

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

Структурное подразделение «Брикс кафедры (205)»

УТВЕРЖДЕНА:
на заседании кафедры
Протокол №15 от 18 марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

**«ЗАЩИТА И УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ / PROTECTION AND
MANAGEMENT OF DISTRIBUTED ENERGY SOURCES»**

Направление: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Возобновляемая энергетика / Renewable energy

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Документ подписан простой
электронной подписью
Составитель программы:
Ефимов Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 21.05.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Утвердил: Киреенко Анна
Павловна
Дата подписания: 08.06.2026

Документ подписан простой
электронной подписью
Согласовал: Карамов
Дмитрий Николаевич
Дата подписания: 21.05.2026

Год набора – 2026

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 / Protection and management of distributed energy sources» 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 возобновляемой энергетики	ПК-2.5
ПК-3 Способен проектировать технологическую автоматику с учётом особенностей эксплуатации активно-адаптивных сетей возобновляемой энергетики	ПК-3.2
ПК-4 Способен применять знания и умения полученных в процессе освоения программы обучения, для проектирования и составления конструкторской документации	ПК-4.1

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 в проблемах и технологиях, связанных с системами электроснабжения. Владеть терминологией в области цифровых устройств релейной защиты и автоматики.
ПК-3.2	Демонстрирует знания, необходимые для выбора оборудования и технологической автоматики с учётом защиты и управления распределенной генерацией	Знать оборудование и технологическую автоматику с учётом защиты и управления распределенной генерацией. Уметь определять характеристики оборудования с учётом защиты и управления распределенной генерацией. Владеть терминологией в области автоматического учета.
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. Уметь устанавливать и применять специализированное программное обеспечение.

		Владеть прикладным программным обеспечением, позволяющим производить анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики.
--	--	---

2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Защита и управление распределенной генерацией / Protection and management of distributed energy sources» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Аварийные режимы в электроэнергетических системах / Power system faults», «Аналоговые и цифровые системы измерений / Analogue and digital measurement systems», «Качество электрической энергии / Power Quality Assessment», «Силовая электроника / Power electronics», «Современные технологии генерации / Advanced technology in electrical power generation»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Методология создания интеллектуальных энергетических систем / Design methodology of intelligent energy systems», «Проблемы развития и функционирования ЭЭС в современных условиях / Problems of development and functioning of electric power system under modern conditions», «Современные проблемы электроэнергетики и электротехники / Modern problems of power engineering and electrical engineering», «Тенденции развития электротехнического оборудования в энергетике / Development trends of electrical equipment in the energy sector»

3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 5 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)	
	Всего	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины	180	180
Аудиторные занятия, в том числе:	28	28
лекции	14	14
лабораторные работы	0	0
практические/семинарские занятия	14	14
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	116	116
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	Виды контактной работы			СРС	Форма текущего
		Лекции	ЛР	ПЗ(СЕМ)		

	дисциплины	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	контроля
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение в цифровые технологии.	1	4			1	4	2	16	Устный опрос
2	Стандарт МЭК 61850. Компоненты и логическая архитектура.	2	5			2	4	1, 2	20	Устный опрос
3	Интеллектуальные энергетические системы и цифровая подстанция.	3	5			3	6	2, 3, 4	28	Устный опрос
4	Решение задач по всем разделам дисциплины.							6	24	Решение задач
5	Решение специальных задач повышенной сложности.							5	28	Решение задач
	Промежуточная аттестация								36	Экзамен
	Всего		14				14		152	

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 и т.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	Основные требования к сетевой связи и обработке данных. Особенности реализации схем релейной

	системы и цифровая подстанция.	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	Решение задач по всем разделам дисциплины.	Решение задач по разделам предмета.
5	Решение специальных задач повышенной сложности.	Индивидуальные задания, задачи, расчетно-графические работы по разделам дисциплины.

4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

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.	4
2	Организация сети связи, подключение модулей связи к Seram, преобразователя протокола.	4
3	Общие принципы написания логических уравнений.	6

4.5 Самостоятельная работа

Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к контрольным работам	4
2	Подготовка к практическим занятиям	48
3	Подготовка к экзамену	6
4	Подготовка презентаций	6
5	Расчетно-графические и аналогичные работы	28
6	Решение специальных задач	24

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: Дискуссия, компьютерные симуляции, кейс-технология, мозговой штурм, проект.

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

Студентам заранее назначается тема практического занятия, которую они должны изучить на основе лекционного материала, государственного стандарта и рекомендованной литературы. По теме практического занятия проводится семинар в диалоговом режиме или в форме групповой дискуссии, решаются задачи, соответствующие теме занятия, проводится анализ ситуации.

5.1.2 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:

Подготовка к практическим занятиям, выполнение презентаций, отчетов и рефератов.

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.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть и задачи.

Примеры вопросов теоретической части задания.

1. Дайте определение цифровой подстанции.
2. Опишите уровни в структуре цифровой подстанции.
3. Дайте определение термину «шина процесса».

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

6.1.2 семестр 2 | Решение задач

Описание процедуры.

Выдаются персональные задания по рассматриваемой теме. Задания имеют теоретическую часть состоящую из трех вопросов и задачи.

Примеры вопросов.

1. Дайте определение термину «шина станции».
2. Перечислите ключевые элементы цифровой подстанции.

Критерии оценивания.

1) "Отлично" - все выполнено верно и без ошибок; 2) "Хорошо" - задачи решены верно, теоретическая часть и ответы на вопросы имеют неточности; 3) "Удовлетворительно" - имеются неточности в решении задачи и ответах; 4) "Неудовлетворительно" - все ответы не верны.

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	Знает соответствующие математические модели, алгоритмы, методы. Умеет определять и расставлять приоритеты в проблемах и технологиях, связанных с системами электроснабжения. Владеет терминологией в области цифровых устройств релейной защиты и автоматики.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.
ПК-3.2	Знает оборудование и технологическую автоматику с учётом защиты и управления распределенной генерацией. Умеет определять характеристики оборудования с учётом защиты и управления распределенной генерацией. Владеет терминологией в области автоматического учета.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или лабораторных работ.
ПК-4.1	Знает особенности организации, структуру и элементы цифровой подстанции, общие сведения о протоколах связи. Умеет устанавливать и применять специализированное программное обеспечение. Владеет прикладным программным обеспечением, позволяющим производить анализ функционирования устройств релейной защиты и автоматики.	Устное собеседование по теоретическим вопросам и выполнение практических заданий и/или 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 проходит в формате собеседования со студентом. К экзамену допускаются обучающиеся, которые выполнили практические работы. Оценивается понимание пройденного материала. Оценка производится по пятибалльной шкале. Знания, умения, владения обучающегося на экзамене оцениваются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Проверяется знание теоретического материала, наличие всех лекций и выполненных презентаций, пройденных тестов. Экзамен проводится письменно по экзаменационным билетам. Экзаменационный билет состоит из трех вопросов и задачи. В случае невыполнения критерия оценивания назначается дата пересдачи, но не более 2 раз с последующим опросом по всем темам дисциплины

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
Оценка «Отлично» - Обучающийся рационально применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения при выполнении индивидуальных заданий.	Оценка «Хорошо» - Обучающийся применил изученные методы расчета с подробным обоснованием решения задач, но допустил незначительные ошибки.	Оценка «Удовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении индивидуальных заданий. Допустил ошибки.	Оценка «Неудовлетворительно» - Обучающийся применил изученные методы расчета, но не привел подробного обоснования решения при выполнении и защите индивидуальных заданий. Допустил грубые ошибки.

7 Основная учебная литература

1. Муссонов Г. П. Нетрадиционные источники электроэнергии и распределенная генерация [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. П. Муссонов, 2011. - 417.

[Сайт] – URL: <http://elib.istu.edu/viewer/view.php?file=/files/er-5500.pdf>

8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Булатов Ю. Н. Распределенная генерация и энергетические роутеры в системах электроснабжения железных дорог : монография / Ю. Н. Булатов, А. В. Крюков, Г. О. Арсентьев, 2018. - 168.

2. Булатов Ю. Н. Распределенная генерация и энергетические роутеры в системах электроснабжения железных дорог : монография / Ю. Н. Булатов, А. В. Крюков, Г. О. Арсентьев, 2020. - 169.

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. Свободно распространяемое программное обеспечение Python

12 Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Доска аудиторная ДА-3а
2. Доска аудиторная ДА-3а
3. Ком-т лаб.обор." Умная местная распределительная электрическая сеть" УМРЭС1-С-К(стендовое исполнение,компьютер-ая версия)
4. Комплект лабораторного оборудования "Умный счетчик электрической энергии"(стендовое исполнение,компьютеризованная версия) УСЭЭ1-С-К
5. Комплект лабораторного оборудования "Приборный учет потребления электрической энергии-автоматизированная система контроля и учета электроэнергии" ПУПЭЭ1-АСКУЭ-С-К (стендовое исполнение,компьютер.версия)
6. Демонстрационный стенд
7. Устройство испытательное РЕТОМ-21
8. Шкаф IED lab
9. Регистратор электрич. процессов ПАРМА РП4.11 с функцией РМУ
10. Вольтамперфазометр ПАРМА-ВАФ-А(М)
11. Система информационно-электроизмерительная