

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Структурное подразделение «Электроснабжения и электротехники»

УТВЕРЖДЕНА:

на заседании кафедры электроснабжения и электротехники

Протокол №12 от 18 июня 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

«ЗАЩИТА И УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ»

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Интеллектуальные системы электроснабжения

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ефимов Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 07.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Шакиров
Владислав Альбертович
Дата подписания: 18.06.2025

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Пионкевич
Владимир Андреевич
Дата подписания: 08.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

1.1 Дисциплина «Защита и управление распределенной генерацией» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПК-2 Способен к выполнению работ по проектированию оборудования и технологической автоматики интеллектуальных систем электроснабжения	ПК-2.5
ПК-4 Способен применять знания и умения на основе сбора и анализа данных при проектировании новых объектов интеллектуальных систем электроснабжения	ПК-4.1
ПК-6 Способен конструировать и выбирать оборудование и технологическую автоматику с учётом особенностей эксплуатации активно-адаптивных сетей интеллектуальных систем электроснабжения	ПК-6.2

1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПК-2.5	Выполняет отдельные работы по защите и управлению распределенной генерацией	Знать соответствующие математические модели, алгоритмы, методы Уметь определять и расставлять приоритеты, связанные с проблемами и технологиями, связанными с СЭС Владеть терминологией в области цифровых устройств релейной защиты и автоматики
ПК-6.2	Демонстрирует знания, необходимые для выбора оборудования и технологической автоматики с учётом защиты и управления распределенной генерацией	Знать оборудование и технологической автоматики с учётом защиты, и управления распределенной генерацией Уметь определять характеристики оборудования с учётом защиты и управления распределенной генерацией Владеть терминологией в области автоматического учёта
ПК-4.1	Демонстрирует знание организации работ и управленческой деятельности при проектировании и эксплуатации распределенной генерацией	Знать особенности организации, структуру и элементы цифровой подстанции, общие сведения о протоколах связи Profibus, Modbus, DNP 3.0, МЭК 61850, МЭК 60870, Ethernet, SCADA, RS485,

		RS232 Уметь устанавливать и применять специализированное программное обеспечение Владеть прикладным программным обеспечением, позволяющим производить параметрирование и анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Защита и управление распределенной генерацией» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Компьютерные, сетевые и информационные технологии», «Современные технологии генерации»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Производственная практика: преддипломная практика»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Аудиторные занятия, в том числе:	42	42
лекции	14	14
лабораторные работы	14	14
практические/семинарские занятия	14	14
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	66	66
Трудоемкость промежуточной аттестации	36	36
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	Экзамен	Экзамен

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)				
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в цифровые технологии	1	4	1	2	1	6			Устный опрос

2	Стандарт МЭК 61850. Компоненты и логическая архитектура	2	6	2, 3	8	2	6	1, 2	66	Устный опрос
3	Интеллектуальные энергетические системы и цифровая подстанция	3	4	4	4	3	2			Устный опрос
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		14		14		14		102	

4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение в цифровые технологии	Цифровые технологии для релейной защиты и связи. Основные понятия о цифровой подстанции (уровень процесса, уровень подстанции, GOOSE, MMS, SV ит.д.). Обзор архитектуры, базирующейся на различных стандартах и протоколах (Profibus, Modbus, DNP3.0, IEC 61850, IEC 60870, Ethernet, SCADA, RS485, RS232 и т. д.). Типы соединений (COM порт, RJ45, оптический и т.д.). Подход к моделированию (информационная модель), язык SCL, сервисы и протоколы для передачи данных. Типы и описание прикладного программного обеспечения.
2	Стандарт МЭК 61850. Компоненты и логическая архитектура	Основные сведения о стандарте МЭК 61850: история развития стандарта, преимущества перед другими стандартами связи и коммуникации. Процесс проектирования, передача и модель данных на цифровых подстанциях. Базовая архитектура цифровой подстанции, варианты организации шины данных и шины процессов. Язык конфигурации устройств на подстанции. Кибербезопасность.
3	Интеллектуальные энергетические системы и цифровая подстанция	Основные требования к сетевой связи и обработке данных. Особенности реализации схем релейной защиты на цифровых подстанциях. Иерархия и группировка логических устройств. Внедрение существующих схем проводной защиты в станционную шину процессов МЭК 61850-8-1: защита шин 6-10 кВ, логическая защита шин, защиты ввода; защита отходящего фидера; защита секционного выключателя; защита понижающего трансформатора; автоматическая частотная разгрузка; автоматический ввод резерва; схемы блокировки. Интерфейс электромеханического устройства при интеграции в цифровую подстанцию. Схемы защиты на основе МЭК

		61850-8-1 и МЭК 61850-9-2 (шина процесса). Условия для внедрения МЭК 61850.Тестирование и обслуживание.
--	--	---

4.3 Перечень лабораторных работ

Семестр № 2

№	Наименование лабораторной работы	Кол-во академических часов
1	Общая структура устройства Seram серии 40	2
2	Дополнительные модули Seram (MES114 - модуль входов/выходов, MET 148-2 - модуль температурных датчиков, MSA 141 - модуль аналогового выхода, DSM 303 - модуль выносного дисплея)	4
3	Модули связи Seram ACE 949-2, ACE 959, ACE 937, ACE 969 TP, ACE 969 FO	4
4	Функции защиты и управления Seram серии 40.	4

4.4 Перечень практических занятий

Семестр № 2

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Изучение программного обеспечения для настройки и параметрирования микропроцессорных терминалов защиты Seram серии 40	6
2	Организация сети связи, подключение модулей связи к Seram, преобразователя протокола	6
3	Общие принципы написания логических уравнений	2

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям (лабораторным работам)	36
2	Проработка разделов теоретического материала	30

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением, лекции-обсуждения, тренинги (тестирования)

5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

5.1.1 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям

1. Пионкевич В. А. Новые информационные технологии в энергетике : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2016. - 136 с.
2. Новожилов М. А. MATLAB в электроэнергетике : учебное пособие / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич, 2016. - 246 с.
3. Пионкевич В. А. Моделирование элементов систем электроснабжения : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2018.
4. Пионкевич В. А. Моделирование элементов электроэнергетических систем : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2016. - 117 с

5.1.2 Методические указания для обучающихся по лабораторным работам:

Отчет по лабораторным работам должен содержать файл параметрирования микропроцессорного устройства релейной защиты Seram, должен быть выбран модуль связи, поддерживающий протокол МЭК 61850, модуль дискретных входов/выходов, модуль аналогового выхода, ТТ, ТН, прописана логика АВР через редактор логических уравнений. Отдельным файлом прикладывается расчет уставок токовой защиты отходящего фидера. Отчет сдается на последней лабораторной работе.

Файл параметрирования выгружается в микропроцессорный терминал защиты Seram, после этого используя проверочное устройство Ретом-51 проверяется правильность выставленных установок и функционирования логики.

5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

1. Подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам. Подготовка к практическим занятиям заключается в самостоятельной теоретической подготовке студента по теме практического занятия с использованием методических пособий, учебной литературы. Подготовка к лабораторным работам включает самостоятельную теоретическую подготовку к лабораторной работе, в том числе изучение описания лабораторной установки (оборудования), составление краткого конспекта, подготовку таблиц измеряемых величин. Оформление отчетов по лабораторным работам. Отчет по лабораторной работе должен быть оформлен после выполнения лабораторной работы и должен быть представлен для защиты лабораторной работы.
2. Промежуточный контроль знаний проводится в виде тестирования, устных и письменных опросов и предусматривает предварительную работу студента с учебными материалами, конспектами лекций, с использованием теоретических) и практических материалов, а также дополнительной учебной литературы и ресурсов Интернета.
3. Выполнение и оформление курсового проекта. Курсовой проект по дисциплине является одной из важнейших форм самостоятельной работы студента. При выполнении курсового проекта закрепляются и углубляются теоретические знания, кроме этого прививаются навыки в использовании справочной, нормативной литературы. Подготовка к защите курсового проекта – обобщение знаний и навыков, полученных при выполнении курсового проекта. При подготовке к защите проекта студент сопоставляет цель выполнения работы с полученными результатами.
4. Самостоятельное изучение разделов курса включает в себя работу с источниками, которую необходимо начинать с ознакомительного чтения, т.е. просмотреть текст, выделяя его структурные единицы. При ознакомительном чтении закладками отмечаются те страницы, которые требуют более внимательного изучения. В зависимости от результатов ознакомительного чтения выбирается дальнейший способ работы с источником. Если для разрешения поставленной задачи требуется изучение некоторых фрагментов текста, то используется метод выборочного чтения. Избранные фрагменты

или весь текст (если он целиком имеет отношение к рассматриваемым темам) требуют вдумчивого, неторопливого чтения с «мысленной проработкой» материала.

5. Подготовка к зачету, экзамену способствует закреплению знаний, полученных во время лекций, практических занятий и лабораторных работ. Для этого необходимо использовать контрольные вопросы, которые помогут выявить пробелы в знаниях по дисциплине.

6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине

6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля

6.1.1 семестр 2 | Устный опрос

Описание процедуры.

При помощи опроса осуществляется систематический контроль за работой студентов на всех этапах работы над темой. Именно в ходе текущего опроса происходит основная отработка учебного материала, закрепление знаний, отбирается материал по теме, подчёркивается главное. Вырабатывается последовательность изложения.

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Примеры заданий для контроля:

1. Дайте определение цифровой подстанции.
2. Опишите уровни в структуре цифровой подстанции.
3. Дайте определение термину «шина процесса».
4. Дайте определение термину «шина станции».
5. Перечислите ключевые элементы цифровой подстанции.

Критерии оценивания.

- 1) полнота и правильность ответа;
- 2) степень осознанности, понимания изученного;
- 3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» ставится, если студент полно излагает материал (отвечает на вопрос), дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится, если студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПК-2.5	"Отлично" - отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения; "Хорошо" - достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения; "Удовлетворительно" - приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения; "Неудовлетворительно" - результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение лабораторных работ
ПК-6.2	"Отлично" - отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения; "Хорошо" - достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения; "Удовлетворительно" - приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения; "Неудовлетворительно" - результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение лабораторных работ
ПК-4.1	"Отлично" - отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения; "Хорошо" - достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения; "Удовлетворительно" - приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения; "Неудовлетворительно" - результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение лабораторных работ

6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

6.2.2.1 Семестр 2, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

6.2.2.1.1 Описание процедуры

Экзамен проводится в форме устного опроса по билетам (вопросам) или без билетов, с предварительной подготовкой. Экзаменатор вправе задавать вопросы сверх билета, а также, помимо теоретических вопросов, давать задачи по программе данного курса.

Пример задания:

1. Дайте определение цифровой подстанции.
2. Опишите уровни в структуре цифровой подстанции.
3. Дайте определение термину «шина процесса».
4. Дайте определение термину «шина станции».
5. Перечислите ключевые элементы цифровой подстанции.

6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владения.	Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и владения.	Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и владения.	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям.

7 Основная учебная литература

1. Пионкевич В. А. Моделирование элементов систем электроснабжения : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2018. - 163.
2. Пионкевич В. А. Моделирование элементов электроэнергетических систем : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2016. - 117.
3. Новожилов М. А. MATLAB в электроэнергетике : учебное пособие / М. А. Новожилов, В. А. Пионкевич, 2016. - 246.
4. Пионкевич В. А. Новые информационные технологии в энергетике : учебное пособие / В. А. Пионкевич, 2016. - 136.

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Герман-Галкин С. Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде MATLAB-SIMULINK : учебник / С. Г. Герман-Галкин, 2022. - 448.
2. Дьяков А. Ф. Микропроцессорная автоматика и релейная защита электроэнергетических систем : учебное пособие для вузов по направлению подготовки 140200 "Электротехника" / А. Ф. Дьяков, Н. И. Овчаренко, 2010. - 335.
3. Герман-Галкин С. Г. Модельное проектирование электромеханических мехатронных модулей движения в среде SimInTech / С. Г. Герман-Галкин, Б. А. Карташов, С. Н. Литвинов ; ред. А. Н. Петухов, 2021. - 494.

9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем

1. Microsoft Windows Professional 8 Russian
2. Microsoft Office Professional Plus 2013

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Ком-т лаб.обор." Умная местная распределительная электрическая сеть" УМРЭС1-С-К(стендовое исполнение,компьютер-ая версия)
2. Демонстрационный стенд
3. Вольтамперфазометр ПАРМА-ВАФ-А(М)
4. Система информационно-электроизмерительная
5. Проектор Infocus IN 124 (3D Ready)