

**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: Электротехнические комплексы и системы
электрического транспорта**

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Тяговые подстанции**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саможей О.С.
	Идентификатор	R058c8cab-SamozheyOS-273aedb

О.С. Саможей

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саможей О.С.
	Идентификатор	R058c8cab-SamozheyOS-273aedb

О.С.
Саможей

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Румянцев М.Ю.
	Идентификатор	R4b7b75d7-RumyantsevMY-eafe30f

М.Ю.
Румянцев

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. ПК2 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства и использования электроэнергии в профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание основных способов производства электроэнергии, структуры электроэнергетических систем

ИД-2 Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач

ИД-3 Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач

2. ПК5 Способен учитывать параметры и характеристики основных элементов, применяемых в устройствах тягового электроснабжения

ИД-1 Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций

ИД-2 Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения

3. ПК7 Способен создавать и анализировать модели для прогнозирования свойств основных элементов электрического транспорта

ИД-2 Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги

4. ПК9 Способен рассчитывать и обеспечивать требуемые режимы работы тягового электрооборудования

ИД-2 Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования

ИД-3 Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования

5. ПК10 Способен по результатам исследований выбирать и проектировать новые эффективные технические решения в области профессиональной деятельности

ИД-1 Анализирует надежность электротехнических объектов на стадии проектирования

ИД-2 Формулирует критерии оптимальности при выборе известных технических решений и проектировании новых электротехнических объектов

ИД-3 Владеет методами проектирования электротехнических объектов и их элементов

ИД-4 Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. км5 (Реферат)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ 1. (Тестирование)
2. КМ 2. (Контрольная работа)
3. КМ 3. (Контрольная работа)
4. КМ4. (Решение задач)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 КМ 1. (Тестирование)
КМ-2 КМ 2. (Контрольная работа)
КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа)
КМ-4 КМ4. (Решение задач)
КМ-5 км5 (Реферат)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	14	16
Тяговые подстанции - элемент электрической системы.						
Тяговые подстанции - элемент электрической системы.		+	+	+	+	
Электрическое оборудование тяговых подстанций.						
Электрическое оборудование тяговых подстанций.			+	+	+	
Преобразовательные агрегаты тяговых подстанций.						
Преобразовательные агрегаты тяговых подстанций.		+	+	+		
Повышение качества электрической энергии на тяговых подстанциях.						
Повышение качества электрической энергии на тяговых подстанциях.		+		+	+	
Системы управления, контроля и защиты.						
Системы управления, контроля и защиты.		+	+		+	+
Вес КМ:		15	25	25	25	10

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
ПК2	ИД-1 _{ПК2} Демонстрирует знание основных способов производства электроэнергии, структуры электроэнергетических систем	Знать: -структурные схемы электроснабжения электрического транспорта;	КМ-2 КМ 2. (Контрольная работа)
ПК2	ИД-2 _{ПК2} Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач	Знать: - особенности работы оборудования тяговых подстанций по роду тока;	КМ-2 КМ 2. (Контрольная работа)
ПК2	ИД-3 _{ПК2} Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов,	Знать: -особенности работы транспортных систем; Уметь: учитывать необходимость обеспечение	КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа) КМ-5 км5 (Реферат)

	применяет эти знания при решении профессиональных задач	электробезопасности и электромагнитной совместимости элементов устройств электроснабжения транспортных систем	
ПК5	ИД-1 _{ПК5} Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций	Знать: особенности работы транспортных систем Уметь: - применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;	КМ-1 КМ 1. (Тестирование) КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа)
ПК5	ИД-2 _{ПК5} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения	Знать: структурные схемы электроснабжения электрического транспорта Уметь: - решать инженерно-технические и экономические задачи с применением средств прикладного программного обеспечения.	КМ-1 КМ 1. (Тестирование) КМ-4 КМ4. (Решение задач)
ПК7	ИД-2 _{ПК7} Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги	Знать: основы устройства и принцип работы оборудования подстанций	КМ-2 КМ 2. (Контрольная работа)

ПК9	ИД-2 _{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования	Знать: методы создания (проектирования), анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений Уметь: - вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств.	КМ-1 КМ 1. (Тестирование) КМ-4 КМ4. (Решение задач)
ПК9	ИД-3 _{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования	Знать: особенности работы оборудования тяговых подстанций по роду тока Уметь: - разрабатывать электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям;	КМ-2 КМ 2. (Контрольная работа) КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа)
ПК10	ИД-1 _{ПК10} Анализирует надежность электротехнических объектов на стадии проектирования	Знать: основы устройства и принцип работы оборудования подстанций;	КМ-2 КМ 2. (Контрольная работа)
ПК10	ИД-2 _{ПК10} Формулирует критерии оптимальности при выборе известных технических решений и	Знать: - методы создания (проектирования), анализа вариантов разработки и	КМ-1 КМ 1. (Тестирование) КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа)

	проектировании новых электротехнических объектов	поиска компромиссных решений; Уметь: определять эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники	
ПК10	ИД-3 _{ПК10} Владеет методами проектирования электротехнических объектов и их элементов	Знать: методы проектирования электротехнических объектов Уметь: применять методы проектирования электротехнических объектов и их элементов	КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа) КМ-4 КМ4. (Решение задач)
ПК10	ИД-4 _{ПК10} Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов	Знать: стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств Уметь: применять прикладные программы для проектирования элементов электротехнических и электронных аппаратов	КМ-3 КМ 3. (Контрольная работа) КМ-4 КМ4. (Решение задач)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ 1.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Тестирование.

Краткое содержание задания:

Системы электроснабжения тяговых подстанций

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности работы транспортных систем	1.Распределительные устройства переменного тока тяговых подстанций железнодорожного и городского электрического транспорта. 2.Схемы внешнего электроснабжения, их сравнительная характеристика, способы резервирования.
Знать: структурные схемы электроснабжения электрического транспорта	1.Тяговые подстанции постоянного и переменного тока.
Знать: методы создания (проектирования), анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений	1. Электроснабжение нетяговых потребителей.
Уметь: - вносить изменения в принципиальные схемы при замене приборов аппаратуры распределительных устройств.	1.Система тягового электроснабжения 3,3 кВ, 25 кВ 2.Система тягового электроснабжения пониженной частоты
Уметь: определять эффективности производственно-технологических режимов работы объектов электроэнергетики и электротехники	1.Аварийные режимы и их отключение. Тиристорные выключатели. 2.Основное электрооборудование тяговых подстанций переменного и постоянного тока. 3.Выключатели автоматические быстродействующие. Выбор уставок отключающих устройств, бездуговое отключение цепей постоянного тока.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: ответ полный

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: ответ полный, есть неточности

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: ответ неполный, но верный

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: менее 60 % правильных ответов

КМ-2. КМ 2.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольная работа.

Краткое содержание задания:

Электрооборудование тяговых подстанций.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: -структурные схемы электроснабжения электрического транспорта;	1.Электрические схемы, основные параметры и расчетные соотношения преобразовательных агрегатов.
Знать: - особенности работы оборудования тяговых подстанций по роду тока;	1. Защита от токов коротких замыканий. Управляемые преобразовательные агрегаты.
Знать: основы устройства и принцип работы оборудования подстанций	1.Выбор оборудования для тяговых подстанций.
Знать: основы устройства и принцип работы оборудования подстанций;	1.Коммутация вентильных групп, внешние характеристики. Защита преобразователей от внутренних внешних перенапряжений. 2.Устройства поперечной и продольной компенсации.
Уметь: - разрабатывать электрические схемы электроснабжения электротехнического и электротехнологического оборудования по отраслям;	1.Расчет аварийных режимов работы. 2.Проверка оборудования на термическую и электродинамическую стойкость

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено более 90% задания

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 80% задания

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 70% задания

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее 60% задания

КМ-3. КМ 3.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Расчет полупроводниковых приборов.

Краткое содержание задания:

Расчёт электрооборудования и выбор полупроводниковых приборов.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: -особенности работы транспортных систем;	1.Применение многопульсовых схем выпрямления.
Знать: особенности работы оборудования тяговых подстанций по роду тока	1. Энергетические характеристики преобразовательных агрегатов. Современные преобразователи с сухими трансформаторами. Применение многопульсовых схем выпрямления.
Знать: - методы создания (проектирования), анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений;	1.Принципы инверторного преобразования энергии рекуперации.
Знать: методы проектирования электротехнических объектов	1.Выбор уставок отключающих устройств, бездуговое отключение цепей постоянного тока.
Знать: стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств	1.Выбор уставок отключающих устройств, бездуговое отключение цепей постоянного тока.
Уметь: - применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности;	1.Сравнение схем выпрямления.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено более 90% задания

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 80% задания

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено 70% задания

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Менее 60% задания выполнено

КМ-4. КМ4.

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Решение задач

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Задачи.

Краткое содержание задания:

Расчёт кабелей и выбор защит

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: методы создания (проектирования), анализа вариантов разработки и поиска компромиссных решений	1.Основные параметры кабельной продукции. Расчетные формулы.
Уметь: - решать инженерно-технические и экономические задачи с применением средств прикладного программного обеспечения.	1.Виды защит кабелей, электрооборудования тяговых подстанций.
Уметь: применять методы проектирования электротехнических объектов и их элементов	1.Защитные меры электробезопасности.
Уметь: применять прикладные программы для проектирования элементов электротехнических и электронных аппаратов	1.Заземляющие устройства на тяговых подстанциях, расчет устройств защитного заземления.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-5. км5

Формы реализации: Выступление (доклад)

Тип контрольного мероприятия: Реферат

Вес контрольного мероприятия в БРС: 10

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выдается задание по группам.

Краткое содержание задания:

Устройства управления, автоматики и телемеханики.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: учитывать необходимость обеспечения электробезопасности и электромагнитной совместимости элементов устройств электроснабжения транспортных систем	1. Виды и режимы управления, управление отдельными видами электрооборудования.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1

1. Тяговые подстанции постоянного и переменного тока. Схемы внешнего электроснабжения, их сравнительная характеристика, способы резервирования.
2. Устройства управления, автоматики и телемеханики. Виды и режимы управления, управление отдельными видами электрооборудования. Системы телемеханики, районные диспетчерские пункты.
3. Задача.

Процедура проведения

Письменный экзамен

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК2} Демонстрирует знание основных способов производства электроэнергии, структуры электроэнергетических систем

Вопросы, задания

- 1.1. Дистанционная защита.
2. управляемые преобразовательные агрегаты.
3. Исходные данные выпрямителя
Номинальный ток выпрямителя, $I_n=2000$ А
Номинальное напряжение выпрямителя, $U_n=600$ В
Номинальная мощность на выходе ПС, $P_{СУ}=1200$ кВт
Температура окр.среды, $T_a=[40] ^\circ C$
Схема преобразовательного агрегата мостовой схемы выпрямления

Задание:

- произвести выбор и расчет тепловых и энергетических параметров диодов для заданного выпрямительного агрегата. При этом рассмотреть три варианта полупроводниковых приборов разных фирм производителей.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Защита питающих линий. Выключатели постоянного тока. Принцип действия, характеристики ,условия выбора.
2. Выбор и расчет диодов и тиристоров выпрямителя.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК2} Демонстрирует знание областей применения и особенностей электротехнологических установок основных типов, их характеристик как потребителей электроэнергии, применяет эти знания при решении профессиональных задач

Вопросы, задания

1.1. Энергетические характеристики преобразовательных агрегатов. Современные преобразователи с сухими трансформаторами. Применение многопульсовых схем выпрямления.

2. Основные алгоритмы функционирования защит.

3. Исходные данные выпрямителя

Исходные данные РП-1:

Исходные данные ТЭЦ11:

$U_{ном.}=10 \text{ кВ};$

$I_{кзmin}=10 \text{ кА};$

$I_{кзmax}=12 \text{ кА};$

$L_{каб.}=0,6 \text{ км}$

СБ-3х120-10,0

$x_{уд}=0,081 \text{ ом/км}$

$r_{уд}=0,153 \text{ ом/км}$

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками, 2000А; тр-р тока 600/5 А (первичных), 1,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1: $S_N=4866 \text{ кВА}$

Задание:

- Расчет токов К.З. Выбрать и проверить трансформатор тока на динамическую и термическую устойчивость. Произвести расчет уставок максимальнотокковой защиты с независимой времятоковой характеристикой.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Релейная защита в электрических системах, требования к ним. Типы защитных реле.

2. Схемы и основное оборудование распределительных устройств переменного тока тяговых подстанций ГЭТ.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК2} Демонстрирует знание областей применения и основных характеристик электроприводов различных типов, применяет эти знания при решении профессиональных задач

Вопросы, задания

1.1. Условия работы вентиля

2. Трансформаторы напряжения в схемах релейной защиты.

3. Исходные данные выпрямителя

Исходные данные РП-1:

$U_{ном.}=10,5 \text{ кВ};$

$I_{кз}=7,7 \text{ кА};$

$L_{каб.}=1,3 \text{ км}$

АСБ-3х150-10,0

$x_{уд}=0,085 \text{ ом/км}$

$r_{уд}=0,268 \text{ ом/км}$

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками: 630А; тр-р тока 600/5 А (первичных), 0,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1:

$S_N=1257 \text{ кВА}$

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Электрические схемы тяговых подстанций постоянного тока магистрального железнодорожного транспорта. Основные структурные элементы и схемы их соединения.
2. Электрические схемы тяговых подстанций метрополитена и городского электрического транспорта. РУ переменного тока 10 кВ.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК5} Демонстрирует знание характеристик и режимов работы основного оборудования тяговых подстанций

Вопросы, задания

- 1.1. Электрические схемы, основные параметры и расчетные соотношения преобразовательных агрегатов. Коммутация вентильных групп, внешние характеристики.
2. Выбор уставок отключающих устройств, бездуговое отключение цепей постоянного тока.
3. Задача.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой по времени. Область применения, типы реле и их характеристики.
2. Схемы и основное оборудование распределительных устройств постоянного тока тяговых подстанций железнодорожного транспорта.

5. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК5} Демонстрирует понимание принципов построения и функционирования систем тягового электроснабжения

Вопросы, задания

- 1.1. Особенности работы трансформаторов тока в схемах релейной защиты.
2. Аварийные и вынужденные режимы работы преобразовательных агрегатов (ПА)
3. **Исходные данные выпрямителя**

Исходные данные РП-1:

$U_{ном.}=10,5$ кВ;

$I_{кз}=6,7$ кА;

$L_{каб.}=2,3$ км

АСБ-3х120-10,0

$r_{уд}=0,081$ ом/км

$r_{уд}=0,258$ ом/км

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками: 470А; тр-р тока 400/5 А (первичных), 0,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1:

$S_n=864$ кВА

Задание:

- Расчет токов К.З. Выбрать и проверить трансформатор тока на динамическую и термическую устойчивость. Произвести расчет уставок максималнотокковой защиты с независимой времятоковой характеристикой.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1.Классификация и структурные схемы тяговых подстанций.

2. Основные направления развития в области оборудования на тяговых подстанциях. Современное силовое оборудование тяговых подстанций.
- 2.1. Электрические схемы тяговых подстанций постоянного тока магистрального железнодорожного транспорта. Основные структурные элементы и схемы их соединения. РУ переменного тока 110 – 220 кВ.
2. Распределительные устройства постоянного тока. Релейная защита вводов.

6. Компетенция/Индикатор: ИД-2пк7 Выполняет анализ компьютерных моделей устройств электрической тяги

Вопросы, задания

- 1.1. Токовые отсечки.
2. Электрическая схема и схема управления выпрямителя.
3. Исходные данные выпрямителя

Исходные данные РП-1:

Исходные данные ТЭЦ11:

$U_{ном.} = 10 \text{ кВ};$

$I_{кзmin} = 10 \text{ кА};$

$I_{кзmax} = 12 \text{ кА};$

$L_{каб.} = 0,6 \text{ км}$

СБ-3х120-10,0

$x_{уд} = 0,081 \text{ ом/км}$

$r_{уд} = 0,153 \text{ ом/км}$

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками, 2000А; тр-р тока 600/5 А (первичных), 1,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1:

$S_H = 4866 \text{ кВА}$

Задание:

- Расчет токов К.З. Выбрать и проверить трансформатор тока на динамическую и термическую устойчивость. Произвести расчет уставок максимальнотокковой защиты с независимой времятоковой характеристикой.

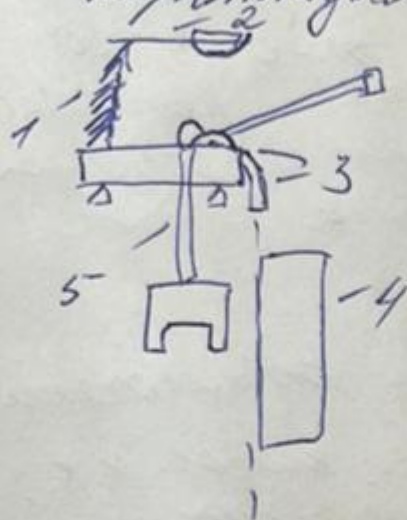
Материалы для проверки остаточных знаний

1. Билет №6

1. Высоковольтные выключатели, отделители, короткозамыкатели (назначение, конструкция, схемы включения). Шины, провода и кабели, изоляторы. Аварийные режимы и их отключение.
2. Энергетические характеристики преобразовательных агрегатов. Современные преобразователи с сухими трансформаторами. Применение многопульсовых схем выпрямления.

Ответы:

Короткозамкатель.

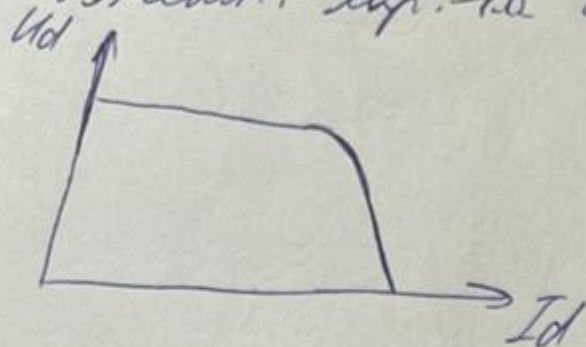


- 1 - указатель положения
- 2 - шток
- 3 - тем. механизма привода
- 4 - привод
- 5 - заземлитель

Классификация кабелей:

- по роду металла токопроводящих
- по типу изоляции (бумажная, резиновая)
- по величине напряжения.
- по виду передаваемой чрез кабель
- по способу защиты от мех. повреждений
- по кол. фаз

2) Энергетические хар.-ки преобр. аппар.
 Современное преобр. с дуговой тр.
 применение многопульс. схем выпрям.
 Выпрям. хар.-ка выпрям. аппарата.



6-пульс. схем.
 недостатков:
 низкий коэффициент
 искажения
 потребляемой
 мощности, низкий
 коэффициент
 электромагнит.
 совместимости.

Кривая гармоник, содержащиеся в
 токе преобр. тракта I_a , при сим.
 напряжении зависит от числа п.
 выпрямленного напряжения: $V = K \cdot m$
 где m - число пульсаций.

С увеличением числа пульсаций
 искажение формы кривой сетевого
 тока стремится к единице, а
 состав сетевого тока упрощается.

Вн. хар.-ка: зависимость напр.-ние U_d
 от среднего зн. тока I_d .

$$U_{dm} = U_{do} - \Delta U_{dtr} - \Delta U_{dn} - \Delta U_{dv}$$

U_{do} - среднее значение выпрямленного

ΔU_{dtr} - потери напр. в тел. тр.-те.

ΔU_{dn} - потери напр. в пнт. цепях

- 2.1. Максимальная токовая защита с независимой выдержкой времени. Область применения, типы реле и их характеристики.
2. Основы управления оборудованием тяговых подстанций. Обслуживаемые и автоматические подстанции, системы телемеханики.
- 3.1. Особенности электрических схем тяговых подстанций постоянного тока.
2. Дифференциальные защиты.

7. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет требуемых режимов работы тягового электрооборудования

Вопросы, задания

- 1.1. Перенапряжения, виды перенапряжения и способы их ограничения
2. Выбор типа защит
3. Исходные данные выпрямителя

Исходные данные РП-1:

Исходные данные ТЭЦ1:

$U_{ном.} = 10 \text{ кВ};$

$I_{кзmin} = 10 \text{ кА};$

$I_{кзmax} = 12 \text{ кА};$

$L_{каб.} = 0,6 \text{ км}$

СБ-3х120-10,0

$\rho_{уд} = 0,081 \text{ ом/км}$

$\rho_{уд} = 0,153 \text{ ом/км}$

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками, 2000А; тр-р тока 600/5 А (первичных), 1,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1:

$S_n = 4866 \text{ кВА}$

Задание:

- Расчет токов К.З. Выбрать и проверить трансформатор тока на динамическую и термическую устойчивость. Произвести расчет уставок максимальнотокковой защиты с независимой времятоковой характеристикой.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Электрические схемы тяговых подстанций метрополитена и городского электрического транспорта. РУ переменного тока 10 кВ.
2. Электрические схемы, основные параметры и расчетные соотношения преобразовательных агрегатов. Коммутация вентильных групп, внешние характеристики. Защита преобразователей от внутренних внешних перенапряжений.
- 2.1. Максимальная токовая защита с зависимой выдержкой по времени. Область применения, типы реле и их характеристики.
2. Электрические схемы, основные параметры и расчетные соотношения преобразовательных агрегатов.

8. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК9} Демонстрирует способность производить расчет элементов тягового электрооборудования

Вопросы, задания

- 1.1. Распределительные устройства переменного тока тяговых подстанций железнодорожного и городского электрического транспорта. Электроснабжение нетяговых потребителей.

2. Питание собственных нужд и вторичных цепей постоянного и переменного тока, источники питания собственных нужд.

3. Исходные данные РП-1:

$U_{ном.}=10,5 \text{ кВ};$

$I_{кз}=7,7 \text{ кА};$

$L_{каб.}=1,3 \text{ км}$

АСБ-3х150-10,0

$x_{уд}=0,085 \text{ ом/км}$

$r_{уд}=0,268 \text{ ом/км}$

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками: 630А; тр-р тока 600/5 А (первичных), 0,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1:

$S_n=1257 \text{ кВА}$

Задание:

- Расчет токов К.З. Выбрать и проверить трансформатор тока на динамическую и термическую устойчивость. Произвести расчет уставок максимальнотокowej защиты с независимой времятоковой характеристикой.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Электрические схемы, основные параметры и расчетные соотношения преобразовательных агрегатов. Коммутация вентильных групп, внешние характеристики.

2. Выбор уставок отключающих устройств, бездуговое отключение цепей постоянного тока.

3. Задача.

9. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК10} Анализирует надежность электротехнических объектов на стадии проектирования

Вопросы, задания

1.1. Назначение релейной защиты и автоматики.

2. Выпрямленное напряжение при холостом ходе (многопульсовые схемы)

3. Исходные данные выпрямителя

Номинальный ток выпрямителя, $I_n=3150 \text{ А}$

Номинальное напряжение выпрямителя, $U_n=600 \text{ В}$

Номинальная мощность на выходе ПС, $P_{СУ}=1890 \text{ кВт}$

Температура окр.среды, $T_a=[40]^\circ \text{ С}$

Схема преобразовательного агрегата нулевой схемы выпрямления

Задание:

- произвести выбор и расчет тепловых и энергетических параметров диодов для заданного выпрямительного агрегата. При этом рассмотреть три варианта полупроводниковых приборов разных фирм производителей.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Электрические схемы, основные параметры и расчетные соотношения преобразовательных агрегатов.

2. Защита питающих линий. Выключатели постоянного тока. Принцип действия, характеристики, условия выбора.

10. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК10} Формулирует критерии оптимальности при выборе известных технических решений и проектировании новых электротехнических объектов

Вопросы, задания

- 1.1. Условия работы трансформатора
 2. Максимально токовые защиты (расчет параметров)
 3. **Исходные данные выпрямителя**
 1. Номинальный ток выпрямителя,
 2. Номинальное напряжение выпрямителя,
 3. Номинальная мощность на выходе ПС,
 4. Температура окр.среды,
- Схема преобразовательного агрегата нулевой схемы выпрямления

Задание:

- произвести выбор и расчет тепловых и энергетических параметров диодов для заданного выпрямительного агрегата. При этом рассмотреть три варианта полупроводниковых приборов разных фирм производителей.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Токовая отсечка.
2. Выбор уставок отключающих устройств, бездуговое отключение цепей постоянного тока.

11. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ПК10} Владеет методами проектирования электротехнических объектов и их элементов

Вопросы, задания

- 1.1. Максимально токовая направленная защита
 2. Управляемые выпрямители
 3. Исходные данные выпрямителя
- Номинальный ток выпрямителя, $I_n=2000 \text{ A}$
Номинальное напряжение выпрямителя, $U_n=600 \text{ В}$
Номинальная мощность на выходе ПС, $P_{\text{СУ}}=1200 \text{ кВт}$
Температура окр.среды, $T_a=[40]^\circ \text{C}$
Схема преобразовательного агрегата мостовой схемы выпрямления

Задание:

- произвести выбор и расчет тепловых и энергетических параметров диодов для заданного выпрямительного агрегата. При этом рассмотреть три варианта полупроводниковых приборов разных фирм производителей.

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Дифференциальные защиты.
2. Схемы и основное оборудование распределительных устройств постоянного тока тяговых подстанций железнодорожного транспорта.

12. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК10} Применяет стандартные средства автоматизированного проектирования электротехнических устройств и прикладные программы для проектирования элементов электрических и электронных аппаратов

Вопросы, задания

- 1.1. Исходные данные РП-1:
Исходные данные ТЭЦ1:

$U_{ном.}=10 \text{ кВ};$

$I_{кз}=10 \text{ кА};$

$L_{каб.}=0,6 \text{ км}$

СБ-3х120-10,0

$x_{уд}=0,081 \text{ ом/км}$

$r_{уд}=0,153 \text{ ом/км}$

На питающем элементе РП-1 установлена максимальная токовая защита с независимой характеристикой с заданными уставками, 2000А; тр-р тока 600/5 А (первичных), 1,7 с.

Номинальная мощность подстанции №1: $S_{н}= 4866 \text{ кВА}$

Задание:

- Расчет токов К.З. Выбрать и проверить трансформатор тока на динамическую и термическую устойчивость. Произвести расчет уставок максимальнотокковой защиты с независимой времятоковой характеристикой.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.1. Устройства управления, автоматики и телемеханики.

2. Релейная защита в электрических системах, требования к ним. Типы защитных реле.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Согласно БАРС.