

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

Структурное подразделение «Брикс кафедры»

**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:  
Карамов Дмитрий  
Николаевич  
Дата подписания: 13.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Утвердил: Киреевко Анна  
Павловна  
Дата подписания: 16.06.2025

Документ подписан простой  
электронной подписью  
Согласовал: Карамов  
Дмитрий Николаевич  
Дата подписания: 13.06.2025

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 / Protection and management of distributed energy sources» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения**

<b>Код, наименование компетенции</b>	<b>Код индикатора компетенции</b>
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**

<b>Код индикатора</b>	<b>Содержание индикатора</b>	<b>Результат обучения</b>
ПК-2.5	Выполняет отдельные работы по защите и управлению распределенной генерацией	<b>Знать</b> соответствующие математические модели, алгоритмы, методы. <b>Уметь</b> определять и расставлять приоритеты в проблемах и технологиях, связанных с системами электроснабжения. <b>Владеть</b> 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	<b>Знать</b> оборудование и технологическую автоматику с учётом защиты и управления распределенной генерацией. <b>Уметь</b> определять характеристики оборудования с учётом защиты и управления распределенной генерацией. <b>Владеть</b> терминологией в области автоматического учета.
ПК-4.1	Демонстрирует знание организации работ и управленческой деятельности при проектировании и эксплуатации распределенной генерацией	<b>Знать</b> особенности организации, структуру и элементы цифровой подстанции, общие сведения о протоколах связи. <b>Уметь</b> устанавливать и применять специализированное программное обеспечение.

		<b>Владеть</b> 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)		

	<b>дисциплины</b>	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	<b>контроля</b>
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

<b>Отлично</b>	<b>Хорошо</b>	<b>Удовлетворительно</b>	<b>Неудовлетворительно</b>
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.

#### 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-За
2. Доска аудиторная ДА-За
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