

**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: Распределительные электрические сети**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Электрическая часть ТЭЦ и подстанций систем электроснабжения**

**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	Валянский А.В.
	Идентификатор	R98c29a50-ValianskyAV-a927df5b

(подпись)

А.В.

Валянский

(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:

1. ПК-1 Способен участвовать в организации процесса эксплуатации электрических подстанций и линий электропередачи

ИД-1 Демонстрирует знание по выбору электрооборудования и проверке его технических параметров в процессе эксплуатации подстанций и линий электропередачи

ИД-3 Демонстрирует знания в методах оценки технического состояния электрооборудования подстанций и линий электропередачи

2. ПК-2 Способен применять знание способов производства, транспорта и использования электроэнергии

ИД-1 Демонстрирует знание способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей

ИД-2 Демонстрирует знание основ управления процессами производства, транспорта и использования электроэнергии

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор и проверка кабелей по нагрузочной способности (Контрольная работа)
2. Выбор и проверка оборудования (Контрольная работа)
3. Выбор трансформаторов на ТЭЦ и ПС (Контрольная работа)
4. Распределительные устройства (Контрольная работа)
5. Электродинамическая стойкость проводников (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	9	11	13
Раздел 1						
Общие сведения о ТЭЦ и подстанциях			+			
Раздел 2						
Выбор трансформаторов и автотрансформаторов на станциях и подстанциях		+				

Раздел 3					
Основные требования к электрооборудованию электростанций и подстанций. Нагрузочная способность проводников и аппаратов		+			
Раздел 4					
Отключение цепей переменного тока			+	+	
Раздел 5					
Термическая стойкость проводников и аппаратов . Электродинамическая стойкость проводников.			+	+	
Раздел 6					
Выбор коммутационных аппаратов			+	+	
Раздел 7					
Методы и средства ограничения токов короткого замыкания				+	
Раздел 8					
Схемы и конструкции распределительных устройств. Комплектные трансформаторные подстанции					+
Вес КМ:	15	20	20	30	15

§Общая часть/Для промежуточной аттестации§

### БРС курсовой работы/проекта

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Выбор трансформаторов и автотрансформаторов		+			
Расчет токов КЗ. Выбор и проверка кабелей по нагрузочной способности			+		
Способы ограничения токов КЗ. Выбор оборудования				+	
Построение электрической схемы					+
Вес КМ:	10	30	25	35	

## 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> Демонстрирует знание по выбору электрооборудования и проверке его технических параметров в процессе эксплуатации подстанций и линий электропередачи	Знать: характеристики основного электрооборудования, набор основных исходных данных для проектирования;	Выбор трансформаторов на ТЭЦ и ПС (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знания в методах оценки технического состояния электрооборудования подстанций и линий электропередачи	Знать: условные графические изображения.	Выбор и проверка кабелей по нагрузочной способности (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание способов производства, передачи, распределения электроэнергии и электроснабжения потребителей	Знать: типовые схемные решения распределительных устройств, схем электроснабжения собственных	Распределительные устройства (Контрольная работа)
ПК-2	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Демонстрирует знание основ управления процессами производства, транспорта и использования	Знать: методы выбора и проверки основного электрооборудования методы и способы	Электродинамическая стойкость проводников (Контрольная работа) Выбор и проверка оборудования (Контрольная работа)

	электроэнергии	ограничения токов короткого замыкания.	
--	----------------	---	--

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

### КМ-1. Выбор трансформаторов на ТЭЦ и ПС

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** 30 мин

#### Краткое содержание задания:

Выбрать трансформаторы на подстанции и проверить их на работу в ремонтном и аварийном режимах

Подстанция на напряжения 110/35/10 кВ. На ПС установлено 2 трансформатора.

Графики заданы в процентах от максимальной мощности нагрузки высшего напряжения

$P_{\max \text{ ВН}} = 24 \text{ МВт}$ ,  $\cos\varphi = 0,85$ ,

$\Theta_{\text{зимы}} = -10 \text{ С}$ ,  $\Theta_{\text{лета}} = +20 \text{ С}$

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: характеристики основного электрооборудования, набор основных исходных данных для проектирования;	1.Срок службы трансформатора в большей степени определяется износом чего? Что обозначает в наименовании трансформаторов вторая буква?
---	--

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

### КМ-2. Выбор и проверка кабелей по нагрузочной способности

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

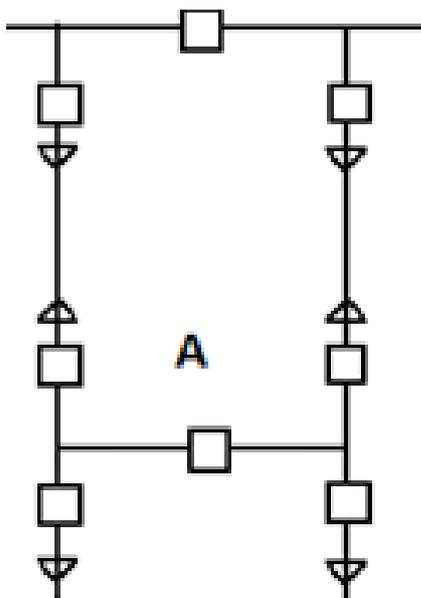
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** 30 мин

#### Краткое содержание задания:

Выбрать сечение кабельной линии с алюминиевыми жилами по продолжительному режиму

$S = 5 \text{ МВА}$ ,  $T_{\max} = 4500 \text{ ч}$ ,  $U_{\text{ном}} = 10 \text{ кВ}$ , время перегрузки  $t_p = 6 \text{ ч}$ , температура почвы  $\theta_3 = 21 \text{ С}$ .



### Контрольные вопросы/задания:

Знать: условные графические изображения.

1. Каким образом можно выбрать и проверить сечение кабеля по нагрузочной способности?
2. Токоведущая шина проложена внутри и вне помещения. В какой части (в здании или вне его) температура шины будет выше в ночной период, если температура воздуха везде одинаковая? Ответ обосновать
3. Что такое коэффициент близости? Что такое коэффициент поверхностного эффекта? Где и когда применяется?
4. Какая шина охлаждается лучше в ЗРУ или в ОРУ при полном штиле (все параметры шин одинаковы, температура окружающей среды одинакова), почему?

### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Описание характеристики выполнения знания:

### КМ-3. Электродинамическая стойкость проводников

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** 45 мин

### Краткое содержание задания:

Проверить на электродинамическую стойкость шинную конструкцию 10 кВ при следующих условиях.

Проводники расположены в горизонтальных плоскостях; расстояние между шинами  $a = 0,5$  м; длина пролета  $l = 1,9$  м; обращены друг к другу узкими сторонами. Шины прямоугольного сечения  $60 \times 6$  мм; из алюминиевого сплава марки АД0; масса шины  $m = 0,972$  кг/м; предел прочности  $\sigma_b = 58$  МПа. Опорные изоляторы типа ИОР-10-3,75 УХЛ. Ударный ток трехфазного КЗ составляет  $i_{уд} = 58$  кА

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы выбора и проверки основного электрооборудования</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каким образом учитываются размеры проводника при определении электродинамической нагрузки?</li> <li>2. По какому закону определяется сила взаимодействия токов в проводниках?</li> <li>3. Какой делается вывод после сравнения электродинамических нагрузок при двух- и трехфазном КЗ?</li> <li>4. Приведите условия электродинамической стойкости. Чему равны допустимые значения?</li> <li>5. Какая фаза находится в более тяжелых условиях при электродинамических нагрузках, почему?</li> </ol>
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-4. Выбор и проверка оборудования**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** 45 мин

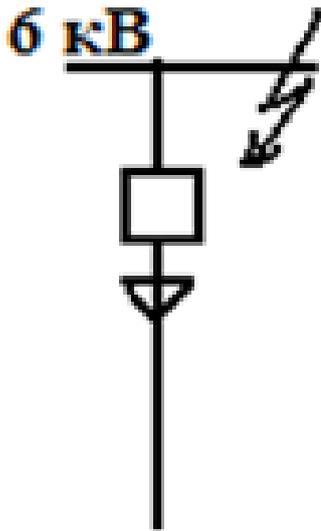
**Краткое содержание задания:**

Выбрать токоограничивающий реактор из условия обеспечения термической стойкости кабельной линии

$S_{каб} = 120$  мм<sup>2</sup>,

$I_{по} = 28$  кА,  $T_a = 0,065$  с,  $t_{рз} = 0,9$  с.  $I_{расч. прод} = 960$  А,  $t_{пв} = 0,055$  с.

Выбрать и проверить выключатель в кабельной линии



**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методы выбора и проверки основного электрооборудования</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каковы последствия термического воздействия токов КЗ.</li> <li>2. Как располагаются по мере увеличения температуры: плавления, окружающей среды, рабочая, КЗ длительно допустимая?</li> <li>3. Почему необходимо проводить проверку проводников и электрических аппаратов на термическую стойкость при КЗ?</li> <li>4. Каким образом можно проверить кабель на термическую стойкость на подстанции?</li> </ol>
<p>Знать: методы и способы ограничения токов короткого замыкания.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие способы ограничения токов КЗ используют на подстанциях?</li> </ol>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-5. Распределительные устройства**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** 20 мин

**Краткое содержание задания:**

1. 1. Изобразить распределительное устройство типа одна секционированная система шин с обходной на напряжение 220 кВ с баковыми выключателями с 6 присоединениями: 4 линии и 2 трансформатора.
2. Изобразить распределительное устройство на подстанции с двумя силовыми трансформаторами типа две секционированные системы шин на напряжение 6-10 кВ со сдвоенным реактором, присоединением трансформатора собственных нужд

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типовые схемные решения распределительных устройств, схем электроснабжения собственных	1.Схемы присоединения, которые обслуживаются двумя выключателями 2.Какие схемы РУ чаще применяются на высшее напряжение 110-220 кВ : 3.Какие схемы присоединения обслуживаются одним выключателем:
---	--

**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

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Выбор и проверка кабельных линий по нагрузочной способности и термической стойкости.
2. Требования, предъявляемые к схемам распределительных устройств (РУ).
3. Проектируемая ТЭЦ мощностью  $2 \cdot 110$  МВт ( $\cos\varphi=0,87$ ) предназначена для тепло- и электроснабжения потребителей промышленных районов города. Станция связана с энергосистемой пятью линиями электропередачи 110 кВ. Два турбогенератора работают на напряжение 10,5 кВ. Разработать структурную электрическую схему станции (на схеме обозначить собственные нужды и местную нагрузку). Предложить варианты схем РУ.

### Процедура проведения

Время подготовки ответа – 60 минут

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание по выбору электрооборудования и проверке его технических параметров в процессе эксплуатации подстанций и линий электропередачи

### Вопросы, задания

1. Аппараты и проводники первичных и вторичных цепей.
2. Режимы работы электрического оборудования на электростанциях и подстанциях.
3. Выбор и проверка кабельных линий по нагрузочной способности и термической стойкости.
4. Электродинамическая стойкость проводников и аппаратов

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Сети 110 кВ и выше эксплуатируются

Ответы:

- а) с изолированной нейтралью
- б) с компенсированной нейтралью
- в) с эффективно-заземленной нейтралью
- г) с глухо-заземленной нейтралью
- д) с глухо-заземленной и компенсированной нейтралью

Верный ответ: (Правильный ответ: в)

2. Допустимая температура нагрева при коротком замыкании  $Q_k$  доп для медных шин

Ответы:

- а) 200
- б) 250
- в) 300
- г) 350

Верный ответ: (Правильный ответ: в)



Верный ответ: (Правильный ответ: в)

**4. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-2 Демонстрирует знание основ управления процессами производства, транспорта и использования электроэнергии

#### **Вопросы, задания**

1. Уравнение теплового баланса в установившемся режиме. Тепловой поток конвекции.
2. Нагрев проводников и аппаратов при КЗ. Критерии термической стойкости.
3. Методы и средства ограничения токов КЗ.

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

1. *Срок службы трансформатора в большей степени определяется износом*

Ответы:

- а) обмоток
- б) изоляции
- в) магнитопровода
- г) системы охлаждения
- д) выводов высокого напряжения

Верный ответ: (Правильный ответ: б)

2. *Допустимую нагрузку на изолятор принимают равной*

Ответы:

- а)  $F_{\text{доп}} = 0,8 \cdot F_{\text{разр}}$
- б)  $F_{\text{доп}} = 0,6 \cdot F_{\text{разр}}$
- в)  $F_{\text{доп}} = 0,7 \cdot F_{\text{разр}}$
- г)  $F_{\text{доп}} = 0,5 \cdot F_{\text{разр}}$

Верный ответ: (Правильный ответ: б)

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Описание характеристики выполнения знания:* правильно выполнено практическое задание и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся показал, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных процессов и явлений или решения задач

*Оценка: 4*

*Описание характеристики выполнения знания:* если правильно выполнено практическое задание или в нем допущено не более одной ошибки, которая была самостоятельно исправлена обучающимся, и при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы обучающийся допускает негрубые ошибки

*Оценка: 3*

*Описание характеристики выполнения знания:* если в выполненном практическом задании допущены грубые ошибки, которые затем исправлены обучающимся при участии экзаменатора или практическое задание не выполнено в полном объеме, но обучающийся смог довести решение до конца при участии экзаменатора, и в ответах на вопросы экзаменационного билета допущены ошибки

## **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. В приложение к диплому выносится оценка за 8 семестр.

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

Представлена расчетно-пояснительная записка (РПЗ) и схема электрических соединений. Приведено краткое изложение и пояснение разделов РПЗ и схемы.

***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***