ при наличии устройства автоматического повторного включения?

4. Как вычисляется периодическая составляющая времени короткого замыкания при длительности срабатывания релейной защиты более 1с?

5. Как учитывается аperiodическая составляющая времени короткого замыкания при длительности срабатывания релейной защиты более 5с?

Раздел 5: Основные показатели, проектирование и эксплуатация систем сельского электроснабжения

ОПК-5 Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности;

1. Перечислите основные показатели качества электроэнергии.
2. Что такое отклонение напряжения?
3. Назовите потребителей электроэнергии, отнесенных к первой категории по надежности электроснабжения.
4. Назовите средства и мероприятия по повышению надежности электроснабжения.
5. В каких случаях при проектировании РТП следует предусматривать к установке два трансформатора?
6. Перечислите средства повышения надежности электроснабжения, устанавливаемые на линиях 10 кВ.

8.4. Вопросы промежуточной аттестации

Шестой семестр (Зачет, ПК-1)

1. ЕЭС России, её структура. Особенности систем электроснабжения сельских районов. Электрические сети: питающие, распределительные, глубокий ввод.
2. Электрические станции: тепловые, гидравлические и атомные.
3. Электрические нагрузки сельскохозяйственных потребителей. Расчетные нагрузки и расчетный период. Графики нагрузки: суточные, годовые, по продолжительности.
4. Расчёт электрических нагрузок сельскохозяйственных потребителей с использованием коэффициента одновременности и табличных добавок.
5. Расчёт электрических нагрузок по их вероятностным характеристикам с использованием методики АО «РОСЭП».
6. Нагрузки комплексов по промышленному производству сельскохозяйственной продукции.
7. Отклонение напряжения в электрической сети. Связь с потерями напряжения. Влияние различных элементов электроустановок на отклонения напряжения в сети.
8. Падение и потеря напряжения в сетях переменного тока. Прямая задача расчета.
9. Порядок расчета электрических сетей по потере напряжения при постоянном сечении проводов.
10. Порядок расчёта электрических сетей по потере напряжения при постоянной плотности тока в проводах.
11. Максимальная токовая защита (МТЗ).
12. Токовая отсечка (ТО).
13. Направленная МТЗ.
14. Продольная дифференциальная токовая защита.
15. Автоматическое повторное включение (АПВ).
16. Автоматическое включение резерва (АВР).
17. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) генераторов с токовым компаундированием.
18. АРВ с фазовым компаундированием.
19. Автоматическая форсировка возбуждения (АФВ) генераторов.
20. Автоматическое гашение поля (АГП) генераторов.
21. Синхронизация генераторов.
22. Устройства для определения мест повреждения на ВЛ.
23. Сельские электрические станции.

24. Трансформаторные подстанции (ТП) 10/0,4 кВ.
25. Надёжность электроснабжения.
26. Основные положения технико-экономических расчётов. Стоимость электрических сетей.

Седьмой семестр (Экзамен, ОПК-4, ОПК-5, ПК-1)

1. Электроэнергетическая система России. Системы электроснабжения сельских районов.
2. Электрические нагрузки с.-х. потребителей ЭЭ. Методы суммирования нагрузок.
3. Нагрузки комплексов по промышленному производству с.-х. продукции.
4. Устройство наружных электрических сетей.
5. Себестоимость передачи ЭЭ. Выбор сечений проводов ВЛ по экономической плотности тока и по экономическим интервалам нагрузки.
6. Потери энергии в электрических сетях.
7. Расчёт проводов и кабелей по нагреву.
8. Расчёт трехфазных сетей с равномерной нагрузкой фаз по потере напряжения при постоянном сечении проводов и при постоянной плотности тока в проводах.
9. Расчёт сетей трехфазного тока по условию наименьшего расхода цветного металла.
10. Основные методы электрического расчёта стальных проводов.
11. Расчёт трехфазных сетей с неравномерной нагрузкой фаз при соединении однофазных нагрузок в треугольник.
12. Расчёт трехфазных сетей с неравномерной нагрузкой фаз при соединении однофазных нагрузок в звезду.
13. Трёхфазно-однофазные сети.
14. Расчёт линии с двусторонним питанием.
15. Радиальные и замкнутые сети. Расчёт сложных замкнутых сетей.
16. Отклонения напряжения. Влияние различных элементов электроустановок на отклонения напряжения.
17. Определение допустимой потери напряжения. Таблица отклонений напряжения.
18. Проверка сети на кратковременные понижения напряжения при пуске электродвигателей.
19. Регулирование напряжения в электрических сетях.
20. Механический расчёт ВЛ.
21. Задачи и методы расчёта ТКЗ.
22. Особенности расчёта ТКЗ в сельских сетях напряжением 380 В.
23. Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью.
24. Перенапряжения в электроустановках.
25. Защита от прямых ударов молнии.
26. Защита от наведенных перенапряжений.
27. Защита сельских электроустановок от атмосферных перенапряжений.
28. Электрические контакты.
29. Электрическая дуга. Основные стадии горения, способы гашения электрической дуги.
30. Автоматические воздушные выключатели и плавкие предохранители.
31. Масляные и безмасляные выключатели.
32. Разъединители, короткозамыкатели и отделители. Приводы к коммутационной аппаратуре.
33. Измерительные трансформаторы тока и напряжения.
34. Выбор электрической аппаратуры.
35. Основные виды устройств автоматики в системах сельского электроснабжения. Релейная защита, основные требования, принцип действия реле разных типов.
36. Трансформаторы тока в системах релейной защиты.
37. Максимальная токовая защита (МТЗ).
38. Токовая отсечка (ТО).
39. Максимальная токовая направленная защита.

40. Защита силовых трансформаторов.
41. Защита сетей напряжением 0,38 кВ.
42. Автоматическое повторное включение (АПВ).
43. Автоматическое включение резерва (АВР).
44. Автоматическое регулирование возбуждения (АРВ) генераторов.
45. Автоматические: форсировка возбуждения (АФВ) и гашение поля (АГП) генераторов.
46. Синхронизация генераторов.
47. Устройства для определения повреждений на воздушных ЛЭП.
48. Трансформаторные подстанции 10/0,38 кВ.
49. Сельские электрические станции.
50. Уровни автоматизации резервных электростанций.
51. Надежность электроснабжения.
52. Качество электрической энергии.
53. Энергосбережение и рациональное использование электрической энергии.
54. Основные положения технико-экономических расчётов в электроэнергетике.
55. Капитальные затраты и годовые эксплуатационные расходы электрических сетей.
56. Затраты на производство и передачу электрической энергии.
57. Техничко-экономическое обоснование средств повышения надежности электроснабжения.
58. Организация эксплуатации и ремонта электрических сетей.

8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в

устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

9. Перечень учебной литературы

1. Лещинская Т. Б., Наумов И. В. Электроснабжение сельского хозяйства [Электронный ресурс]: учебник для студентов, осваивающих образовательные программы бакалавриата по направлению подготовки «Агроинженерия», - Москва: Транслог - 657 с. - Режим доступа: <https://lib.rucont.ru/efd/325213/info>

10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет

1. moodle.udsau.ru - Система дистанционного обучения Удмуртского ГАУ
2. udsau.ru - Официальный сайт Удмуртского ГАУ с электронным каталогом научной библиотеки
3. portal.udsau.ru - Портал Удмуртского ГАУ с библиотекой учебных пособий, информацией об успеваемости, ВКР, расписаниями учебных занятий и преподавателей
4. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»
5. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
6. <http://portal-energo.ru/> - Портал "Энергоэффективность и энергосбережение"
7. <http://www.enes-expro.ru/> - Портал "Энергоэффективность и Энергосбережение"

8. <http://www.energsovet.ru/> - Портал по энергосбережению «ЭнергоСовет»
9. <http://www.tehlit.ru/> - Крупнейшая библиотека нормативно-технической литературы
10. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.
Лабораторные занятия	При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя. Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

	Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий: - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний. Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий. Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю. Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование. При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся: - организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ; - изучает информационные материалы; - подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями. В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).

Практические занятия	Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций. По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации. При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя. Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу. Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий: - проработать конспект лекций; - проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю); - изучить решения типовых задач (при наличии); - решить заданные домашние задания; - при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю. В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.
-----------------------------	--

Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимися с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
 - специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
 - индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
 - при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;
- 2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:
- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
 - обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
 - обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;
- 3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
 - по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

12. Перечень информационных технологий

Информационные технологии реализации дисциплины включают

12.1 Программное обеспечение

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. По подписке для учебного процесса. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, Проектор.
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью
3. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью, Лабораторные стенды.
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.