

**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**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Системы электроснабжения с распределенной генерацией**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

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-0bb905b1

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

- ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов  
ИД-1 Формулирует техническое задание для проектирования системы электроснабжения объекта  
ИД-2 Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта  
ИД-3 Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта  
ИД-4 Осуществляет технико-экономическое обоснование проектов систем электроснабжения объекта

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

## БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	3	5	7	9	12	14	16
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							
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	+						
Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией							
Источники электроэнергии для энергоцентров систем электроснабжения с распределенной генерацией			+				
Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией							
Выбор параметров основных элементов систем электроснабжения с распределенной генерацией				+			
Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией							
Проектирование энергоцентров в системах электроснабжения с распределенной генерацией						+	
Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию							
Изолированный и параллельный с внешней энергосистемой режимы работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию		+					
Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах							
Работа энергоцентров в нормальном и аварийных режимах					+		
Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией							
Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией							+
Вес КМ:	10	15	20	15	15	20	5

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

### БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4

	Срок КМ:	3	5	7	10	14
1. Сбор и анализ исходных данных на предмет целесообразности создания автономной энергосистемы или распределенной генерации		+				
Разработка замысла (состав, структура, расположение ЭЦ и др.) построения энергосистемы и его технико-экономическая оценка для нескольких вариантов			+			
Выбор типа источника ЭЭ и марки генерирующей установки для ЭЦ автономной энергосистемы. Обоснование мощности и состава ЭЦ				+		
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					+	
Разработка основных проектных решений автономного ЭЦ						+
	Вес КМ:	15	20	20	20	25

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> 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	Исследование работы системы электроснабжения от внешней энергосистемы (Лабораторная работа) Исследование режимов линии связи системы электроснабжения содержащей собственную генерацию с внешней энергосистемой (Лабораторная работа) Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией (Коллоквиум)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта	Уметь: обосновывать состав и структуру систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию на основе многовариантного анализа	Исследование параллельной работы внешней энергосистемы с системой электроснабжения содержащей распределенную генерацию (Лабораторная работа)

ПК-1	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта	<p>Знать: особенности РЗА при построении систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию особенности автономного и параллельного с внешней энергосистемой режимов работы энергоцентров</p> <p>Уметь: выбирать источник электроэнергии для применения в составе энергоцентра на основе анализа режимов работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию</p>	<p>Исследование изолированной системы электроснабжения (Лабораторная работа) Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра (Коллоквиум) Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией (Коллоквиум)</p>
ПК-1	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Осуществляет технико-экономическое обоснование проектов систем электроснабжения объекта	<p>Знать: основы устройства и технико-экономические характеристики различных видов источников электроэнергии для энергоцентров функционирующих в составе систем электроснабжения содержащих распределенную</p>	<p>Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра (Коллоквиум)</p>

		генерацию	
--	--	-----------	--



## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Исследование работы системы электроснабжения от внешней энергосистемы

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для получения допуска к работе студенты отвечают на контрольные вопросы, докладывают порядок проведения исследований. После проведения работы студенты производят обработку результатов измерений, сравнение с результатами теоретических расчетов и защищают полученные результаты.

#### Краткое содержание задания:

См. практикум. **Исследование режимов системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию:** Лабораторный практикум по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией»/ Удинцев Д.Н., д.т.н., доцент; Хлебнов А.В., к.т.н., доцент; Шульженко С.В., к.т.н., доцент; Шкляревский Н.В.; Смоголев С.А.; Каюкова Д.Я. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 75 с.

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: практически осуществлять сбор исходных данных для разработки технического задания и принятия решения по строительству собственного энергоцентра или группы энергоцентров	1.1. Что необходимо предпринять для изменения направления вращения асинхронного двигателя? 2. Что необходимо предпринять при невозможности пуска двигателя для заданных значениях нагрузки и параметрах линии электропередачи?
---	---

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

### КМ-2. Исследование изолированной системы электроснабжения

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для получения допуска к работе студенты отвечают на контрольные вопросы, докладывают порядок проведения

исследований. После проведения работы студенты производят обработку результатов измерений, сравнение с результатами теоретических расчетов и защищают полученные результаты.

#### **Краткое содержание задания:**

См. практикум. **Исследование режимов системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию:** Лабораторный практикум по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией»/ Удинцев Д.Н., д.т.н., доцент; Хлебнов А.В., к.т.н., доцент; Шульженко С.В., к.т.н., доцент; Шкляревский Н.В.; Смоголев С.А.; Каюкова Д.Я. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 75 с.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: особенности автономного и параллельного с внешней энергосистемой режимов работы энергоцентров</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Регулирование напряжения источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: методы, влияние на режим системы электроснабжения.</li><li>2. Регулирование частоты источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: методы, влияние на режим системы электроснабжения.</li><li>3. Назовите блок, моделирующий источник электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания. Обоснуйте его состав, влияние каждого узла на режим системы электроснабжения.</li><li>4. Перечислите основные особенности автономного режима работы системы электроснабжения.</li><li>5. Относительная минимально допустимая нагрузка источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: обоснование величины этой нагрузки, влияние на режим системы электроснабжения при несоблюдении этого ограничения.</li><li>6. Относительная максимально допустимая нагрузка источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: обоснование величины этой нагрузки, влияние на режим системы электроснабжения при несоблюдении этого ограничения.</li><li>7. Относительная допустимая величина ступенчатой нагрузки источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: обоснование величин ступеней этой нагрузки, влияние на режим системы электроснабжения при несоблюдении этого ограничения.</li><li>8. Какое влияние оказывает линия электропередач на работу энергосистемы? Пояснить на примере простейшей схемы «источник–передача–потребитель».</li><li>9. Перечислите особенности различных режимов работы системы электроснабжения с асинхронным двигателем (например, пуск, холостой ход и др.).</li><li>10. Перечислите особенности различных режимов</li></ol>
---	--

	работы силового трансформатора в системе электроснабжения с асинхронным двигателем (например, пуск, холостой ход и др.).
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-3. Выбор источника электроэнергии для применения в составе энергоцентра**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ответ каждого студента на 1-2 вопроса. Обсуждение в составе группы.

**Краткое содержание задания:**

Подготовить ответы на вопросы коллоквиума.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основы устройства и технико-экономические характеристики различных видов источников электроэнергии для энергоцентров функционирующих в составе систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1. Перечислите исходные данные для принятия решения по строительству собственного ЭЦ или группы ЭЦ.</li> <li>2. Каким образом производится выбор первичного источника энергии?</li> <li>3. Особенности расчета мощности и количества источников электроэнергии в зависимости от варианта построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.</li> <li>4. Перечислите особенности различных режимов работы системы электроснабжения с асинхронным двигателем (например, пуск, холостой ход и др.).</li> <li>5. Какие способы регулирования частоты вращения асинхронного двигателя вы знаете? Напишите формулу, связывающую основные параметры, объясните её состав.</li> <li>6. Перечислите основные способы обеспечения плавного пуска асинхронного двигателя.</li> <li>7. Объясните процесс снижения пусковых токов переключением схемы соединения обмоток двигателя. Как это повлияет на режим системы электроснабжения?</li> <li>8. Объясните влияние устройств плавного пуска асинхронного двигателя на величину пусковых токов.</li> </ol>
--	---

	<p>Как это повлияет на режим системы электроснабжения?</p> <p>9. Объясните влияние преобразователей частоты на величину пусковых токов асинхронного двигателя. Как это повлияет на режим системы электроснабжения?</p> <p>10. Перечислите известные вам методы снижения пиковых токов в системе электроснабжения с источником ограниченной мощности.</p> <p>11. Перечислите условия вывода на параллельную работу двух источников электроэнергии.</p> <p>12. Регулирование напряжения источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: методы, влияние на режим системы электроснабжения.</p> <p>13. Регулирование частоты источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: методы, влияние на режим системы электроснабжения.</p> <p>14. Назовите блоки учебных лабораторных стендов, моделирующие источник электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания. Обоснуйте его состав, влияние каждого узла на режим системы электроснабжения.</p> <p>15. Метод точной синхронизации: физическая суть, условия выполнения.</p> <p>16. Метод самосинхронизации: физическая суть, условия выполнения.</p> <p>17. Состав блока синхронизации. Обоснуйте его пользу для управления режимом системы электроснабжения.</p> <p>18. Относительная минимально допустимая нагрузка источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: обоснование величины этой нагрузки, влияние на режим системы электроснабжения при несоблюдении этого ограничения.</p> <p>19. Относительная максимально допустимая нагрузка источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: обоснование величины этой нагрузки, влияние на режим системы электроснабжения при несоблюдении этого ограничения.</p> <p>20. Относительная допустимая величина ступенчатого нагружения источника электроэнергии на базе двигателя внутреннего сгорания: обоснование величин ступеней этой нагрузки, влияние на режим системы электроснабжения при несоблюдении этого ограничения.</p> <p>21. Объясните, как происходит распределение нагрузки между собственным источником электроэнергии системы электроснабжения и внешней энергосистемой.</p>
--	---

<p>Уметь: выбирать источник электроэнергии для применения в составе энергоцентра на основе анализа режимов работы систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию</p>	<p>1.1. Алгоритм вывода генератора на параллельную работу с внешней энергосистемой методом точной синхронизации.  2. Алгоритм вывода генератора на параллельную работу с внешней энергосистемой методом самосинхронизации.  3. Алгоритм вывода генератора из режима параллельной работы с внешней энергосистемой.</p>
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-4. Исследование параллельной работы внешней энергосистемы с системой электроснабжения содержащей распределенную генерацию**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для получения допуска к работе студенты отвечают на контрольные вопросы, докладывают порядок проведения исследований. После проведения работы студенты производят обработку результатов измерений, сравнение с результатами теоретических расчетов и защищают полученные результаты.

**Краткое содержание задания:**

См. практикум. **Исследование режимов системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию:** Лабораторный практикум по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией»/ Удинцев Д.Н., д.т.н., доцент; Хлебнов А.В., к.т.н., доцент; Шульженко С.В., к.т.н., доцент; Шкляревский Н.В.; Смоголев С.А.; Каюкова Д.Я. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 75 с.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Уметь: обосновывать состав и структуру систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию на основе многовариантного анализа</p>	<p>1.1. Алгоритм вывода генератора на параллельную работу с внешней энергосистемой методом точной синхронизации.  2. Алгоритм вывода генератора на параллельную работу с внешней энергосистемой методом грубой синхронизации.  3. Алгоритм вывода генератора на параллельную работу с внешней энергосистемой методом самосинхронизации.  4. Алгоритм вывода генератора из режима параллельной работы с внешней энергосистемой.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-5. Исследование режимов линии связи системы электроснабжения содержащей собственную генерацию с внешней энергосистемой**

**Формы реализации:** Допуск к лабораторной работе

**Тип контрольного мероприятия:** Лабораторная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Для получения допуска к работе студенты отвечают на контрольные вопросы, докладывают порядок проведения исследований. После проведения работы студенты производят обработку результатов измерений, сравнение с результатами теоретических расчетов и защищают полученные результаты.

**Краткое содержание задания:**

См. практикум. **Исследование режимов системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию:** Лабораторный практикум по дисциплине «Системы электроснабжения с распределенной генерацией»/ Удинцев Д.Н., д.т.н., доцент; Хлебнов А.В., к.т.н., доцент; Шульженко С.В., к.т.н., доцент; Шкляревский Н.В.; Смоголев С.А.; Каюкова Д.Я. – М.: Издательство МЭИ, 2020. – 75 с.

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы стабилизации работы энергоцентров в аварийных режимах</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Перечислите основные особенности режима системы электроснабжения при параллельной работе с внешней энергосистемой.</li><li>2. Объясните, как происходит распределение нагрузки между собственным источником электроэнергии системы электроснабжения и внешней энергосистемой.</li><li>3. Объясните, как изменится режим системы электроснабжения при отключении ее от внешней энергосистемы.</li><li>4. Какая зависимость режима системы электроснабжения от физических параметров сети, связывающей внешнюю энергосистему и систему электроснабжения, при их параллельной работе.</li><li>5. Что такое асинхронный режим системы электроснабжения? Причины возникновения асинхронного режима.</li><li>6. Доложите основные положения теории подобия.</li><li>7. Поясните, как пользоваться коэффициентами подобия?</li></ol>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-6. Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ответ каждого студента на 1-2 вопроса. Обсуждение в составе группы.

**Краткое содержание задания:**

Подготовить ответы на вопросы коллоквиума: «Проектирование систем электроснабжения с распределенной генерацией»

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основы проектирования систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию;</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Перечислите исходные данные для принятия решения по строительству собственного ЭЦ или группы ЭЦ.</li><li>2. Каким образом производится оценка целесообразности строительства собственных объектов генерации и выбор первичного источника энергии?</li><li>3. Что включает в себя замысел построения энергосистемы, содержащей распределенную генерацию.</li><li>4. Назовите основные варианты построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.</li><li>5. Как рассчитываются установленная, единовременная и пиковая мощности потребителей?</li><li>6. Состав и особенности функционирования энергосистемы, содержащей единый ЭЦ работающий в автономном режиме.</li><li>7. Состав и особенности функционирования энергосистемы, содержащей единый ЭЦ работающий в параллель с внешней энергосистемой.</li><li>8. Состав и особенности функционирования автономной энергосистемы, содержащей распределенную генерацию без строительства внутрисистемных связей.</li><li>9. Состав и особенности функционирования автономной энергосистемы, содержащей распределенную генерацию со строительством</li></ol>
--	--

	<p>внутрисистемных связей.</p> <p>10. Состав и особенности функционирования энергосистемы, содержащей распределенную генерацию со строительством внутрисистемных связей с подключением к внешней энергосистеме.</p> <p>11. Состав проектной документации подраздела "Система электроснабжения".</p> <p>12. Перечислите основные элементы и блоки ЭЦ в системе с распределённой генерацией.</p> <p>13. Особенности выбора сечений электрических проводников внутрисистемных связей в зависимости от варианта построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.</p> <p>14. В чём заключаются основные различия электроснабжения от внешней электроэнергетической системы (ЭЭС) и от автономной (изолированной) ЭЭС?</p> <p>15. Какое влияние оказывает линия электропередач на работу изолированной энергосистемы? Пояснить на примере простейшей схемы «источник–передача–потребитель».</p> <p>16. Перечислите особенности различных режимов работы силового трансформатора в системе электроснабжения с асинхронным двигателем (например, пуск, холостой ход и др.).</p> <p>17. Управление режимом наибольших нагрузок системы электроснабжения при аварийном выходе на автономную работу: алгоритм, обоснование мероприятий.</p> <p>18. Зависимость режима системы электроснабжения от физических параметров сети, связывающей внешнюю энергосистему и систему электроснабжения, при их параллельной работе</p> <p>19. Объясните, как изменится режим системы электроснабжения при подключении её на параллельную работу с внешней энергосистемой.</p> <p>20. Перечислите основные особенности автономного (изолированного) режима работы системы электроснабжения.</p> <p>21. Перечислите основные особенности режима системы электроснабжения при параллельной работе с внешней энергосистемой.</p> <p>22. Объясните, как происходит распределение нагрузки между собственным источником электроэнергии системы электроснабжения и внешней энергосистемой.</p> <p>23. Объясните, как изменится режим системы электроснабжения при отключении её от внешней энергосистемы.</p>
--	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*



*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

### **КМ-7. Особенности РЗА при построении систем электроснабжения с распределенной генерацией**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 5**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ответ каждого студента на 1-2 вопроса. Обсуждение в составе группы.

#### **Краткое содержание задания:**

Подготовить ответы на вопросы коллоквиума.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: особенности РЗА при построении систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1.1. Расчет токов КЗ в системах электроснабжения содержащих распределенную генерацию при параллельной работе с внешней энергосистемой.</li><li>2. Расчет токов КЗ в системах электроснабжения содержащих распределенную генерацию при изолированной работе.</li><li>3. Расчет режима системы электроснабжения содержащей распределенную генерацию.</li><li>4. Особенности АЧР в системах электроснабжения содержащих распределенную генерацию при параллельной работе с внешней энергосистемой.</li><li>5. Особенности АЧР в системах электроснабжения содержащих распределенную генерацию при изолированной работе.</li><li>6. Особенности функционирования линии связи системы электроснабжения содержащей распределенную генерацию с внешней ЭЭС.</li><li>7. Расчет режима системы электроснабжения содержащей распределенную генерацию.</li><li>8. На примере одного из отечественных производителей назовите основные блоки РЗА, которыми необходимо дополнить существующее РУ-6(10) кВ при интеграции в существующую систему электроснабжения распределенной генерации.</li><li>9. Перечислите защиты генераторов источников электроэнергии энергоцентров систем электроснабжения содержащих распределенную генерацию.</li><li>10. Как осуществляется согласование защит</li></ol>
--	--

	<p>генераторных ячеек распределительного устройства с генераторными защитами источников электроэнергии?</p> <p>11. Как размещаются трансформаторы тока на принципиальной электрической схеме в зависимости от видов защит?</p> <p>12. Какую основную информацию содержит карта уставок РЗА?</p>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 2 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Назовите основные варианты построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.
2. Метод точной синхронизации: физическая суть, условия выполнения.
3. На примере своей курсовой работы рассмотреть режим работы потребителя, содержащего распределенную генерацию, при временной потере связи с внешней энергосистемой.

### Процедура проведения

Студенты получают билеты и после подготовки устно отвечают на вопросы.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-1 Формулирует техническое задание для проектирования системы электроснабжения объекта

### Вопросы, задания

1. Перечислите исходные данные для принятия решения по строительству собственного ЭЦ или группы ЭЦ.
2. Каким образом производится оценка целесообразности строительства собственных объектов генерации и выбор первичного источника энергии?
3. Как рассчитываются установленная, единовременная и пиковая мощности потребителей?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. **Состав и особенности изолированной работы системы электроснабжения с РГ**  
Ответы:

В этом варианте связь единого ЭЦ с внешней энергосистемой отсутствует. Соответственно, собственная генерация должна в полном объеме покрывать номинальную нагрузку. Кроме того, необходимо предусмотреть оперативный резерв, обеспечивающий покрытие полностью всех нагрузок (расчетной, пиковой, аварийный наброс мощности и др.) в нормальном и аварийном режимах работы, а для проведения капитальных и текущих ремонтов предусматривается ремонтно-эксплуатационный резерв. В работе одновременно должно находиться столько агрегатов, и загрузка их должна быть такова, чтобы при выходе одного из агрегатов оставшиеся в работе имели возможность принять на себя имеющуюся нагрузку на время, необходимое для ввода в действие агрегата из резерва.

Верный ответ: В этом варианте связь единого ЭЦ с внешней энергосистемой отсутствует. Соответственно, собственная генерация должна в полном объеме покрывать номинальную нагрузку. Кроме того, необходимо предусмотреть оперативный резерв, обеспечивающий покрытие полностью всех нагрузок (расчетной, пиковой, аварийный наброс мощности и др.) в нормальном и аварийном режимах работы, а для проведения капитальных и текущих ремонтов предусматривается ремонтно-эксплуатационный резерв. В работе одновременно

должно находиться столько агрегатов, и загрузка их должна быть такова, чтобы при выходе одного из агрегатов оставшиеся в работе имели возможность принять на себя имеющуюся нагрузку на время, необходимое для ввода в действие агрегата из резерва.

## **2. Состав и особенности функционирования системы электроснабжения, содержащей единый ЭЦ работающий в параллель с внешней энергосистемой**

Ответы:

### **1 - Параллельная работа с внешней энергосистемой и покрытием за счет внешней энергосистемы только пиковых набросов нагрузки**

В данном варианте за счет внешней энергосистемы покрываются только пиковые набросы нагрузки: пуск мощных асинхронных двигателей, токи намагничивания трансформаторов, аварийный выход из строя электроагрегата.

В нормальном режиме работы расчетная нагрузка распределяется между двумя независимыми источниками. При аварийном останове одного из источников ЭЭ, второй должен покрыть расчетную нагрузку в полном объеме. Стабилизация работы ЭЦ (набросы нагрузки в аварийных режимах и режимах пиковых нагрузок) независимо от числа находящихся в работе источников ложится на внешнюю энергосистему.

### **2 - Параллельная работа с внешней энергосистемой и покрытием за счет собственной генерации собственной нагрузки в полном объеме с генерацией избытков мощности во внешнюю энергосистему**

Связь системы с распределенной генерацией с внешней энергосистемой присутствует для выдачи излишек мощности в систему.

В ЭЦ электроагрегаты распределяются по двум источникам, независимым с точки зрения надежности электроснабжения; резерв предусматривает покрытие полностью всех нагрузок в нормальном и аварийном режимах работы.

Данный режим работы предусматривает наибольшее количество агрегатов. Мощность агрегатов наименьшая по сравнению с другими режимами, так как при выводе в ремонт одного агрегата должна продолжаться выдача мощности в сеть.

### **3 - Параллельная работа с внешней энергосистемой в режиме потребления из сети постоянной мощности и покрытием за счет собственной генерации только максимумов графика нагрузки**

Связь системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию с внешней энергосистемой, работает в режиме потребления из сети постоянной мощности.

В ЭЦ электроагрегаты распределяются по двум источникам, независимым с точки зрения надежности электроснабжения; распределенная генерация предусматривает покрытие полностью всех нагрузок (расчетной, пиковой, аварийный наброс мощности и др.) в нормальном и аварийном режимах работы, для всех ЭЦ и для энергосистемы с распределенной генерацией в целом за исключением постоянной мощности получаемой из сети; ремонтно-эксплуатационный резерв должен обеспечивать проведение капитальных и текущих ремонтов.

### **4 - Питание нагрузки в нормальном режиме полностью от собственного энергоцентра. В аварийном режиме от внешней ЭЭС по одной цепи**

В этом случае собственная генерация: располагается в каждом пункте в виде ЭЦ, покрывающих нагрузки в нормальном режиме работы; в каждом ЭЦ электроагрегаты распределяются по двум источникам, независимым с точки зрения надежности электроснабжения; покрывает только расчетную (единовременную) нагрузку в нормальном и аварийном режимах работы.

При аварийном останове одного из источников ЭЭ, второй должен покрыть расчетную нагрузку в полном объеме. Стабилизация работы ЭЦ (набросы нагрузки в аварийных режимах и режимах пиковых нагрузок) независимо от числа находящихся в работе источников ложится на внешнюю энергосистему.

Верный ответ: 1 - Параллельная работа с внешней энергосистемой и покрытием за счет внешней энергосистемы только пиковых набросов нагрузки В данном варианте за счет внешней энергосистемы покрываются только пиковые набросы нагрузки: пуск мощных асинхронных двигателей, токи намагничивания трансформаторов, аварийный выход из строя электроагрегата. В нормальном режиме работы расчетная нагрузка распределяется между двумя независимыми источниками. При аварийном останове одного из источников ЭЭ, второй должен покрыть расчетную нагрузку в полном объеме. Стабилизация работы ЭЦ (набросы нагрузки в аварийных режимах и режимах пиковых нагрузок) независимо от числа находящихся в работе источников ложится на внешнюю энергосистему. 2 - Параллельная работа с внешней энергосистемой и покрытием за счет собственной генерации собственной нагрузки в полном объеме с генерацией избытков мощности во внешнюю энергосистему Связь системы с распределенной генерацией с внешней энергосистемой присутствует для выдачи излишек мощности в систему. В ЭЦ электроагрегаты распределяются по двум источникам, независимым с точки зрения надежности электроснабжения; резерв предусматривает покрытие полностью всех нагрузок в нормальном и аварийном режимах работы. Данный режим работы предусматривает наибольшее количество агрегатов. Мощность агрегатов наименьшая по сравнению с другими режимами, так как при выводе в ремонт одного агрегата должна продолжаться выдача мощности в сеть. 3 - Параллельная работа с внешней энергосистемой в режиме потребления из сети постоянной мощности и покрытием за счет собственной генерации только максимумов графика нагрузки Связь системы электроснабжения, содержащей распределенную генерацию с внешней энергосистемой, работает в режиме потребления из сети постоянной мощности. В ЭЦ электроагрегаты распределяются по двум источникам, независимым с точки зрения надежности электроснабжения; распределенная генерация предусматривает покрытие полностью всех нагрузок (расчетной, пиковой, аварийный наброс мощности и др.) в нормальном и аварийном режимах работы, для всех ЭЦ и для энергосистемы с распределенной генерацией в целом за исключением постоянной мощности получаемой из сети; ремонтно-эксплуатационный резерв должен обеспечивать проведение капитальных и текущих ремонтов. 4 - Питание нагрузки в нормальном режиме полностью от собственного энергоцентра. В аварийном режиме от внешней ЭЭС по одной цепи В этом случае собственная генерация: располагается в каждом пункте в виде ЭЦ, покрывающих нагрузки в нормальном режиме работы; в каждом ЭЦ электроагрегаты распределяются по двум источникам, независимым с точки зрения надежности электроснабжения; покрывает только расчетную (единовременную) нагрузку в нормальном и аварийном режимах работы. При аварийном останове одного из источников ЭЭ, второй должен покрыть расчетную нагрузку в полном объеме. Стабилизация работы ЭЦ (набросы нагрузки в аварийных режимах и режимах пиковых нагрузок) независимо от числа находящихся в работе источников ложится на внешнюю энергосистему.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта

### **Вопросы, задания**

- 1.Что включает в себя замысел построения энергосистемы, содержащей распределенную генерацию.
- 2.Назовите основные варианты построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.
- 3.Как производится технико-экономическое обоснование выбора варианта построения системы электроснабжения с распределенной генерацией.

4. Состав проектной документации подраздела "Система электроснабжения".

### Материалы для проверки остаточных знаний

#### 1. Назовите основные варианты построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию

Ответы:

Перечислить все известные варианты

Верный ответ: А. Изолированная работа системы электроснабжения с РГ. Б. Параллельная работа с внешней энергосистемой и покрытием за счет внешней энергосистемы только пиковых набросов нагрузки (пуск мощных асинхронных двигателей, токи намагничивания трансформаторов). В. Параллельная работа с внешней энергосистемой, работа собственного энергоцентра с постоянной нагрузкой и покрытием за счет внешней энергосистемы всех отклонений нагрузки от номинального значения. Г. Параллельная работа с внешней энергосистемой и покрытием за счет собственной генерации собственной нагрузки в полном объеме с генерацией избытков мощности во внешнюю энергосистему. Д. Параллельная работа с внешней энергосистемой в режиме потребления из сети постоянной мощности и покрытием за счет собственной генерации только максимумов графика нагрузки. Е. Питание нагрузки в нормальном режиме полностью от собственного энергоцентра. В аварийном режиме от внешней ЭЭС по одной цепи.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3пк-1 Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта

### Вопросы, задания

1. Состав и особенности функционирования энергосистемы, содержащей единый ЭЦ работающий в автономном режиме.
2. Состав и особенности функционирования энергосистемы, содержащей единый ЭЦ работающий в параллель с внешней энергосистемой.
3. Состав и особенности функционирования автономной энергосистемы, содержащей распределенную генерацию без строительства внутрисистемных связей.
4. Состав и особенности функционирования автономной энергосистемы, содержащей распределенную генерацию со строительством внутрисистемных связей.
5. Состав и особенности функционирования энергосистемы, содержащей распределенную генерацию со строительством внутрисистемных связей с подключением к внешней энергосистеме.
6. Особенности выбора сечений электрических проводников внутрисистемных связей в зависимости от варианта построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.

### Материалы для проверки остаточных знаний

#### 1. В чём заключаются основные различия электроснабжения от внешней электроэнергетической системы (ЭЭС) и от автономной (изолированной) ЭЭС?

Ответы:

В автономной ЭЭС есть необходимость рассмотрения оперативного резерва, обеспечивающего покрытие полностью всех нагрузок (расчетной, пиковой, аварийный наброс мощности и др.) в нормальном и аварийном режимах работы, а для проведения капитальных и текущих ремонтов предусматривается ремонтно-эксплуатационный резерв.

В ЭЭС (с двухцепной связью с внешней сетью), работающей параллельно с внешней сетью собственная генерация покрывает только расчетную нагрузку в нормальном и аварийном режимах работы, а стабилизация работы ЭЦ (набросы нагрузки в аварийных режимах и режимах пиковых нагрузок) ложится на внешнюю энергосистему.

В ЭЭС (с *одноцепной* связью с внешней сетью), собственная генерация является первым источником ээ, который располагается в едином ЭЦ, генерирующее оборудование электрически объединяется в одном источнике и покрывает полностью все нагрузки (расчетную, пиковую, аварийный наброс мощности и др.). Вторым источником является внешняя энергосистема. Во всех режимах работы электроснабжение осуществляется от собственной генерации. При аварийном полном останове или режиме работы, когда собственный ЭЦ не в состоянии обеспечить электроснабжение потребителя, второй источник ЭЭ (внешняя сеть) должен покрыть нагрузку потребителя в полном объеме.

Верный ответ: В автономной ЭЭС есть необходимость рассмотрения оперативного резерва, обеспечивающего покрытие полностью всех нагрузок (расчетной, пиковой, аварийный наброс мощности и др.) в нормальном и аварийном режимах работы, а для проведения капитальных и текущих ремонтов предусматривается ремонтно-эксплуатационный резерв. В ЭЭС (с *двухцепной* связью с внешней сетью), работающей параллельно с внешней сетью собственная генерация покрывает только расчетную нагрузку в нормальном и аварийном режимах работы, а стабилизация работы ЭЦ (набросы нагрузки в аварийных режимах и режимах пиковых нагрузок) ложится на внешнюю энергосистему. В ЭЭС (с *одноцепной* связью с внешней сетью), собственная генерация является первым источником ээ, который располагается в едином ЭЦ, генерирующее оборудование электрически объединяется в одном источнике и покрывает полностью все нагрузки (расчетную, пиковую, аварийный наброс мощности и др.). Вторым источником является внешняя энергосистема. Во всех режимах работы электроснабжение осуществляется от собственной генерации. При аварийном полном останове или режиме работы, когда собственный ЭЦ не в состоянии обеспечить электроснабжение потребителя, второй источник ээ (внешняя сеть) должен покрыть нагрузку потребителя в полном объеме.

## **2.Метод точной синхронизации: физическая суть, условия выполнения**

Ответы:

Включение генератора в сеть может сопровождаться толчками уравнивающего тока и активной мощности на вал генератора, а также качаниями. Указанные нежелательные явления возникают вследствие того, что частота вращения, включаемого генератора отличается от синхронной частоты вращения генераторов энергосистемы, а напряжение на выводах возбужденного генератора — от напряжения на шинах электростанции. Поэтому для включения синхронного генератора на параллельную работу с другими работающими генераторами электростанции или энергосистемы его предварительно нужно синхронизировать.

*Синхронизацией* называется процесс уравнивания частоты вращения и напряжения включаемого генератора с частотой вращения работающих генераторов и напряжением на электростанции, а также выбор соответствующего момента времени для подачи импульса на включение выключателя генератора.

*Метод точной синхронизации* - синхронное включение в сеть возбужденного генератора.

При включении генератора способом точной синхронизации необходимо выполнение следующих условий:

- *Равенство по абсолютному значению напряжения включаемого генератора и напряжения сети.*
- *Равенство угловой скорости вращения включаемого генератора и угловой скорости вращения генераторов энергосистемы*
- *Совпадение по фазе векторов напряжения генератора и напряжения сети в момент включения выключателя.*

Достоинство точной синхронизации состоит в том, что включение генератора, как правило, *не сопровождается большими толчками тока и длительными качаниями.*

Вместе с тем жесткие требования, предъявляемые условиями точной синхронизации, делают ее *более сложной и длительной операцией*.

Недостатком метода точной синхронизации является большое время, необходимое для подгонки скорости вращения и напряжения синхронизируемого генератора и выбора момента подачи импульса на включение.

Верный ответ: Включение генератора в сеть может сопровождаться толчками уравнивающего тока и активной мощности на вал генератора, а также качаниями. Указанные нежелательные явления возникают вследствие того, что частота вращения, включаемого генератора отличается от синхронной частоты вращения генераторов энергосистемы, а напряжение на выводах возбужденного генератора — от напряжения на шинах электростанции. Поэтому для включения синхронного генератора на параллельную работу с другими работающими генераторами электростанции или энергосистемы его предварительно нужно синхронизировать. Синхронизацией называется процесс уравнивания частоты вращения и напряжения включаемого генератора с частотой вращения работающих генераторов и напряжением на электростанции, а также выбор соответствующего момента времени для подачи импульса на включение выключателя генератора. Метод точной синхронизации - синхронное включение в сеть возбужденного генератора. При включении генератора способом точной синхронизации необходимо выполнение следующих условий: ●Равенство по абсолютному значению напряжения включаемого генератора и напряжения сети. ●Равенство угловой скорости вращения включаемого генератора и угловой скорости вращения генераторов энергосистемы ●Совпадение по фазе векторов напряжения генератора и напряжения сети в момент включения выключателя. Достоинство точной синхронизации состоит в том, что включение генератора, как правило, не сопровождается большими толчками тока и длительными качаниями. Вместе с тем жесткие требования, предъявляемые условиями точной синхронизации, делают ее более сложной и длительной операцией. Недостатком метода точной синхронизации является большое время, необходимое для подгонки скорости вращения и напряжения синхронизируемого генератора и выбора момента подачи импульса на включение.

### **3.Алгоритм вывода генератора на параллельную работу с внешней энергосистемой методом самосинхронизации**

Ответы:

Для ускорения включения применяют способ самосинхронизации. Сущность метода самосинхронизации заключается в том, что генератор включается в сеть в невозбужденном состоянии ( $U\Gamma=0$ ) при скорости вращения, близкой к синхронной (допускается отклонение до 2%). При этом отпадает необходимость в точном выравнивании частот, значения и фазы напряжений, благодаря чему процесс синхронизации предельно упрощается и возможность ошибочных действий исключается. После включения невозбужденного генератора в сеть немедленно включается ток возбуждения, и генератор втягивается в синхронизм (т. е. его скорость достигает синхронной).

При самосинхронизации неизбежно возникновение значительного толчка тока, так как включение невозбужденного генератора в сеть с напряжением  $U_C$ , эквивалентно внезапному короткому замыканию этого генератора при работе на холостом ходу с  $E_0=U_C$ . Однако толчок тока при самосинхронизации будет все же меньше, так как, кроме сопротивления генератора, в цепи будут действовать также сопротивления элементов сети (повышающие трансформаторы, линия и т. д.).

Таким образом, для подключения синхронного генератора к сети методом самосинхронизации необходимо:

1. привести генератор во вращение с частотой, близкой к синхронной
2. проверить правильность чередования фаз;



3. определить положение реостатов и автоматических устройств, установленных в цепи возбуждения для регулирования напряжения, в которое они должны быть установлены сразу после подключения генератора к сети. После подключения обмотки якоря к сети подключить цепь возбуждения и произвести ее настройку.

Подключение по методу самосинхронизации может осуществляться как ручным способом, так и при помощи автоматических устройств.

Верный ответ: Для ускорения включения применяют способ самосинхронизации.

Сущность метода самосинхронизации заключается в том, что генератор включается в сеть в невозбужденном состоянии ( $U_G=0$ ) при скорости вращения, близкой к синхронной (допускается отклонение до 2%). При этом отпадает необходимость в точном выравнивании частот, значения и фазы напряжений, благодаря чему процесс синхронизации предельно упрощается и возможность ошибочных действий исключается. После включения невозбужденного генератора в сеть немедленно включается ток возбуждения, и генератор втягивается в синхронизм (т. е. его скорость достигает синхронной). При самосинхронизации неизбежно возникновение значительного толчка тока, так как включение невозбужденного генератора в сеть с напряжением  $U_C$ , эквивалентно внезапному короткому замыканию этого генератора при работе на холостом ходу с  $E_0=U_C$ . Однако толчок тока при самосинхронизации будет все же меньше, так как, кроме сопротивления генератора, в цепи будут действовать также сопротивления элементов сети (повышающие трансформаторы, линия и т. д.). Таким образом, для подключения синхронного генератора к сети методом самосинхронизации необходимо: 1. привести генератор во вращение с частотой, близкой к синхронной 2. проверить правильность чередования фаз; 3. определить положение реостатов и автоматических устройств, установленных в цепи возбуждения для регулирования напряжения, в которое они должны быть установлены сразу после подключения генератора к сети. После подключения обмотки якоря к сети подключить цепь возбуждения и произвести ее настройку. Подключение по методу самосинхронизации может осуществляться как ручным способом, так и при помощи автоматических устройств.

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-4ПК-1 Осуществляет технико-экономическое обоснование проектов систем электроснабжения объекта

#### **Вопросы, задания**

1. Перечислите основные элементы и блоки энергоцентра в системе с распределённой генерацией
2. Особенности расчета мощности и количества источников электроэнергии в зависимости от варианта построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию.

#### **Материалы для проверки остаточных знаний**

**1. Особенности расчета мощности и количества источников электроэнергии в зависимости от варианта построения энергосистемы, содержащей собственную генерацию**

Ответы:

Существует несколько вариантов построения энергосистемы, отличающиеся как правило количеством вырабатываемой мощности. От частичного покрытия пиков от СГ, до полного снабжения с выдачей излишек мощности в сеть. Для каждого из вариантов будет своя методика расчета мощности и количества источников СГ.

Мощность одного агрегата как правило принимают равной 20-40% от расчетной мощности. Автономным системам соответствует меньшее значение, а работающим параллельно с сетью большее. Количество агрегатов должно быть не меньше чем

отношение расчетной мощности к номинальной мощности одного агрегата, умноженного на коэффициент загрузки (как правило 0,9).

Также важной проверкой для автономных систем является устойчивость к набросам нагрузки. При ее недостаточности необходимо также увеличивать количество агрегатов. Необходимо предусматривать ремонтный резерв, который позволит выводить в ремонт агрегаты не отключая потребителей.

Верный ответ: Существует несколько вариантов построения энергосистемы, отличающиеся как правило количеством вырабатываемой мощности. От частичного покрытия пиков от СГ, до полного снабжения с выдачей излишек мощности в сеть. Для каждого из вариантов будет своя методика расчета мощности и количества источников СГ. Мощность одного агрегата как правило принимают равной 20-40% от расчетной мощности. Автономным системам соответствует меньшее значение, а работающим параллельно с сетью большее. Количество агрегатов должно быть не меньше чем отношение расчетной мощности к номинальной мощности одного агрегата, умноженного на коэффициент загрузки (как правило 0,9). Также важной проверкой для автономных систем является устойчивость к набросам нагрузки. При ее недостаточности необходимо также увеличивать количество агрегатов. Необходимо предусматривать ремонтный резерв, который позволит выводить в ремонт агрегаты не отключая потребителей.

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. На вопросы углубленного уровня обучаемый в основном не ответил.*

## ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

**Для курсового проекта/работы:**

**2 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: не зачтено*

*Описание характеристики выполнения знания:*

***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***