

**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  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козина М.А.
	Идентификатор	R8e01bb45-KozinovaMA-02c34583

(подпись)

М.А.

Козина

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Васьков А.Г.
	Идентификатор	R1c6ebe0f-VaskovAG-eb5ccd67

(подпись)

А.Г. Васьков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(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:

1. ОПК-4 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

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	6	8	10	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

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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-4	ИД-6 <sub>ОПК-4</sub> Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов	Знать: основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов назначение и основные характеристики силового электрооборудования	Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа) Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа) Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа) Защита лабораторных работ №№ 1-8 (Лабораторная работа)
ПК-3	ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности условные графические изображения элементов электростанций и подстанций типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд	Контрольная работа № 1 "Выбор количества и типоразмера силовых масляных трансформаторов по упрощенной методике" (Контрольная работа) Расчётно-графическая работа № 1 "Разработка главной схемы электрических соединений подстанции" (Расчётно-графическая работа) Расчётно-графическая работа № 2 "Разработка структурной схемы электростанции" (Расчётно-графическая работа) 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:**

Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1. При каких условиях необходимо применять автотрансформатор?
Знать: основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	1. Чем упрощенная методика выбора количества и типоразмера отличается от уточненной методики?
Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	1. Что определяет нагрузочную способность трансформатора?
Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	1. Трансформатор с расщепленной на двое обмоткой НН является двух- или трехобмоточным?

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*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:**

Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1.Для чего нужны выключатели? 2.Особенности силовых трансформаторов ПС
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 устанавливаются на системах сборных шин? 3.Для чего нужна обходная система сборных шин?

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

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

**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 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:**

Знать: основные принципы процесса производства электрической энергии на электростанциях различных типов	1.Что такое укрупненный блок? 2.Что такое объединенный блок?
Знать: методику выбора трансформаторов с учетом перегрузочной способности	1.Каков критерий принятия решения о количестве (авто)трансформаторов связи? 2.Каков критерий принятия решения о мощности (авто)трансформаторов связи?
Знать: условные графические изображения элементов электростанций и подстанций	1.Каков критерий принятия решения по типу электрического блока?

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*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:**

Знать: назначение и основные характеристики силового электрооборудования	1.Для чего предназначены выключатели? 2.Для чего предназначены разъединители? 3.Для чего предназначены предохранители?
--	--

	<p>4.Для чего предназначены автоматические выключатели, контакторы, магнитные пускатели?</p> <p>5.Для чего предназначены измерительные трансформаторы тока и напряжения?</p>
<p>Знать: типовые структурные схемы подстанций, схемы их распределительных устройств и системы электроснабжения собственных нужд</p>	<p>1.Для чего предназначены шинные конструкции?</p> <p>2.Для чего предназначены открытые распределительные устройства?</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*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

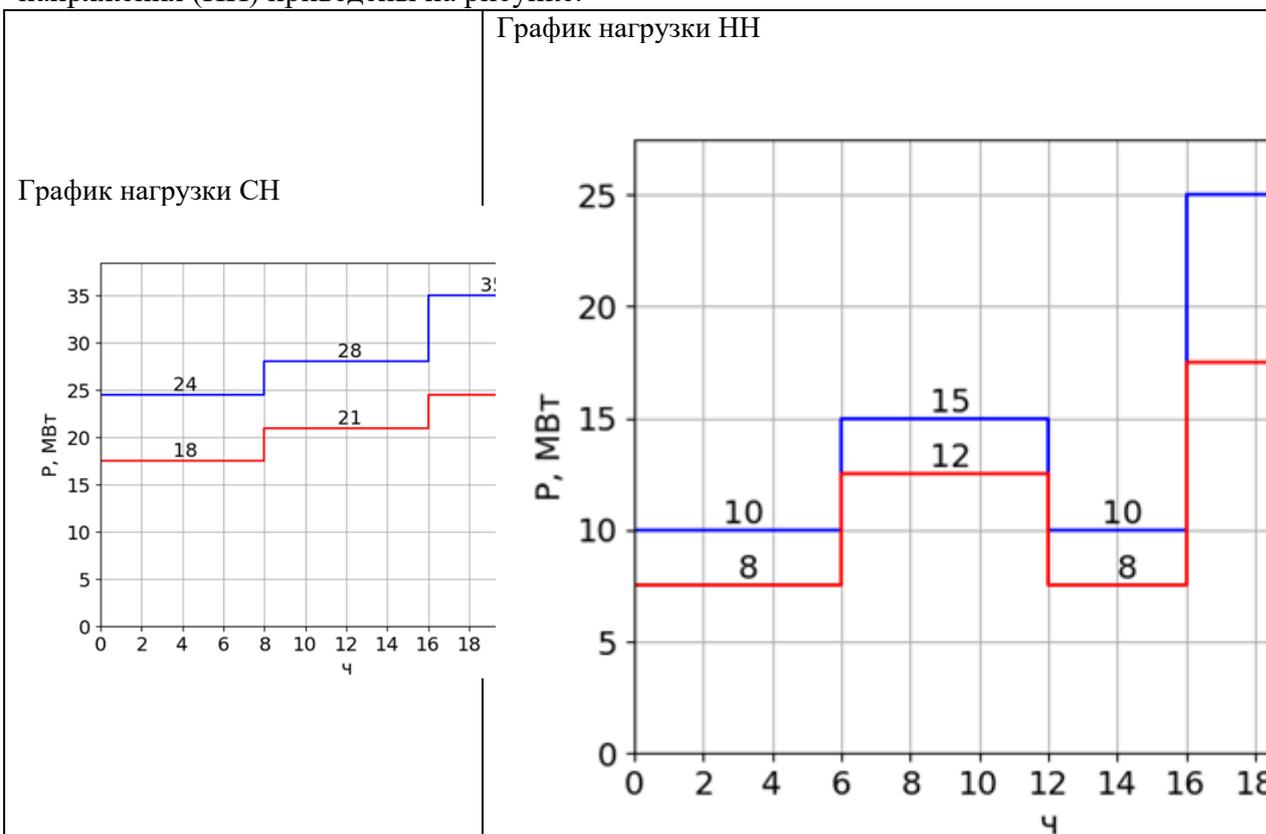
Построить график наиболее нагруженной обмотки высшего напряжения (ВН) трансформатора  $S_{ВН} = S_{СН} + S_{НН}$ , по графику обмотки ВН осуществить проверку на допустимость фактических систематических и аварийных перегрузок. При выборе трансформатора рассмотреть нормальный, ремонтный и послеаварийный 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:
$U_{сн} = 35 \text{ кВ}$	$T_{лето} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$
$U_{нн} = 10 \text{ кВ}$	$T_{зима} = -10 \text{ }^\circ\text{C}$

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-60ПК-4 Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов

#### Вопросы, задания

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

#### Материалы для проверки остаточных знаний

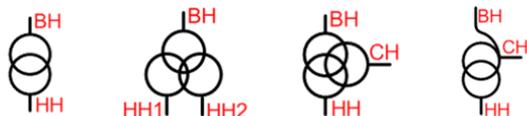


Рис. А

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-1ПК-3 Демонстрирует знание основных характеристик и особенностей электроэнергетических систем, способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей

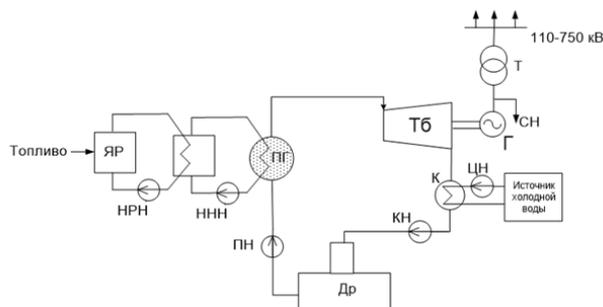
### Вопросы, задания

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*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

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