

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Курганский государственный университет»  
(КГУ)

Кафедра «Цифровая энергетика»

УТВЕРЖДАЮ:  
Первый проректор  
\_\_\_\_\_ /Т.Р.Змызгова/  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

**Распределенное производство электрической энергии**

(НАИМЕНОВАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

образовательной программы высшего образования –  
программы магистратуры  
**13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника**

Направленность:  
**Цифровые технологии в электроэнергетике**

Формы обучения, заочная.

Курган 2024

Рабочая программа дисциплины «Распределенное производство электрической энергии» составлена в соответствии с учебными планами по программе магистратуры Электроэнергетика и электротехника (Цифровые технологии в электроэнергетике), утвержденными:  
- для заочной формы обучения «28» июня 2024 года.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Цифровая энергетика» «06» сентября 2024 года, протокол № 1

Рабочую программу составил:  
доцент

С.В. Титов

Согласовано:

Заведующий кафедрой  
«Цифровая энергетика»

В.И. Мошкин

Руководитель программы магистратуры

В.И. Мошкин

Специалист по учебно-методической  
работе учебно-методического отдела

Г.В. Казанкова

Начальник Управления  
образовательной деятельности

И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 5 зачетных единицы трудоемкости (180 академических часа)

### Заочная форма обучения

Вид учебной работы	На всю дисциплину	Семестр
		1
<b>Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:</b>	<b>10</b>	<b>10</b>
Лекции	6	6
Лабораторные работы	-	-
Практические занятия	4	4
<b>Самостоятельная работа, всего часов в том числе:</b>	<b>170</b>	<b>170</b>
Подготовка к экзамену	27	27
Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины)	143	143
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>экзамен</b>	<b>экзамен</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Распределенное производство электрической энергии» относится к учебным дисциплинам части, формируемая участниками образовательных отношений (Б1.В.02).

Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям учащихся формируются на основе программы бакалавра по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Результаты обучения по дисциплине необходимы для написания выпускной работы магистра по направлению 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность: Цифровые технологии в электроэнергетике.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью изучения дисциплины «Распределенное производство электрической энергии» является изучение концепции распределенной генерации и перспективы ее применения в энергетических системах.

Задачами дисциплины являются:

– познакомить обучающихся с основными принципами построения сетей малой распределенной генерации;

– дать информацию о путях повышения эффективности электроснабжения потребителей за счет применения распределенной генерации.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:

– способность выполнять расчеты параметров устройств защиты и автоматики электроэнергетических систем (ПК-4).

– Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Распределенное производство электрической энергии», оцениваются при помощи оценочных средств.

– Планируемые результаты обучения по дисциплине «Распределенное производство электрической энергии», индикаторы достижения компетенций ПК-4, перечень оценочных средств

№ п/п	Код индикатора достижения компетенции	Наименование индикатора достижения компетенции	Код планируемого результата обучения	Планируемые результаты обучения	Наименование оценочных средств
1.	ИД-1 <sub>ПК-4</sub>	Знать особенности устройств защиты и автоматики; современное оборудование и программное обеспечение автоматических устройств электроэнергетических систем	З (ИД-1 <sub>ПК-4</sub> )	Знает: устройства автоматики, современное оборудование и применяемое программное обеспечение для настройки автоматических устройств	Тестовые вопросы
2.	ИД-2 <sub>ПК-4</sub>	Уметь: составлять схемы и подбирать оборудование для совместной работы распределенной генерации и энергетических систем	У (ИД-2 <sub>ПК-4</sub> )	Умеет: разрабатывать схемы и подбирать необходимое оборудование для совместной работы распределенной генерации и ЭЭС	Комплект задач для практических занятий
3.	ИД-3 <sub>ПК-4</sub>	Владеть: методикой расчета и настройки автоматики распределенной генерации	В (ИД-3 <sub>ПК-4</sub> )	Владеет: методами, позволяющими рассчитать автоматизацию работы распределенной генерации и настроить её.	Вопросы для сдачи экзамена

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. Учебно-тематический план

Заочная форма обучения

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Количество часов контактной работы с преподавателем		
		Лекции	Лабор. работы	Практич. занятия
1	Распределенная генерация и экология	1	-	-
2	Управление распределенной энергетикой	1	-	2
3	Влияние РГ на энергосистему. Электромагнитная совместимость	1	-	2
4	Типы РГ и системы их защиты.	1	-	-
5	Пути оптимизации работы энергосистем с РГ.	2	-	-
<b>Всего:</b>		<b>6</b>	<b>-</b>	<b>4</b>

### 4.2. Содержание лекционных занятий

#### *Тема 1. Распределенная генерация и экология*

Влияние энергетики на экологию. Энергетические установки микроэнергетики. Возобновляемая энергетика, в роли распределенной генерации. Пути повышения энергоэффективности и энергосбережения при применении распределенной генерации.

#### *Тема 2. Управление распределенной энергетикой*

Требования, предъявляемые к генерирующим установкам, их технические характеристики и выбор параметров. Управление энергоустановками и локальной распределенной сетью потребителей. Системы диспетчеризации локальных энергосистем.

#### *Тема 3. Влияние распределенной генерации на энергосистему. Электромагнитная совместимость.*

Показатели качества электрической энергии. Влияние связанных энергосистем. Пути повышения качества и надежности электроснабжения при параллельной работе распределенной генерации и энергосистем.

#### *Тема 4. Типы распределенной генерации и системы их защиты.*

Особенности эксплуатации различных типов энергетических установок. Графики выработки электрической энергии. Надежность энергообеспечения,

необходимость применения накопителей энергии. Системы защит энергоустановок распределительной генерации.

### ***Тема 5. Пути оптимизации работы энергосистем с распределенной генерацией.***

Проблемы интеграции РГ в общие энергетические системы. Мотивация для развития и внедрения в РФ распределенной энергетики в энергосистемы. Нормативно-правовая база для возможности параллельной работы малой энергетики и энергетических систем. Пути оптимизации совместной работы энергосистем и малой генерации.

#### **4.3 Практические занятия**

Номер раздела, темы	Наименование раздела, темы	Наименование практического занятия	Норматив времени, час.
			Заочная форма обучения 1 семестр
2	Управление распределенной энергетикой	Исследование работы энергоустановок РГ	2
3	Влияние РГ на энергосистему. Электромагнитная совместимость	Исследование параллельной работы электрогенераторов	2
<b>Всего:</b>			<b>4</b>

### **5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

При проведении занятий обучающимся рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель, в частности те, которые направлены на качественное выполнение практических занятий.

Преподавателем запланировано выполнение всех практических занятий в компьютерном классе. При обучении допускается применение технологии учебной дискуссии. Рекомендуется учащимся фиксировать для себя интересные моменты и пути их решения с целью их запоминания. При проведении практических занятий учащимися выполняется моделирование одинаковых заданий.

При проведении практических занятий используется индивидуальные задания. Учащиеся, используя полученные знания и опыт работы с ПО могут выбрать схему электроснабжения микрорайона или группы потребителей, рассчитывают параметры применяемого оборудования и проверяют правильность решения с помощью моделирования. При этом могут даваться комплексные

задания на группу для подготовка и проведение деловых игр с целью формирования взаимовыручки и развития профессиональных навыков обучающихся.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины, подготовку к практическим занятиям, подготовку к экзамену.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

#### **Рекомендуемый режим самостоятельной работы**

Наименование вида самостоятельной работы	Рекомендуемая трудоемкость, акад. час.
	Заочная форма обучения
<b>Самостоятельное изучение тем дисциплины:</b>	<b>139</b>
Распределенная когенерация.	20
Собственная генерация потребителей.	20
Управление спросом.	20
Энергоэффективность.	20
Микрогенерация на ВИЭ.	20
Распределенная генерация в промышленности.	39
Подготовка к практическим занятиям (по 1 часу на каждое занятие)	<b>4</b>
<b>Подготовка к экзамену</b>	<b>27</b>
<b>Всего:</b>	<b>170</b>

### **6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **6.1. Перечень оценочных средств**

1. Задания для практических занятий.
2. Перечень вопросов к экзамену.

#### **6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины**

Экзамен проводится по билетам. Билет состоит из 2 вопросов, на которые обучающийся дает развернутый ответ. Время, отводимое обучающемуся на билет, составляет 1 астрономический час.

Результаты текущего контроля успеваемости экзамена заносятся преподавателем в экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

#### **6.3. Примеры оценочных средств для и экзамена**

##### **Примерный список вопросов для экзамена**

1. Причины возникновения несинусоидальности напряжения и влияние на функционирование электроприемников.
2. Причины возникновения отклонения частоты, провалов напряжения и их влияние на функционирование электроприемников..
3. Причины возникновения несимметрии напряжения и влияние на функционирование электроприемников.
4. Снижение уровней отклонения напряжения.
5. Снижение уровней колебаний напряжения.
6. Снижение уровней несимметрии.
7. Основные и дополнительные показатели качества электроэнергии.
8. Документы, регламентирующие испытание на помехоустойчивость.
9. Документы, регламентирующие испытание на помехоэмиссию.
10. Электромагнитные помехи, их классификация.
- 11 Ручная генерация сетки.
12. Сертификация вторичных цепей.
13. Схемы соединения ТН и реле, виды повреждения на которые они реагируют?
14. Схемы соединения ТТ и реле, коэффициент схемы, виды повреждений на которые они реагируют?
15. Дифференциальная токовая защита линии. Назначение. Принцип действия, виды.
16. Повреждения и ненормальные режимы работы электродвигателей. Основные защиты электродвигателей.
17. Повреждения и ненормальные режимы работы генераторов. Основные защиты генераторов.

#### **Темы рефератов для неуспевающих**

1. Электромагнитные помехи в системах электроснабжения.
2. Защиты трансформаторов.
3. Высокочастотные защиты линий. Принцип действия, область применения. Виды каналов связи.
4. Технические средства регулирования напряжения в электрических сетях. Устройства РПН и ПБВ.

#### **6.5 Фонд оценочных средств**

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 7.1. Основная учебная литература

#### 7.1. Основная учебная литература

1. Рожкова Л. Д., Карнеева Л.К. и др. Электрооборудование электрических станций и подстанций. – М.: Академия, 2007. – 448 с.
2. Крючков И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные и методические материалы для выполнения квалификационных работ: учебно-справочное пособие для вузов/ И.П. Крючков, М.В. Пираторов, В.А. Старшинов; под ред. И.П. Крюčkова. – М.: МЭИ, 2015. – 138 с. Доступ из ЭБС «Консультант студента»: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383008744.html>

#### 7.2. Дополнительная учебная литература

1. Афтаев В.И., Мошкин В.И. Справочник терминов и определений в электроэнергетике.- Курган: Изд-во Кург. гос. университета, 2011.- 208с
2. Герасименко А.А. Передача и распределение электрической энергии: Учебное пособие/ А.А. Герасименко, В.Т. Федин. – Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
3. Ананичева С.С., Мызин А.Л., Шелюг С.Н. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. Часть 1. Электроэнергетические системы и сети.– Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005.–52с.

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

1. Методические указания к выполнению практических занятий по дисциплине «Распределенное производство электрической энергии» для учащихся направления 13.04.02 / Титов С.В. - Курган, 2021. - 4 с.
2. Методические указания для самостоятельного изучения дисциплины «Распределенное производство электрической энергии» для учащихся направления 13.04.02 / Титов С.В. - Курган, 2021. - 4 с.

## 9. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

№	Интернет-ресурс	Краткое описание
---	-----------------	------------------

1	<a href="http://dist.kgsu.ru">dist.kgsu.ru</a>	Система поддержки учебного процесса КГУ
2	<a href="http://electrichelp.ru/elektrotexnic-heskie-materialy">http://electrichelp.ru/elektrotexnic-heskie-materialy</a>	Информационный проект для специалистов энергетических служб и студентов. [Электрон-ный ресурс]. –Режим доступа: свободный. –
3	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>	Федеральный портал «Российское образование»
4	<a href="http://dspace.kgsu.ru">http://dspace.kgsu.ru</a>	ЭБС КГУ
5	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>	ЭБС «Консультант студента»:
6	<a href="http://www.minprom.gov.ru">http://www.minprom.gov.ru</a>	Официальный сайт Министерства промышленности и энергетики РФ

### **10. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ**

При проведении лекционных занятий преподаватель использует аудиовизуальные, компьютерные и мультимедийные средства обучения, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные (в том числе раздаточные) материалы.

Минимальные требования к операционной системе и программному обеспечению компьютера — возможность показа слайдовых презентаций с расширением ppt и pptx.

### **11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает в себя учебные лаборатории, оснащенные необходимым оборудованием (плакаты, установки, жидкокристаллический проектор для отображения фильмов по тематике дисциплины).

### **12. ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ, ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

Аннотация к рабочей программе дисциплины  
«Распределенное производство электрической энергии»

образовательной программы высшего образования –  
программы магистратуры  
**13.04.02 – Электроэнергетика и электротехника**

Направленность:  
**Цифровые технологии в электроэнергетике**

Трудоемкость дисциплины: 5 ЗЕ (180 академических часа)

Семестр: 1 (заочная форма обучения)

Форма промежуточной аттестации: экзамен

Содержание дисциплины

Влияние распределенная генерации на экологию. Управление энергосистемами с распределенной генерацией. Взаимное влияние распределенной генерации и энергосистем. Возобновляемая энергетика в роли распределенной генерации и особенности её эксплуатации и защиты. Пути интенсификации развития энергосистем с распределенной генерацией.