

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: Оптимизация структур, параметров и режимов систем электроснабжения и повышение эффективности их функционирования

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:	Б2.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 2020

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


Д.Н. Удинцев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

Г.В. Шведов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905b7

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка
подписи)

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 изолировано, 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 Оптимизация структур, параметров и режимов систем электроснабжения и повышение эффективности их функционирования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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

	генерацией																		
3.1	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>

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

														[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>
6.1	Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах	14	4	4	-	-	-	-	-	-	6	-	-	[3], 86-152 [7], 1-116
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>
7.1	Особенности РЗиА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией	6	2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	-	Проработка лекции. <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

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

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://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=10988;](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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 распределенной 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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=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. Майнд Видеоконференции;
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	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для	Д-2/19, Учебная	стол преподавателя, стол компьютерный,

самостоятельной работы	лаборатория "Вычислительный центр"	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