

**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
Релейная защита и автоматизация систем электроснабжения**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Колобродов Е.Н.
	Идентификатор	R3746fd8c-KolobrodovYN-d93f0e3f

Е.Н.
Колобродов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шведов Г.В.
	Идентификатор	Rdd042f00-ShvedovGV-637a98fb

Г.В.
Шведов

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В.
Шаров

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 управлении проектами систем электроснабжения объектов
- ИД-3 Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Автоматический ввод резерва (Контрольная работа)
2. Дифференциальная защита шин (Контрольная работа)
3. Расчет дифференциальной защиты трансформатора (Контрольная работа)
4. Расчет токовой защиты нулевой последовательности (Контрольная работа)
5. Релейная защита трансформатора (Контрольная работа)
6. Релейная защита электродвигателя 10 кВ (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	3	5	8	10	13	15
Ступенчатые защиты линий							
Общие сведения о релейной защите (РЗ) и автоматизации электроэнергетической системы (ЭЭС) Термины и определения							+
Токовые защиты от междуфазных КЗ	+						
Токовые защиты нулевой последовательности	+						
Дистанционные защиты	+						
Дифференциальные токовые защиты							
Дифференциальные токовые защиты	+	+					
РЗА РУ 6-35 кВ и присоединений 6-35 кВ							
РЗА шин РУ 6-35 кВ							+

РЗА электродвигателей 6-10 кВ			+			
РЗА трансформаторов 10/0,4 кВ				+		
РЗА шин РУ 110-220 кВ						
Дифференциальная защита шин РУ 110-220 кВ				+	+	
РЗА секционных, шиносоединительных и обходных выключателей 110-220 кВ				+	+	
Автоматика						
Автоматическое повторное включение						+
Автоматическое включение резерва						+
Автоматическая частотная разгрузка						+
Вес КМ:	15	15	15	15	20	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
ПК-1	ИД-3ПК-1 Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта	Знать: Объем и виды устройств РЗА, а также методику выбора параметров срабатывания защиты шин РУ 110-220 кВ. Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания дифференциальной защиты трансформатора Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания ступенчатых защит линий электропередач (от междуфазных КЗ, от однофазных КЗ на землю, ДЗ). Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания устройств РЗ электродвигателей 10 кВ. Расчетные режимы и	Расчет токовой защиты нулевой последовательности (Контрольная работа) Расчет дифференциальной защиты трансформатора (Контрольная работа) Релейная защита электродвигателя 10 кВ (Контрольная работа) Релейная защита трансформатора (Контрольная работа) Дифференциальная защита шин (Контрольная работа) Автоматический ввод резерва (Контрольная работа)

		методику выбора параметров срабатывания устройств РЗ трансформаторов 10/0,4 кВ. Объем и виды устройств РЗА, а также методику выбора параметров срабатывания релейной защиты РУ 6-35 кВ, присоединений 6-35 кВ и автоматики в системах электроснабжения. Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания релейной защиты РУ 6-35 кВ, присоединений 6-35 кВ и автоматики в системах электроснабжения. Выполнять расчет параметров срабатывания дифференциальной защиты трансформатора. Выполнять расчет параметров срабатывания ступенчатых защит линий электропередач (от междуфазных КЗ, от однофазных КЗ на землю, ДЗ). Выполнять расчет параметров срабатывания	
--	--	--	--

		устройств РЗ трансформаторов 10/0,4 кВ. Выполнять расчет параметров срабатывания устройств РЗ электродвигателей 10 кВ. Выполнять расчет параметров срабатывания защиты шин РУ 110-220 кВ.	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Расчет токовой защиты нулевой последовательности

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Работа выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на контроль умения выполнять расчет уставок ТЗНП линий.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания ступенчатых защит линий электропередач (от междуфазных КЗ, от однофазных КЗ на землю, ДЗ).	1.Каким видом селективности обладают ТЗНП? 2.Какие электрические величины используются при выполнении РЗ от КЗ на землю в сетях с эффективно-заземленной нейтралью (при напряжении 110 кВ и выше)? 3.Как выполняются фильтры тока и напряжения нулевой последовательности? 4.Какие условия учитываются при выборе параметров срабатывания первой, второй и третьей ступеней токовой защиты нулевой последовательности? 5.Какими преимуществами обладает чувствительная ступень нулевой защиты по сравнению с МТЗ, включенной на токи фаз, при КЗ на землю? 6.Почему чувствительные ступени защит от КЗ на землю, включенные на токи нулевой последовательности, как правило, имеют меньшие значения времени срабатывания, чем МТЗ? 7.Что понимается под коэффициентом токораспределения, и как он влияет на выбор токов срабатывания защит от КЗ на землю? 8.По какой причине появляются токи небаланса на выходе ФТНП (фильтра тока нулевой последовательности)? 9.По какой причине может возникнуть необходимость использования органа направления мощности в защите от КЗ на землю в сети с односторонним питанием? 10.В каком случае может потребоваться установка четвертой ступени защиты от КЗ на землю?
Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания ступенчатых защит линий электропередач (от междуфазных КЗ, от однофазных КЗ на землю,	1.Для сети, изображенной на рисунке, определить токи и времена срабатывания ступенчатых токовых защит нулевой последовательности на участках 1-3 и оценить чувствительность ступеней защиты нулевой последовательности при однофазных КЗ на землю.

ДЗ).	Исходные данные: $I_{H1} = 50 \text{ A};$ $I_{H2} = 70 \text{ A};$ $I_{H3} = 35 \text{ A};$ $t_{с.з.4} = 1,5 \text{ с};$ $t_{с.з.5} = 2,5 \text{ с};$ $t_{с.з.6} = 2,5 \text{ с};$ $I(1)K2 = 6,0 \text{ кА};$ $I(1)K4 = 3,0 \text{ кА};$ $I(1)K6 = 1,75 \text{ кА};$ $3I_{от}(K1) = 0,2 \text{ кА};$ $3I_{от}(K2) = 0,3 \text{ кА};$ $I(3)K3 = 1,5 \text{ кА};$ $I(3)K5 = 1,0 \text{ кА};$ $I(3)K7 = 0,7 \text{ кА};$ $k_3 = 1,5.$
------	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание, который показал при ответе на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задания; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела учебной программы.

КМ-2. Расчет дифференциальной защиты трансформатора

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Работа выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на контроль умения выполнять расчет уставок дифференциальной защиты трансформатора.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания дифференциальной защиты трансформатора	1.Какие причины вызывают появление тока небаланса в цепях продольной дифференциальной токовой защиты трансформатора? 2.Каким образом при выборе тока срабатывания дифференциальной защиты учитывается наличие на защищаемом трансформаторе устройства РПН? 3.Каким образом при выполнении дифференциальной токовой защиты трансформатора учитывается наличие сдвига по фазе между первичными токами двух групп трансформаторов тока? 4.Как выбираются коэффициенты трансформации трансформаторов тока, установленных с разных сторон защищаемого трансформатора с соединением его обмоток по схеме Y/Δ, при выполнении дифференциальной защиты? 5.Каким образом определяется ток срабатывания и оценивается чувствительность дифференциальной токовой отсечки? 6.Чем определяется зона действия дифференциальной защиты? 7.Как влияет на выбор тока срабатывания продольной дифференциальной защиты трансформатора наличие устройства регулирования РПН? 8.Какой способ отстройки от БНТ применяется при выполнении дифференциальной токовой отсечки? 9.При каких видах повреждений должна работать дифференциальная защита трансформатора? 10.Каким видом селективности обладает дифференциальная защита трансформатора?
Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания дифференциальной защиты трансформатора.	1.Определить ток срабатывания дифференциальной токовой отсечки. Исходные данные: $S_{т.ном} = 2,5 \text{ МВА};$ $S_{кз сист.} = 400 \text{ МВА};$ $U_{вн}/U_{нн} = 38,5/11 \text{ кВ};$ $U_k = 6,5\%;$ $I_n = 75 \text{ А};$ $t_{с.з.н.} = 0,9 \text{ с};$ $k_3 = 1,5.$

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание, который показал при ответе на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задания; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела учебной программы.

КМ-3. Релейная защита электродвигателя 10 кВ

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Работа выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на контроль умения выполнять расчет уставок защит электродвигателя 10 кВ.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания устройств РЗ электродвигателей 10 кВ.	1. На электродвигатели какой мощности и при каких токах замыкания на землю действует ЗОЗЗ? 2. Предусматривается ли защита от перегрузки с действием на отключение для электродвигателя, перегрузка которых возможна при чрезмерном увеличении длительности пускового периода при понижении напряжения питающей сети? 3. Первая ступень защиты минимального напряжения действует на сигнал при снижении напряжения? 4. Как рассчитывается ток срабатывания защиты токовой отсечки электродвигателя с выдержкой времени 0,1 с? 5. Какой фактор не может быть использован для реализации алгоритма защиты от потери питания? 6. Позволяет ли дифференциальная защита электродвигателя с тормозной характеристикой предотвратить отключение электродвигателя при обрывах или различных видах замыканий в измерительных цепях? 7. Как правильно звучит расчетное условие, по которому следует оценить значение коэффициента чувствительности токовой отсечки электродвигателя
--	--

	(см. схему): 8.Защита от неполнофазного режима работы электродвигателя контролирует токи прямой, обратной и нулевой последовательностей в нейтрали статора? 9.Каково условие расчета уставки защиты от однофазного замыкания на землю для ЭД1: 10.Срабатывает ли ТНЗНП электродвигателя, если ток срабатывания защиты 10 А?														
Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания устройств РЗ электродвигателей 10 кВ.	1.Для электродвигателя 6 кВ: 1. Произвести оценку чувствительности защит. 2. Выполнить расчет уставок защит электродвигателя 6 кВ. Примечание: 1. Коэффициент трансформации ТТНП принять равным 30/1 А 2. Коэффициент броска емкостного тока принять равным 2,0. 3. Удельные емкостные токи кабелей 6 кВ 4. Низкоомное заземление в сети 6 кВ обеспечивается резистором 100 Ом. Табл.1 <table><tr><td>Сечение кабеля, мм2</td><td>70</td><td>95</td><td>120</td><td>150</td><td>185</td><td>240</td></tr><tr><td>ИС.УД, А</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td>1,18</td><td>1,25</td><td>1,45</td></tr></table> 5. ЗП ЭД с независимой выдержкой времени. 6. Для двигателей мощностью меньше 3 МВт емкость двигателя не учитывать и принять равной нулю. 7. Если какой-то тип защиты не используется, то в ответе прописать 0. Исходные данные: Параметры ЭД: Тип двигателя - асинхронный. cosφном=0,87; ηэд = 0.95; кв=0,95; кп=6.5 - кратность пускового тока; котс ТО=1.2; ксх=1; котс ЗОЗЗ = 1.2; котс МТЗ = 1.2; Рном=32 кВт; Lкаб=150 м; Скаб=1х(3х120) мм2; tпуск = 9 с - время пуска ЭД; котс пуска ЭД = 1,2; Ответственный механизма (1 - ответственный механизм; 2 - неответственный механизм; 3 - особо	Сечение кабеля, мм2	70	95	120	150	185	240	ИС.УД, А	0,8	0,9	1,0	1,18	1,25	1,45
Сечение кабеля, мм2	70	95	120	150	185	240									
ИС.УД, А	0,8	0,9	1,0	1,18	1,25	1,45									

	ответственный механизм) - 2; Подверженность механизма перегрузке (1 - возможна перегрузка механизма СН по технологии; 2 - возможна перегрузка механизма СН в режиме пуска и самозапуска ЭД 6 кВ; 3 - механизм СН не подвержен перегрузке) - 2; Параметры сети 6/10 кВ Ном. напряжение сети - 6 кВ; $I_{кз \min(3)}=9.3$ кА; Характеристика кабельной сети: Суммарная протяженность кабельных линий сети 6 кВ составляет 20 км. Указан % от нее для кабелей различного сечения. 120 мм² - 10 %; 120 мм² - 30 %; 95 мм² - 50 %. Длина КЛ до защищаемого ЭД 200 м, сечение 150 мм² $k_{ТТ}= 150 / 1$.
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание, который показал при ответе на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задания; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела учебной программы.

КМ-4. Релейная защита трансформатора

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Работа выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на контроль умения выполнять расчет уставок защит трансформатора.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Объем и виды устройств РЗА, а также методику выбора параметров срабатывания защиты шин РУ 110-220 кВ.	1.Как выбираются параметры срабатывания максимальной токовой защиты трансформатора от внешних КЗ? 2.Какие требования предъявляются к чувствительности защит трансформатора, действующих при внутренних и внешних КЗ? 3.При какой номинальной мощности трансформатора применяется токовая отсечка?														
Знать: Расчетные режимы и методику выбора параметров срабатывания устройств РЗ трансформаторов 10/0,4 кВ.	1.При каких условиях может применяться дифференциальная защита трансформатора? 2.В каком случае должна устанавливаться защита нулевой последовательности в нулевом проводе трансформатора? 3.В каких случаях должна быть предусмотрена установка предохранителей на стороне высшего напряжения понижающего трансформатора? 4.На какое количество фаз и с какой стороны трансформатора устанавливается защита от перегрузки? 5.Как определяется первичный расчетный ток срабатывания защиты от однофазных замыканий на землю? 6.Каков принцип работы логической защиты шин? 7.Применяется ли защита от витковых замыканий в обмотках трансформатора с номинальной мощностью менее 1 МВт.														
Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания устройств РЗ трансформаторов 10/0,4 кВ.	1.1)Выполнить расчет уставок защит трансформатора собственных нужд 6/0,4 кВ. 2)Произвести оценку чувствительности защит. Примечание: 1.Коэффициент трансформации ТТ 30ЗЗ принять равным 30/1 А. 2.Коэффициент возврата реле максимального типа принять равным 0,95. 3.Низкоомное заземление нейтрали сети 6 кВ (RN = 100 Ом). 4.Кол-во параллельных линий n = 1. 5.Удельные емкостные токи кабелей 6 кВ: Табл.1 <table><tr><td>Сечение кабеля, мм2</td><td>70</td><td>95</td><td>120</td><td>150</td><td>185</td><td>240</td></tr><tr><td>ИС.УД, А</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td><td>1,18</td><td>1,25</td><td>1,45</td></tr></table> 6.На стороне 0,4 кВ от ТСН 6/0,4 кВ один ввод питания. Исходные данные	Сечение кабеля, мм2	70	95	120	150	185	240	ИС.УД, А	0,8	0,9	1,0	1,18	1,25	1,45
Сечение кабеля, мм2	70	95	120	150	185	240									
ИС.УД, А	0,8	0,9	1,0	1,18	1,25	1,45									

	$S_{ном} = 1000 \text{ кВА}$; $L_{каб} = 300 \text{ м}$; $S_{каб} - 3 \times 150 \text{ мм}^2$; $I(3)K1_{max} = 3 \text{ кА}$; $I(3)K2_{min} = 2 \text{ кА}$; $I(3)K1_{min}(\text{дуговое}) = 0,5 \text{ кА}$; $I(1)K1_{min}(\text{дуговое}) = 0,4 \text{ кА}$; $k_{TT} 6\text{кВ} = 150 / 1$; $k_{TT} N = 1000 / 1$; $k_{TT} 0,4\text{кВ} = 2000 / 1$; $\Delta t = 0,5 \text{ с}$ $I_{см.макс} (0,4) = 2500 \text{ А}$; $t_{см.макс} (0,4) = 0,3 \text{ с}$; $k_{C3} = 2,6$; $k_{сх} = 1$; $t_{собств.выкл} = 0,2 \text{ с}$; $t_{возвр.рз} = 0,2 \text{ с}$; $t_{зап.} = 0,5 \text{ с}$; $t_{ош}$ $УРОВ = 0,2 \text{ с}$; $k_{отс} TO = 1,3$; $k_{сх} = 1$; $k_{отс} \text{ МТЗ} = 1,2$; $k_{отс} ТЗНП = 1,5$; $k_{отс} УРОВ = 0,9$; $k_{отс} ЗОЗЗ = 1,2$; $k_b = 5$; Суммарная протяженность кабельных линий сети 6/10 кВ составляет 20 км. Указан % от нее для кабелей различного сечения. 120 мм² - 20 %; 150 мм² - 30 %; 95 мм² - 50 %.
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание, который показал при ответе на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задания; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела учебной программы.

КМ-5. Дифференциальная защита шин

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Работа выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на контроль умения выполнять расчет уставок ДЗШ.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Объем и виды устройств РЗА, а также методику выбора параметров срабатывания защиты шин РУ 110-220 кВ.	1. В каком случае нужно применять специальную защиту шин от КЗ? 2. Зачем применяется режим опробования? 3. Как применяется режим опробования шин? 4. Для чего используется очувствление в ДЗШ? 5. Каковы условия применения защиты шин от КЗ защитами элементов, связывающих источник(и) питания с защищаемыми шинами и подключенных к этим шинам (см. рисунок ниже)? 6. Для чего нужны функциональные органы избирательный орган №1 (ИО1), избирательный орган №2 (ИО2) и пусковой орган (ПО) в дифференциальной защите шин? 7. Каковы случаи правильного подключения ДЗШ к кернам ТТ? Стрелка рядом с керном ТТ указывает положительное направление мгновенного вторичного тока этого керна ТТ. Дифференциальный ток ДЗШ равен сумме мгновенных вторичных токов кернов ТТ, подключенных к этой ДЗШ. 8. Какие особенности условий работы нужно учитывать при осуществлении дифференциальных токовых защит шин? 9. Какие существуют два основных способа защиты шин от КЗ? 10. Опробование с открытым плечом ДЗШ подразумевает включение защитой ДЗШ в свою зону защиты опробуемого элемента ЭЭС (защищаемые шины, или присоединения, подключенные к защищаемым шинам), используя вывод токов выключателей опробуемого элемента из расчета дифференциального тока этой ДЗШ, и действие этой ДЗШ только на те выключатели, через которых течет мощность к опробуемому элементу?
Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания защиты шин РУ 110-220 кВ.	1. Выбрать уставки избирательных и пусковых реле, а также реле контроля исправности цепей тока ТТ (К) дифференциальной токовой защита двойной системы шин 110 кВ (см. рисунок) с фиксированным распределением элементов по данным: а) максимальный ток нагрузки наиболее нагруженного элемента 500 А; б) токораспределение при внешнем трехфазном и однофазном КЗ (точка К1) в максимальном режиме приведено на рисунке, при этом в скобках указаны полные токи при однофазном КЗ. В минимальном режиме токи при трехфазном и однофазном КЗ на одной из систем шин 110 кВ соответственно равны: $I(3)_{к.мин} = 6000 \text{ А}$ и $I(1)_{к.мин} = 3900 \text{ А}$, $n_T = 800/5$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание, который показал при ответе на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задания; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела учебной программы.

КМ-6. Автоматический ввод резерва

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится в период аудиторных занятий. Работа выполняется индивидуально по вариантам заданий.

Краткое содержание задания:

Контрольная работа ориентирована на контроль умения выполнять расчет уставок АВР.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: Объем и виды устройств РЗА, а также методику выбора параметров срабатывания релейной защиты РУ 6-35 кВ, присоединений 6-35 кВ и автоматики в системах электроснабжения.	1. Каковы требования, предъявляемые к АВР? 2. В чем преимущества и недостатки электромеханических АВР на контакторах? 3. В чем преимущества и недостатки электромеханических АВР на автоматических выключателях с электроприводом? 4. В чем преимущества и недостатки электромеханических АВР на управляемых переключателях с электроприводом? 5. В чем заключается явное и не явное резервирование АВР? 6. Каков принцип действия одностороннего и двухстороннего АВР? 7. Для чего используется орган минимального напряжения в устройстве АВР?
--	--

	8.Для чего используется орган максимального напряжения в устройстве АВР? 9.Должно ли время срабатывания АВР превышать максимальное время срабатывания защиты элементов сети НН и ВН, на которых при КЗ напряжение на секции шин снижается ниже напряжения срабатывания ПОН?
Уметь: Выполнять расчет параметров срабатывания релейной защиты РУ 6-35 кВ, присоединений 6-35 кВ и автоматики в системах электроснабжения.	1.Выбрать параметры срабатывания АВР. Исходные данные: $U_{ном} = 35 \text{ кВ}$; $t_{с.з. макс} = 0,5 \text{ с}$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание, который показал при ответе на вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему задание и в основном правильно ответившему на вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, но либо наметил правильный путь его выполнения.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задания; б) при ответе на вопросы обнаружил незнание большого раздела учебной программы.

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Комплект защит шин РУ 6-35 кВ (в том числе ВВ 6-35 кВ)?
2. Автоматический ввод резерва. Характеристика, принцип реализации, выбор уставок?
3. Задача. Произвести расчет уставок защит электродвигателя 10 кВ.

Процедура проведения

Проводится в письменной и устной форме по билетам в виде решения задачи и изложения развернутого ответа на вопросы по билету. Время на выполнение экзаменационного задания/подготовку ответа – 60 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-1 Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта

Вопросы, задания

1. РЗ трансформатора 10/0,4 кВ?
2. Комплект защит шин РУ 6-35 кВ (в том числе ВВ 6-35 кВ)?
3. Автоматический ввод резерва. Характеристика, принцип реализации, выбор уставок?
4. Автоматическое повторное включение. Характеристика, принцип реализации, выбор уставок?
5. Автоматическая частотная разгрузка. Характеристика, принцип реализации, выбор уставок?
6. Токовая ступенчатая защита линии от междуфазных КЗ?
7. Дистанционная защита линии?
8. Токовая защита нулевой последовательности для линий электропередач?
9. Релейная защита трансформатора 10/0,4 кВ.
10. Защита шин 110-220 кВ?

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что характеризует коэффициент схемы (Ксх)

Ответы:

а. отношение тока в реле при разных видах КЗ б. отношение тока в реле ко вторичному току ТТ с. отношение тока возврата реле к току срабатывания д. отношение тока в реле при КЗ к току срабатывания реле

Верный ответ: б. отношение тока в реле ко вторичному току ТТ

2. Что понимается под «отказом срабатывания» защиты

Ответы:

а. излишнее срабатывание при внешнем КЗ б. отказ срабатывания при внутреннем КЗ с. все перечисленное д. ложное срабатывание в режиме без КЗ

Верный ответ: б. отказ срабатывания при внутреннем КЗ

3. Что понимается под «ложным» срабатыванием защиты

Ответы:

- а. срабатывание во всех случаях, кроме внутренних КЗ б. срабатывание при внешних КЗ
с. срабатывание в режиме без КЗ

Верный ответ: с. срабатывание в режиме без КЗ

4. Дифференциальная защита ЭД 6(10) кВ применяется в качестве:

Ответы:

- а. резервной защиты от междуфазных коротких замыканий для ЭД мощностью менее 5 МВт б. основной защиты от междуфазных коротких замыканий для ЭД мощностью более 5 МВт
с. защиты от однофазных замыканий на землю для ЭД мощностью более 2 МВт
д. основной защиты от междуфазных коротких замыканий для ЭД мощностью более 2 МВт

Верный ответ: б. основной защиты от междуфазных коротких замыканий для ЭД мощностью более 5 МВт

5. Выберите неверное утверждение. Защита от перегрузки предусматривается с действием на отключение для ЭД:

Ответы:

- а. с особо тяжелыми условиями пуска и самозапуска б. подверженных перегрузке по технологическим причинам
с. перегрузка которых является недопустимой д. перегрузка которых возможна при чрезмерном увеличении длительности пускового периода при понижении напряжения питающей сети

Верный ответ: а. с особо тяжелыми условиями пуска и самозапуска

6. Выберите верное утверждение:

Ответы:

- а. первая ступень защиты минимального напряжения действует на отключение неответственных двигателей
б. вторая ступень защиты минимального напряжения действует на сигнал при исчезновении напряжения с выдержкой времени 3 с.
с. вторая ступень защиты минимального напряжения действует на отключение ответственных двигателей без выдержки времени
д. первая ступень защиты минимального напряжения действует на сигнал при снижении напряжения

Верный ответ: а. первая ступень защиты минимального напряжения действует на отключение неответственных двигателей

7. При расчете нагрузки на обмотку ТН, соединенной в звезду, потребление должно быть приведено к:

Ответы:

- а. 100 В для потребителей, включенных линейно и $100 \cdot \sqrt{3}$, для потребителей включенных фазно
б. 100 В для всех потребителей
с. 100 В для потребителей, включенных фазно и $100 \cdot \sqrt{3}$, для потребителей включенных линейно

Верный ответ: а. 100 В для потребителей, включенных линейно и $100 \cdot \sqrt{3}$, для потребителей включенных фазно

8. Какой из приведенных ниже классов точности не используются для вторичных обмоток ТН:

Ответы:

- а. 5 б. 1 с. 0,5 д. 3

Верный ответ: а. 5

9. Какой режим работы ТН является предпочтительным?

Ответы:

- а. Холостой ход б. Активная нагрузка, равная номинальной
с. Активно-индуктивная нагрузка
д. Короткое замыкание

Верный ответ: а. Холостой ход

10. Какие мероприятия предусмотрены, если расчетная мощность нагрузки на обмотку ТН превышает допустимое значение:

Ответы:

а.Использование дополнительного ТН на отдельных присоединениях б.Использование приборов с меньшим энергопотреблением с.Замена кабелей на другие, с большим сечением д.Использование ТН с большей мощностью

Верный ответ: б.Использование приборов с меньшим энергопотреблением

11.Какой режим работы ТТ является предпочтительным?

Ответы:

а.активная нагрузка равная номинальной б.холостой ход с.короткое замыкание д.активно-индуктивная нагрузка равная номинальной

Верный ответ: с.короткое замыкание

12.Для чего нужны функциональные органы избирательный орган №1 (ИО1), избирательный орган №2 (ИО2) и пусковой орган (ПО) в дифференциальной защите шин?

Ответы:

а. ИО1(2) — для сохранения электроснабжения потребителей неповрежденных шин при отделении шин на которых КЗ; ПО — для отделения шин на которых КЗ когда ИО1 и ИО2 не могут правильно работать
б. ИО1(2) — для определения на какой шине есть КЗ, ПО — для определения наличия КЗ на системе(ах) шин для максимального количества возможных режимов
с. ИО1 — для отделения шин на которых КЗ, ИО2 — для резервирования действия ИО1, ПО — для пуска ИО1 и ИО2 при КЗ на защищаемых шинах
д. ИО1(2) — для отделения только шин на которых КЗ, ПО — для отделения шин на которых КЗ в режиме нарушения фиксации присоединений

Верный ответ: б. ИО1(2) — для определения на какой шине есть КЗ, ПО — для определения наличия КЗ на системе(ах) шин для максимального количества возможных режимов

13.Какая особенность не оказывает влияние на работу дифференциальных токовых защит шин?

Выберите один ответ:

Ответы:

а. Высокая кратность тока при внешнем КЗ
б. Режим опробования шин
с. Перефиксация присоединений с одних шин на другие
д. Изменение нагрузок присоединений шины при нормальной схеме ПС (ЭС)
е. Неоднотипность ТТ
ф. Возможность повреждения во вторичных цепях ТТ

Верный ответ: д. Изменение нагрузок присоединений шины при нормальной схеме ПС (ЭС)

14.Зачем применяется режим опробования?

Выберите один ответ:

Ответы:

а. Для опробования готовности к работе СВ или ШСВ, когда в нормальном режиме включается СВ или ШСВ
б. Для подключения к ЭЭС элемента ЭЭС в первые разы после его ремонта, когда есть большая вероятность возникновения КЗ на этом элементе
с. Для подключения к ЭЭС элемента ЭЭС, отделенного ранее от ЭЭС действием релейной защиты, когда есть большая вероятность включения этого элемента на неустранившееся КЗ
д. Для опробования работы устройства РЗА при изменении его уставок в нормальном режиме (при нормальной схеме ПС или ЭС)

Верный ответ: б. Для подключения к ЭЭС элемента ЭЭС в первые разы после его ремонта, когда есть большая вероятность возникновения КЗ на этом элементе

15.Выберете правильное утверждение. ЗОЗЗ ЭД действует:

Выберите один ответ:

Ответы:

- a. на отключение для ЭД мощностью более 5 МВт при токах замыкания на землю 10 А и более;
- b. с выдержкой времени 9 с на сигнал независимо от мощности ЭД при токах замыкания на землю не более 10 А.
- c. на отключение для ЭД мощностью до 2 МВт при токах замыкания на землю 10 А и менее;
- d. на отключение для ЭД мощностью более 2 МВт при токах замыкания на землю 5 А и более;

Верный ответ: d. на отключение для ЭД мощностью более 2 МВт при токах замыкания на землю 5 А и более;

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Ответы даны верно, четко сформулированы, особенности практических решений указаны в достаточном для понимания функционирования объеме

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Большинство ответов даны верно. В материалах ответа присутствуют незначительные недостатки

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Не менее половины ответов даны верно. В материалах ответа присутствуют незначительные недостатки и ошибки, которые студент смог самостоятельно скорректировать

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Менее половины ответов даны верно. Продемонстрировано незнание базовых тезисов по изложенному материалу

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 аттестационной составляющих