

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Инжиниринг в системах электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ
ГЕНЕРАЦИЕЙ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 93,2 часа;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Лабораторная работа Коллоквиум	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Удинцев Д.Н.
	Идентификатор	R6fd8caf0-UdintsevDN-5145003e

Д.Н. Удинцев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шведов Г.В.
	Идентификатор	Rdd042f00-ShvedovGV-637a98fb

Г.В. Шведов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение способов и подходов к построению систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию, работающих как изолированно, так и параллельно с внешней энергосистемой, а также основного оборудования, применяемого в составе данных систем.

Задачи дисциплины

- получение комплексного представления о составе, структуре и работе систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию;;
- приобретение навыков сбора исходных данных для принятия решения по строительству собственного энергоцентра или группы энергоцентров;;
- изучение особенностей устройства и технико-экономических характеристик различных видов источников электроэнергии для энергоцентров функционирующих в составе систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию, а также освоение алгоритмов и подходов при принятии решения о выборе вида источника электроэнергии;
- изучение особенностей проектирования электрических сетей и обоснования состава основного оборудования для систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию, работающих как изолированно, так и параллельно с внешней энергосистемой;;
- освоение методики проведения технико-экономической оценки различных вариантов построения систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию;;
- изучение особенностей автономного и параллельного с внешней энергосистемой режимов работы энергоцентров;;
- изучение особенностей РЗиА при построении систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию;
- изучение порядка регулирования основных параметров в нормальном и аварийных режимах работы.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-1 _{ПК-1} Формулирует техническое задание для проектирования системы электроснабжения объекта	знать: - методы стабилизации работы энергоцентров в аварийных режимах; - основы проектирования систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию; уметь: - практически осуществлять сбор исходных данных для разработки технического задания и принятия решения по строительству собственного энергоцентра или группы энергоцентров.
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-2 _{ПК-1} Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта	уметь: - обосновывать состав и структуру систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию на основе многовариантного анализа.
ПК-1 Способен	ИД-3 _{ПК-1} Выбирает	знать:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта	<p>- особенности РЗА при построении систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию;</p> <p>- особенности автономного и параллельного с внешней энергосистемой режимов работы энергоцентров.</p> <p>уметь:</p> <p>- выбирать источник электроэнергии для применения в составе энергоцентра на основе анализа режимов работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию.</p>
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-4ПК-1 Осуществляет технико-экономическое обоснование проектов систем электроснабжения объекта	<p>знать:</p> <p>- основы устройства и технико-экономические характеристики различных видов источников электроэнергии для энергоцентров функционирующих в составе систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Инжиниринг в системах электроснабжения (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания объекта малой генерации	6	3	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Подготовка к проведению и защите лабораторной работы №1.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Подготовка к защите раздела 1 курсовой работы «Расчет основных параметров системы электроснабжения с распределенной генерацией»</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания объекта малой генерации" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет</p>
1.1	Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

	создания объекта малой генерации												целесообразности создания объекта малой генерации" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 8-11 [6], 1-116
2	Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией	12	6	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к коллоквиуму «Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра»
2.1	Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией	12	6	-	2	-	-	-	-	-	4	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Подготовка к защите раздела 2 курсовой работы «Расчет основных параметров системы электроснабжения с распределенной генерацией» <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], 25-64 [11], 2-35
3	Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной	20	8	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №3 необходимо предварительно изучить тему, задачи, содержание и последовательность выполнения

3.1	генерацией Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией	20	8	-	4	-	-	-	-	-	8	-	<p>лабораторной работы.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции.</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Подготовка к защите раздела 3 курсовой работы «Расчет основных параметров системы электроснабжения с распределенной генерацией»</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 12-31 [8], 20-45</p>
4	Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к коллоквиуму «Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией и формирование функциональных требований к новым техническим средствам»</p>
4.1	Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией	20	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции.</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Подготовка к защите раздела 5 курсовой работы «Расчет основных параметров системы электроснабжения с распределенной генерацией»</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу</p>

															<p>"Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p> <p>[1], 31-36 [12], 3-60</p>
5	Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию	30	4	12	-	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №2 необходимо предварительно изучить тему, задачи, содержание и последовательность выполнения лабораторной работы.</p> <p><u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции.</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу</p>		
5.1	Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию	30	4	12	-	-	-	-	-	-	14	-	<p>"Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>		

													[2], 17-99 [9], 1-84 [10], 3-150
6	Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах	14	4	4	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Для выполнения заданий по лабораторной работе №4 необходимо предварительно изучить тему, задачи, содержание и последовательность выполнения лабораторной работы. <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции. <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 86-152 [7], 1-116
6.1	Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах	14	4	4	-	-	-	-	-	-	6	-	
7	Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Подготовка к коллоквиуму «Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией» <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции.
7.1	Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение</u>

													<i>теоретического материала:</i> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией" <i>Изучение материалов литературных источников:</i> [3], 205-349 [5], 10÷59, 109÷149, 190÷232
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	180.0	32	16	16	16	2	4	-	0.8	59.7	33.5	
	Итого за семестр	180.0	32	16	16	18		4		0.8	93.2		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания объекта малой генерации

1.1. Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания объекта малой генерации

Причины создания собственных источников генерации. Последовательность разработки систем электроснабжения с собственной генерацией: сбор нагрузок, расчет установленной, единовременной и пиковой потребляемых мощностей; оценка целесообразности строительства собственных объектов генерации и выбор первичного источника энергии; разработка нескольких вариантов замысла построения собственной энергосистемы и выбор наиболее целесообразного; проектирование собственных энергоцентров, включая разработку схемы первичных соединений ЗРУ-6 (10) кВ энергоцентра; план расположения оборудования ЗРУ-6 (10) кВ; схема электрическая принципиальная КТП собственных нужд энергоцентра, план расположения электрооборудования энергоцентра. Исходные данные для принятия решения по строительству собственного энергоцентра или группы энергоцентров: наличие, стоимость источников энергии (газ, уголь, ветер, гидроресурсы и др.); стоимость электроэнергии для данного потребителя; ограничения на строительство энергоцентров; удаленность энергоцентра от потребителя и др. Источники информации для получения исходных данных. Изучение графоаналитического метода оценки целесообразности строительства собственных объектов генерации и выбор первичного источника энергии..

2. Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией

2.1. Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией

Технико-экономические характеристики, основы устройства и применения газотурбинных, газопоршневых, ветрогенераторных и гидротурбинных энергетических установок, дизельэлектрических агрегатов. Основные отечественные производители. Проведение оценки целесообразности строительства собственных объектов генерации и выбор первичного источника энергии с использованием изученного в разделе 1 графоаналитического метода..

3. Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией

3.1. Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией

Анализ исходных данных. Разработка замысла построения системы электроснабжения с распределенной генерацией: (централизованная или распределенная; состав и структура; расположение энергоцентров). Схема электроснабжения. Обоснование мощности и состава энергоцентра. Центры питания. Выбор местоположения, расчет мощности, выбор оборудования. Питающие сети (от энергоцентра до центров питания). Технико-экономическая оценка принятых решений на основе анализа капитальных вложений и эксплуатационных затрат за период 10-20 лет. Принятие решения по типу построения системы..

4. Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией

4.1. Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией

Нормативные документы, регламентирующие строительство энергоцентров. Состав проектной документации. Особенности разработки основных разделов проекта автономного энергоцентра (на примере автономного энергоцентра нефтегазового месторождения). Схема первичных соединений ЗРУ-6 (10) кВ энергоцентра: варианты для различных категорий потребителей. План расположения оборудования ЗРУ-6 (10) кВ. Схема электрическая принципиальная КТП собственных нужд энергоцентра. План расположения электрооборудования энергоцентра. План кабельных трасс. План наружного электроосвещения энергоцентра. План заземления энергоцентра. План молниезащиты..

5. Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию

5.1. Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию

Изолированный режим работы малых энергосистем. Параллельный с внешней энергосистемой режим работы. Особенности выбора оборудования в зависимости от режима работы энергоцентра: количество генерирующих агрегатов, схема соединений и состав ЗРУ-6(10)кВ. Работа в нормальном и аварийном режимах..

6. Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах

6.1. Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах

Нормальный режим работы. Распределение мощности между работающими энергоустановками. Поддержание заданной частоты. Аварийные режимы. Методы стабилизации работы энергоцентров в аварийных режимах. Технические средства и технические решения, в том числе находящиеся в состоянии разработки, обеспечивающие стабилизацию работы энергосистем..

7. Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией

7.1. Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией

Защиты генераторов различных источников электроэнергии. Согласование защит генераторных ячеек распределительного устройства с генераторными защитами источников электроэнергии. Схема размещения защит по трансформаторам тока. Разработка карты уставок энергоцентра автономной энергосистемы..

3.3. Темы практических занятий

1. Порядок сбора и анализа исходных данных на предмет целесообразности создания систем электроснабжения с распределенной генерацией (2 часа).;
2. Разработка замысла (состав, структура, расположение энергоцентров и др.) и структурной схемы построения системы электроснабжения с распределенной генерацией (2 часа).;
3. Выбор типа источника электроэнергии и марки генерирующей установки для энергоцентра автономной энергосистемы. Обоснование мощности и состава

- энергоцентра (2 часа).;
4. 4. Особенности выбора проводников ЛЭП в системах электроснабжения содержащих распределенную генерацию (2 часа).;
 5. 5. Разработка схемы первичных соединений и плана расположения оборудования ЗРУ-6 (10) кВ энергоцентра (2 часа).;
 6. 6. Разработка схемы электрической принципиальной КТП собственных нужд энергоцентра (1 час).;
 7. 7. Разработка планов расположения электрооборудования энергоцентра, кабельных трасс, наружного электроосвещения, заземления, молниезащиты энергоцентра (3 часа).;
 8. 8. Схема размещения защит по трансформаторам тока. Карта уставок энергоцентра в системе электроснабжения с распределенной генерацией (2 часа)..

3.4. Темы лабораторных работ

1. 1. Исследование работы системы электроснабжения от внешней энергосистемы. (4 часа).;
2. 2. Исследование изолированной системы электроснабжения (4 часа).;
3. 3. Исследование параллельной работы внешней энергосистемы с системой электроснабжения содержащей распределенную генерацию (4 часа).;
4. 4. Исследование режимов линии связи сс с содержащей собственную генерацию с внешней энергосистемой (4 часа)..

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

3 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 3	4 - 5	6 - 7	8 - 10	11 - 14	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	15	20	20	20	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	15	35	55	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	1. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания автономной энергосистемы или распределенной генерации
2	Разработка замысла (состав, структура, расположение ЭЦ и др.) построения энергосистемы и его технико-экономическая оценка для нескольких вариантов
3	Выбор типа источника ЭЭ и марки генерирующей установки для ЭЦ автономной энергосистемы. Обоснование мощности и состава ЭЦ
4	Сравнение разработанных в рамках РЗ вариантов с разработанным в рамках курсового проекта "Районная электрическая сеть" вариантом электроснабжения от стационарной энергосистемы с учетом стоимости покупки ЭЭ

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)							Оценочное средство (тип и наименование)	
		1	2	3	4	5	6	7		
Знать:										
основы проектирования систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию;	ИД-1ПК-1				+					Коллоквиум/Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией
методы стабилизации работы энергоцентров в аварийных режимах	ИД-1ПК-1							+		Лабораторная работа/Исследование режимов линии связи системы электроснабжения содержащей собственную генерацию с внешней энергосистемой
особенности автономного и параллельного с внешней энергосистемой режимов работы энергоцентров	ИД-3ПК-1						+			Лабораторная работа/Исследование изолированной системы электроснабжения
особенности РЗиА при построении систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию	ИД-3ПК-1								+	Коллоквиум/Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией
основы устройства и технико-экономические характеристики различных видов источников электроэнергии для энергоцентров функционирующих в составе систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию	ИД-4ПК-1		+							Коллоквиум/Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра
Уметь:										
практически осуществлять сбор исходных данных для разработки технического задания и принятия решения по строительству собственного энергоцентра или группы энергоцентров	ИД-1ПК-1	+								Лабораторная работа/Исследование работы системы электроснабжения от внешней энергосистемы
обосновывать состав и структуру систем	ИД-2ПК-1			+						Лабораторная работа/Исследование

<p>электроснабжения содержащих распределенную генерацию на основе многовариантного анализа</p>									<p>параллельной работы внешней энергосистемы с системой электроснабжения содержащей распределенную генерацию</p>
<p>выбирать источник электроэнергии для применения в составе энергоцентра на основе анализа режимов работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию</p>	<p>ИД-3ПК-1</p>		<p>+</p>						<p>Коллоквиум/Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра</p>

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Допуск к лабораторной работе

1. Исследование изолированной системы электроснабжения (Лабораторная работа)
2. Исследование параллельной работы внешней энергосистемы с системой электроснабжения содержащей распределенную генерацию (Лабораторная работа)
3. Исследование работы системы электроснабжения от внешней энергосистемы (Лабораторная работа)
4. Исследование режимов линии связи системы электроснабжения содержащей собственную генерацию с внешней энергосистемой (Лабораторная работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра (Коллоквиум)
2. Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией (Коллоквиум)
3. Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией (Коллоквиум)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Удинцев, Д. Н. Системные вопросы применения распределенной генерации : практикум "Расчет основных параметров автономной энергосистемы и системы с распределенной генерацией" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Д. Н. Удинцев, С. В. Шульженко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 52 с. - ISBN 978-5-7046-2200-0 .

[http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=10988;](http://elibrary.mpei.ru/elibrary/view.php?id=10988)

2. Удинцев, Д. Н. Системные вопросы применения распределенной генерации. Исследование режимов системы электроснабжения, состоящей из одиночного генератора, при автономной работе и параллельно с внешней энергосистемой : практикум по курсу "Системные вопросы

- применения распределенной генерации" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Д. Н. Удинцев, Е. Ю. Свешникова, Р. Б. Горбуленко, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2019 . – 72 с. - ISBN 978-5-7046-2224-6 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10931>;
3. Гуревич, Ю. Е. Расчеты устойчивости и противоаварийной автоматики в энергосистемах / Ю. Е. Гуревич, Л. Е. Либова, А. А. Окин . – М. : Энергоатомиздат, 1990 . – 390 с. - ISBN 5-283-01022-8 .;
4. Электроснабжение потребителей первой категории надежности особой группы : учебное пособие по курсу "Системные вопросы применения распределённой генерации" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Д. Н. Удинцев, В. Н. Тульский, А. С. Умрик, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2020 . – 100 с. - ISBN 978-5-7046-2279-6 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11216>;
5. Илюшин, П. В. Автоматика управления нормальными и аварийными режимами энергорайонов с распределенной генерацией : монография / П. В. Илюшин, А. Л. Куликов . – Нижний Новгород : НИУ РАНХиГС, 2019 . – 364 с. - ISBN 978-5-00036-236-5 .;
6. Илюшин, П. В. Перспективы применения и проблемные вопросы интеграции распределенных источников энергии в электрические сети : [монография] / П. В. Илюшин . – Москва : Энергопрогресс : Энергетик, 2020 . – 116 с. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик" ; вып. 8 (260)) . - ISBN 0013-7278 .;
7. Методы интеллектуального управления распределенными энергоресурсами на базе цифровой платформы : [монография] / П. В. Илюшин, С. П. Ковалев, А. Л. Куликов, и др. – Москва : Энергопрогресс : Энергетик, 2021 . – 116 с. – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик" ; вып. 8 (272)) . - ISSN 0013-7278 .;
8. Правила устройства электроустановок. Все действующие разделы шестого и седьмого изданий с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 апреля 2011 г. – М. : КноРус, 2011 . – 488 с. + CD-ROM . - ISBN 978-5-406-01678-7 .;
9. Исследование режимов системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию : лабораторный практикум по дисциплине "Системы электроснабжения с распределенной генерацией" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Д. Н. Удинцев, А. В. Хлебнов, С. В. Шульженко, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – Москва : Изд-во МЭИ, 2021 . – 84 с. - ISBN 978-5-7046-2400-4 .
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11532>;
10. Никитенко Г. В., Коноплев П. В.- "Автономное электроснабжение потребителей с использованием энергии ветра", Издательство: "СтГАУ", Ставрополь, 2015 - (152 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=82183;
11. Смоляков А. Ф., Иванова И. В., Дюкова И. Н., Куликов А. А.- "Автономные источники электрической и тепловой энергии малой мощности", Издательство: "СПбГЛТУ", Санкт-Петербург, 2016 - (36 с.)
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=74030;
12. А. С. Соболев- "Проектирование системы автономного электроснабжения поселка в условиях вечной мерзлоты", Издательство: "б.и.", Дубна, 2022 - (63 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=692433>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
10. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
11. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
12. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
13. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
14. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
18. Федеральный портал "Российское образование" - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения	Д-26а, Учебная лаборатория	стул, шкаф для хранения инвентаря, лабораторный стенд, инвентарь

лабораторных занятий	"Качества электрической энергии"	специализированный, инвентарь учебный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор
Помещения для консультирования	Д-2/12(2), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, стол для совещаний, принтер, кондиционер, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	НТБ-214, Кладовая "НТБ"	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Системы электроснабжения с распределенной генерацией

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Исследование работы системы электроснабжения от внешней энергосистемы (Лабораторная работа)
- КМ-2 Исследование изолированной системы электроснабжения (Лабораторная работа)
- КМ-3 Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра (Коллоквиум)
- КМ-4 Исследование параллельной работы внешней энергосистемы с системой электроснабжения содержащей распределенную генерацию (Лабораторная работа)
- КМ-5 Исследование режимов линии связи системы электроснабжения содержащей собственную генерацию с внешней энергосистемой (Лабораторная работа)
- КМ-6 Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией (Коллоквиум)
- КМ-7 Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией (Коллоквиум)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
		Неделя КМ:	3	5	7	9	12	14	16
1	Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания объекта малой генерации								
1.1	Тенденции развития малой генерации. Нормативная документация, регламентирующая создание и подключение объектов распределенной генерации. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания объекта малой генерации		+						
2	Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией								
2.1	Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией				+				

3	Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией							
3.1	Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией				+			
4	Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией							
4.1	Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией						+	
5	Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию							
5.1	Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию		+					
6	Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах							
6.1	Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах					+		
7	Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией							
7.1	Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией							+
Вес КМ, %:		10	15	20	15	15	20	5

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Системы электроснабжения с распределенной генерацией

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Защита раздела 1.
- КМ-2 Защита раздела 2.
- КМ-3 Защита раздела 3.
- КМ-4 Защита раздела 4.
- КМ-5 Защита раздела 5.

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	3	5	7	10	14
1	1. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания автономной энергосистемы или распределенной генерации		+				
2	Разработка замысла (состав, структура, расположение ЭЦ и др.) построения энергосистемы и его технико-экономическая оценка для нескольких вариантов			+			
3	Выбор типа источника ЭЭ и марки генерирующей установки для ЭЦ автономной энергосистемы. Обоснование мощности и состава ЭЦ				+		
4	Сравнение разработанных в рамках РЗ вариантов с разработанным в рамках курсового проекта "Районная электрическая сеть" вариантом электроснабжения от стационарной энергосистемы с учетом стоимости покупки ЭЭ					+	
5	Разработка основных проектных решений автономного ЭЦ						+
Вес КМ, %:			15	20	20	20	25