

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Электрические станции и подстанции**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Смотров Н.Н.
	Идентификатор	R6dc7f87b-SmotrovNN-444d9a91

Н.Н. Смотров

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

Заведующий
выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rca486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

Т.А.
Шестопалова

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:

1. ОПК-5 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

ИД-6 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

2. ПК-3 Способен применять знание характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, транспорта и использования электроэнергии

ИД-1 Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа)

2. Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа)

КМ-2 Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа)

КМ-3 Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа)

КМ-4 Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Раздел 1					
Общие сведения об объектах электроэнергетики	+				+
Раздел 2					
Типы электростанций, особенности их технологического процесса	+				+
Раздел 3					
Синхронные генераторы и компенсаторы	+				+
Раздел 4					
Силовые трансформаторы и автотрансформаторы	+				+
Раздел 5					
Структурные схемы и типы подстанций. Схемы электроснабжения с.н. подстанций			+	+	+
Раздел 6					
Структурные схемы электрических станций			+	+	+
Раздел 7					
Схемы распределительных устройств электроустановок			+	+	+
Раздел 8					
Коммутационные электрические аппараты			+	+	+
Вес КМ:		20	30	30	20

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
ОПК-5	ИД-6 _{ОПК-5} Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов Уметь: составлять главную схему электрических соединений подстанции составлять главную схему электрических соединений подстанции составлять варианты структурных схем электростанций выбирать мощность трансформаторов составлять варианты структурных схем подстанций	КМ-1 Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа) КМ-2 Расчетно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчетно-графическая работа) КМ-3 Расчетно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчетно-графическая работа) КМ-4 Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)
ПК-3	ИД-1 _{ПК-3} Демонстрирует	Знать:	КМ-1 Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера"

	знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	условные графические изображения элементов электростанций и подстанций методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа) КМ-2 Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчетно-графическая работа) КМ-3 Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчетно-графическая работа) КМ-4 Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)
--	---	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике"

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Каждому студенту выдается вариант задачи. Решение задачи выполняется письменно в течение 45 мин. По завершении студент сдает письменную работу на проверку.

Краткое содержание задания:

Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей подстанции с тремя уровнями напряжения $U_{ВН}$, $U_{СН}$ и $U_{НН}$. Построить график наиболее нагруженной обмотки, по графику осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать типоразмер выбранного трансформатора.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1. Чем упрощенная методика выбора количества и типоразмера отличается от уточненной методики?
Знать: основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	1. При каких условиях необходимо применять автотрансформатор?
Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	1. Трансформатор с расщепленной на двое обмоткой НН является двух- или трехобмоточным? 2. Что определяет нагрузочную способность трансформатора?
Уметь: выбирать мощность трансформаторов	1. Если трансформатор не удовлетворяет критерию допустимости аварийной перегрузки зимой, то на сколько нужно увеличить мощность трансформатора?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-2. Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции"

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Преподаватель проверяет выполнение расчетно-графического задания и выставляет оценку по пятибальной шкале.

Краткое содержание задания:

Для заданных графиков нагрузки обмоток трансформатора подстанции, приведенных на рис. 1, выбрать:

- число и мощность трансформаторов по упрощенной методике;
- схему питания собственных нужд;
- схему РУ всех напряжений (с учетом схемы подключения подстанции к энергосистеме, приведенной на рис. 2).

Вычертить на листе формата А4 главную схему электрических присоединений проектируемой подстанции и указать на ней необходимые контрольно-измерительные приборы.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	1.Какие требования предъявляются к схемам РУ ПС? 2.Какие измерительные приборы устанавливают на системах сборных шин? 3.Для чего нужна обходная система сборных шин?
Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	1.Для чего нужны выключатели?
Уметь: составлять главную схему электрических соединений подстанции	1.Начертите схему ячейки с выключателем, совмещающем функции обходного и шиносоединительного выключателя? 2.Выведите в ремонт выключатель в РУ на напряжении свыше 110 кВ?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-3. Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции"

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Расчётно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Преподаватель проверяет выполнение расчётно-графического задания и выставляет оценку по пятибальной шкале.

Краткое содержание задания:

Для заданных типа и мощности электростанции, ограничений и напряжений распределительных устройств, обосновать:

- тип электрического блока;
- распределение блоков между РУ;
- связь между РУ;
- систему электроснабжения собственных нужд;

Вычертить на листе формата А4 структурную схему электростанции с системой электроснабжения собственных нужд и с указанием мест подключения электрической нагрузки собственных нужд.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	1.Каков критерий принятия решения по типу электрического блока?
Уметь: составлять варианты структурных схем подстанций	1.При перетоке мощности из РУ СН в РУ ВН в размере 150 МВт и мощности генераторов 500 МВт, какое количество (авто)трансформаторов необходимо установить?
Уметь: составлять варианты структурных схем электростанций	1.При допустимом сбросе мощности 120 МВт и мощности генераторов 63 МВт при их количестве, равным 2м, какой тип блока применять?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

КМ-4. Защита лабораторных работ №№ 1-8

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: После допуска к лабораторной работе, выполнения задания по лабораторной работе, производится защита работы, путем проведения устного опроса.

Краткое содержание задания:

Изучить конструкцию и принцип действия выключателей свыше 1000 В.
 Изучить конструкцию и принцип действия разъединителей свыше 1000 В.
 Изучить конструкцию и принцип действия предохранителей до и свыше 1000 В.
 Изучить конструкцию и принцип действия коммутационной аппаратуры до 1000 В.
 Изучить конструкцию и принцип действия измерительных трансформаторов тока.
 Изучить конструкцию и принцип действия измерительных трансформаторов напряжения.
 Изучить конструкцию и принцип действия шинных конструкций.
 Изучить конструкцию и принцип действия открытого распределительного устройства 220 кВ.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1.Для чего предназначены измерительные трансформаторы тока и напряжения?
Знать: основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	1.Для чего предназначены разъединители?
Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	1.Для чего предназначены предохранители?
Знать: типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	1.Для чего предназначены выключатели? 2.Для чего предназначены шинные конструкции? 3.Для чего предназначены открытые распределительные устройства?
Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	1.Для чего предназначены автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания:

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения $U_{ВН}$, $U_{СН}$ и $U_{НН}$.

Указания

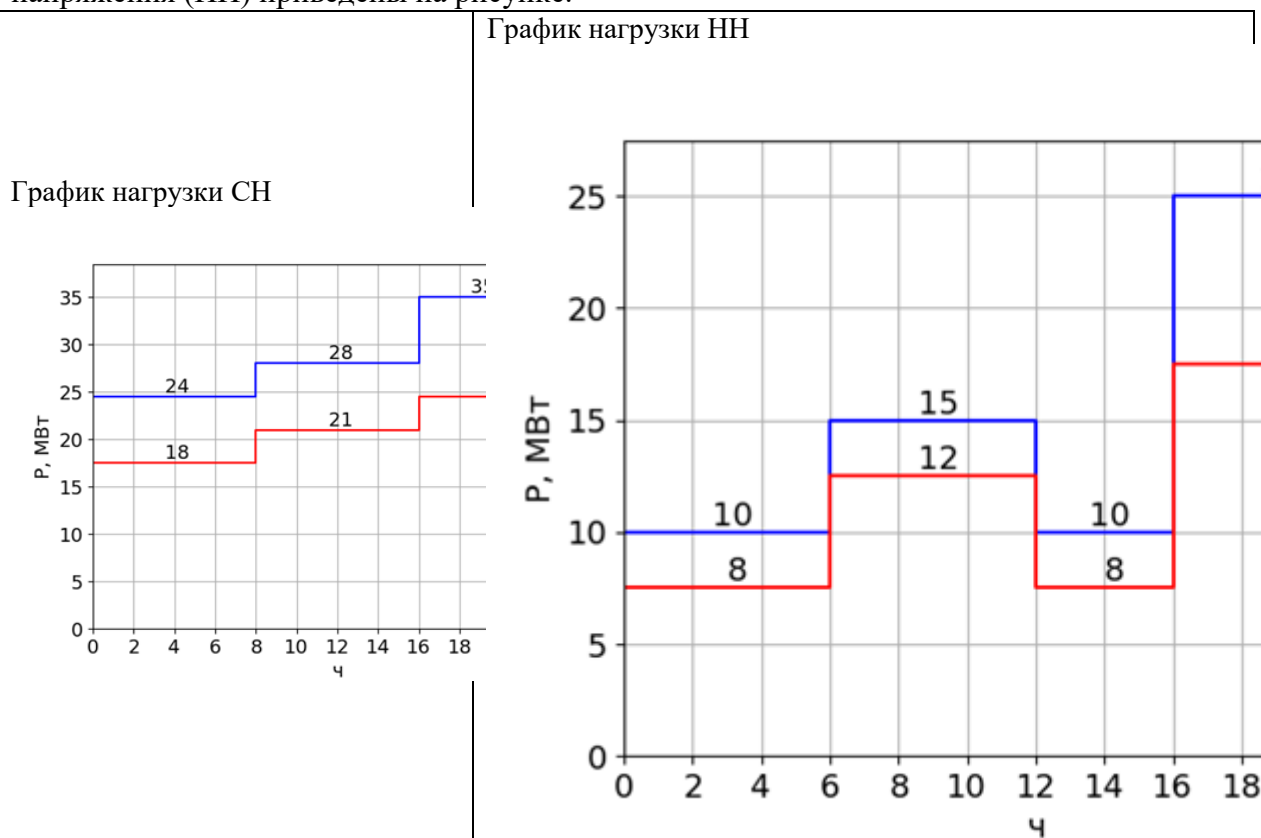
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$, по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

Исходные данные

$U_{ВН} = 110 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции: $T_{лето} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{зима} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$
$U_{СН} = 35 \text{ кВ}$	
$U_{НН} = 10 \text{ кВ}$	

Для всех потребителей принять $\cos\varphi = 0.85$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.



Процедура проведения

Билет включает практическую задачу на выбор мощности трансформаторов на подстанции.
Время подготовки ответа – 60 минут

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-6_{ОПК-5} Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

Вопросы, задания

1. Выбрать тип и мощность трансформаторов на понижающей двухтрансформаторной подстанции с тремя уровнями напряжения $U_{ВН}$, $U_{СН}$ и $U_{НН}$.

Указания

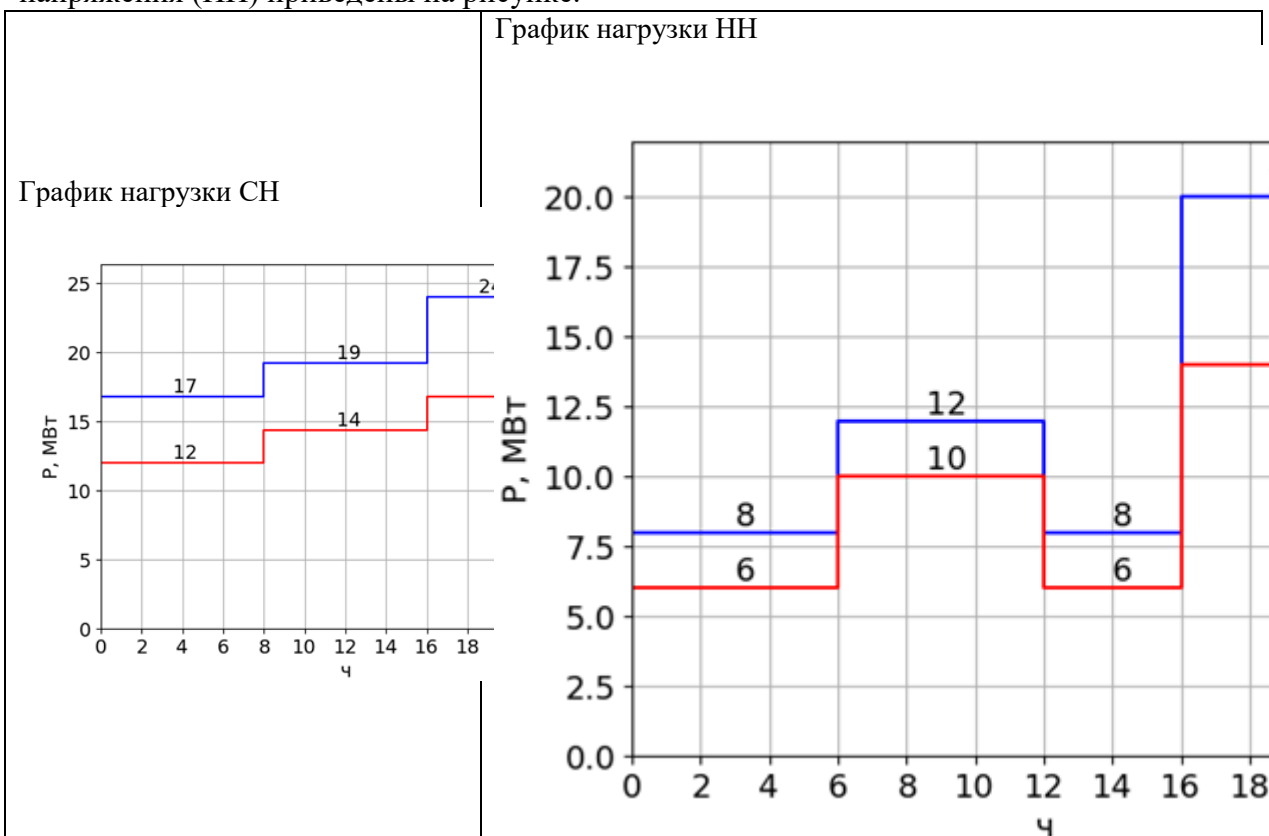
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$, по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный режим для зимнего и летнего графиков нагрузки. В конце решения указать тип и мощность выбранного трансформатора.

Исходные данные

$U_{ВН} = 220 \text{ кВ}$	Зимняя и летняя эквивалентные температуры в месте сооружения подстанции:
$U_{СН} = 110 \text{ кВ}$	
$U_{НН} = 6 \text{ кВ}$	
	$T_{\text{лето}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
	$T_{\text{зима}} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Для всех потребителей принять $\cos\varphi = 0.9$

Графики нагрузки потребителей на стороне среднего напряжения (СН) и низшего напряжения (НН) приведены на рисунке.



2. Потребители и их требования к надежности электро- и теплоснабжения.
3. Основные типы трансформаторов и их параметры.
4. Системы охлаждения трансформаторов.
5. Допускаемые систематические и аварийные перегрузки трансформатора.
6. Типы и параметры синхронных генераторов.
7. Системы возбуждения синхронных генераторов.
8. Системы охлаждения синхронных генераторов.
9. Включение синхронных генераторов на параллельную работу с сетью.
10. Назначение и типы коммутационных аппаратов в РУ. Порядок оперативных переключений в РУ.
11. Коммутационная аппаратура до 1 кВ - назначение, особенности конструкции, область применения, достоинство и недостатки.
12. Предохранители - назначение, особенности конструкции, область применения, достоинство и недостатки.
13. Трансформаторы тока и напряжения - назначение, особенности конструкции, область применения, достоинство и недостатки.

Материалы для проверки остаточных знаний



Рис. А



Рис. Б

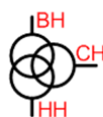


Рис. В

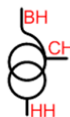


Рис. Г

1.

Figure 1 На каком рисунке изображен трансформатор с расщепленной обмоткой?

Ответы:

1. Рис. А
2. Рис. Б
3. Рис. В
4. Рис. Г

Верный ответ: 2

2. Основными потребителями электроэнергии, по суммарной потребляемой мощности, являются:

Ответы:

- А. Асинхронные двигатели
- Б. Вычислительные устройства
- В. Электрические духовые шкафы
- Г. Кондиционеры

Верный ответ: А

3. Какая категория потребителей допускает перерыв питания до 24 часов?

Ответы:

- А. Первая особая
- Б. Первая
- В. Вторая
- Г. Третья

Верный ответ: Г

4. Первично оценить капиталовложения в разные варианты РУ можно сравнив количество...

Ответы:

- А. ... разъединителей
- Б. ... выключателей

В. ... присоединений

Верный ответ: Б

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-3} Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей

Вопросы, задания

1. Назначение и структура энергосистем и их элементов. Состояние и перспективы развития ЭЭ в РФ.

Проблемы функционирования и развития ЭЭ в РФ. Реформа ЭЭ в РФ.

2. Особенности производства электрической энергии на КЭС.

3. Особенности производства электрической энергии на ГЭС.

4. Особенности производства электрической энергии на ТЭЦ.

5. Особенности производства электрической энергии на АЭС.

6. Особенности производства электрической энергии на ГЭС и ГАЭС.

7. Методика обоснования выбора структурной схемы ПС

8. Назначение и роль собственных нужд электростанций и подстанций.

9. Потребители собственных нужд электростанций и подстанций.

10. Структурные схемы КЭС.

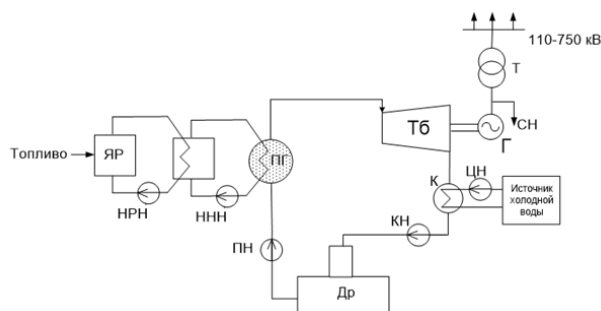
11. Структурные схемы АЭС.

12. Структурные схемы ТЭЦ.

13. Структурные схемы ГЭС.

14. Структурные схемы подстанций.

Материалы для проверки остаточных знаний



1.

Figure 2 Принципиальная схема какой станции изображена на рисунке?

Ответы:

АЭС

КЭС

ТЭЦ

ГЭС

Верный ответ: АЭС

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Если практическое задание не выполнено или не даны ответы на вопросы экзаменационного билета и не выполнены критерии для оценки 3 («удовлетворительно»)

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.