

**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
	Срок КМ:	4	7	9	11
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 _{ПК-1} 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 _{ПК-1} 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 _{ПК-2} 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 _{ПК-2} 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

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

$\Theta \text{ зимы} = -10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Theta \text{ лета} = +20 \text{ }^{\circ}\text{C}$

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

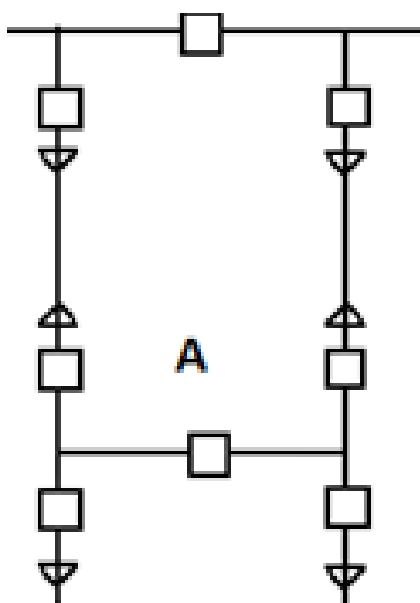
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

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 $\theta_3 = 21 \text{ }^{\circ}\text{C}$.



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 60×6 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:

Знать: методы выбора и проверки основного электрооборудования	1. Каким образом учитываются размеры проводника при определении электродинамической нагрузки? 2. По какому закону определяется сила взаимодействия токов в проводниках? 3. Какой делается вывод после сравнения электродинамических нагрузок при двух- и трехфазном КЗ? 4. Приведите условия электродинамической стойкости. Чему равны допустимые значения? 5. Какая фаза находится в более тяжелых условиях при электродинамических нагрузках, почему?
---	---

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

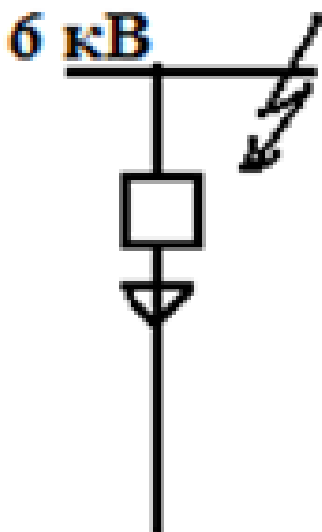
Краткое содержание задания:

Выбрать токоограничивающий реактор из условия обеспечения термической стойкости кабельной линии

$S_{каб} = 120$ мм²,

$I_{по} = 28$ 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:

Знать: методы выбора и проверки основного электрооборудования	1. Каковы последствия термического воздействия токов КЗ. 2. Как располагаются по мере увеличения температуры: плавления, окружающей среды, рабочая, КЗ длительно допустимая? 3. Почему необходимо проводить проверку проводников и электрических аппаратов на термическую стойкость при КЗ? 4. Каким образом можно проверить кабель на термическую стойкость на подстанции?
Знать: методы и способы ограничения токов короткого замыкания.	1. Какие способы ограничения токов КЗ используют на подстанциях?

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. 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 2×110 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_{ПК-1} 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 Qк доп для медных шин

Ответы:

- а) 200
- б) 250
- в) 300
- г) 350

Верный ответ: (Правильный ответ: в)

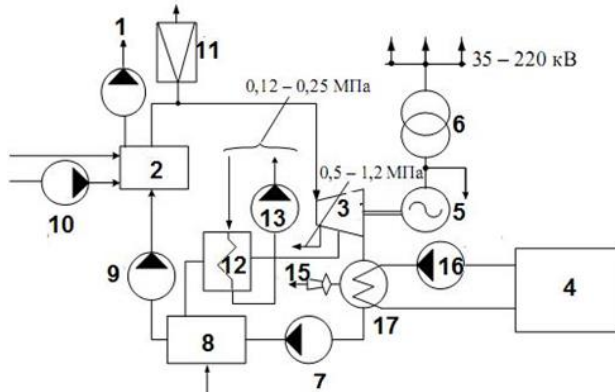
2. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК-1} Демонстрирует знания в методах оценки технического состояния электрооборудования подстанций и линий электропередачи

Вопросы, задания

1.ТЭЦ как элемент энергетической системы. Особенности электрической и технологической части.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Технологическая схема электростанции типа:



Ответы:

- а) КЭС
- б) ТЭЦ
- в) ГЭС
- г) АЭС
- д) ГТУ

Верный ответ: (Правильный ответ: б)

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

Вопросы, задания

- 1.Категории потребителей электроэнергии по надежности электроснабжения
- 2.. Классификация электрических аппаратов и проводников.
- 3.Схемы распределительных устройств

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Номинальный вторичный ток трансформатора тока:

Ответы:

- а) 1, А
- б) 2, А
- в) 0,5, А
- г) 5, А
- д) 3, А

Верный ответ: (Правильный ответ: а; г)

2.От РУ – 0,4 кВ питаются двигатели собственных нужд мощность

Ответы:

- а) ≥ 500 кВт
- б) ≥ 200 кВт
- в) ≤ 200 кВт
- г) ≥ 600 кВт
- д) ≥ 400 кВт

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